دانشگاه ولی عصر(عج)

انجمن علوم خاک ایران
Soil Science Society of Iran

مجموعه مقالات چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

۱۶ تا ۱۸ شهریور ۱۳۹۴ - دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

14th Iranian Soil Science Congress

2015 the International Year of Soil

محورهای کنگره

- مسائل و مدیریت خاک‌های مناطق خشک
- آمنیت، حفاظت و مدیریت پایدار خاک
- مدیریت بهینه خاک و آب در باغ های پسته
- شیمی و آلودگی خاک و سلامت محیط زیست
- اخلاق، آموزش و فرهنگ‌سازی برای پایداری خاک‌ها
- فرسایش آبی، بادی و طوفان‌های گرد و خاک
- فیزیک خاک و رابطه آب و خاک و گیاه
- بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک
- پیدایش، رده‌بندی، ارزیابی خاک و زمین نما
- حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه
- فناوری های نوین در علوم خاک
- خاک و تغییر اقلیم



مقاله نامه

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

جلد دوم

شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

برگزار کننده:
دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

۱۶ تا ۱۸ شهریور ۱۳۹۴

نام کتاب: **مقاله نامه چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - جلد دوم: شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه**

تهیه و تنظیم: سید محمدباقر ملک حسینی
ناشر: دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
شهریور ۱۳۹۴

فهرست جلد دوم

سخن دبیر ۱۶
بررسی جزءبندی شیمیایی پتاسیم در خاک‌های مناطق گردوکاری شهرستان تویسرکان ۱۰۰۷۱ ..... ۱۷
اندازه‌گیری و مقایسه پارامترهای بیوشیمیایی و شیمیایی بقایای گیاهی مختلف ۱۰۴۸۶ ..... ۲۱
بررسی تاثیر سیستم NFT با بستر زئولیت، بستر چیپس چوب، بستر خرده آجر،بر روی BOD،COD پساب ۱۰۶۰۸ ..... ۲۶
بررسی مشکلات تغذیه برخی گلخانه‌های کشت فلفل دلمه در استان اصفهان ۱۰۸۹۸ ..... ۳۲
اثر دما بر شوری (قابلیت هدایت الکتریکی) بیوچار تولید شده از منابع مختلف ۱۰۹۵۹ ..... ۳۶
تأثیر قارچ میکوریز Rhizophagusirregularis و قارچ عامل کنترل بیولوژیکی Trichodermaasperelloides بر رشد شبدر برسیم Trifoliumalexandrinum L. تحت شرایط تنش خشکی ۱۱۴۰۸ ..... ۴۴
ارزیابی آزمایشگاهی و گلخانه ای یک نوع کلات آهن تولید داخل (pzt-Fe) ۱۱۹۳۶ ..... ۵۲
بررسی وضعیت پتاسیم خاک‌های سطحی مناطق توتون‌کاری شمال کشور ۱۲۷۹۸ ..... ۵۶
بررسی عناصر غذایی کم مصرف در برخی از خاک های شالیزاری و غیرشالیزاری استان فارس ۱۳۰۳۰ ..... ۶۰
سینتیک رهاسازی سرب در یک خاک آهکی، متاثر از نانو آهن صفر ظرفیتی سنتز شده با عوامل تثبیت کننده EDTA و DTPA ۱۳۰۴۳ ..... ۶۴
مطالعه اثرکاربرد کود کمپوست گرانوله و کود بیولوژیک بر خصوصیات کیفی گل همیشه بهار ۱۳۰۵۵ ..... ۶۹
بررسی اثر آلودگی آرسنیکبر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه سورگوم (Sorghumbicolor) ۱۳۴۸۴ ..... ۷۲
بررسی تاثیر کلات‌کننده‌ها بر سرب قابل استفاده در ریزوسفر آفتابگردان در یک خاک آهکی ۱۳۵۱۱ ..... ۷۶
بررسی اثرگوگرد و ماده آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم ۱۳۷۷۲ ..... ۸۱
بررسی تاثیر منابع و مقادیر مختلف کودهای آلی در تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه در کشت گندم ۱۴۷۲۴ ..... ۸۴
بررسی تاثیر کود دامی درتامین نیتروژن و خصوصیات کمی و کیفی خربزه سوسکی ۱۴۷۸۰ ..... ۸۹
اثر مصرف آهن بر روی عملکرد و اجزای آن در بادام زمینی ۱۴۸۹۴ ..... ۹۳
بررسی اثر مقادیر سولفات پتاسیم بر کارایی جذب و مصرف پتاس ارقام گلرنگ ۱۶۳۳۳ ..... ۹۶
اثر خاك‌پوش‌هايپلي‌اتيلنبر عملکرد و زودرسیطالبی ۱۶۳۳۶ ..... ۱۰۱
مقایسه ویژگی‌های جذبی نیترات بر کربن فعال و بیوچار ۱۶۳۸۹ ..... ۱۰۵
تاثیر کاربرد نیترات کلسیم بر غلظت برخی عناصر پرمصرف غذایی (نیتروژن، کلسیم و منیزیم) در درختان میوه (سیب، گلابی و گیلاس) ۱۶۵۰۲ ..... ۱۱۰
اثر اصلاح کننده های آلی بر شکل‌های شیمیایی عناصر سنگین کادمیوم، سرب و روی در یک خاک آلوده ۱۷۸۰۸ ..... ۱۱۴
اثر سطوح مختلف شوری و روی بر جذب عناصر غذایی (کلسیم، منیزیم، فسفر، آهن و منگنز) در گیاه کلزا (Brassica napus L.) در شرایط گلخانه‌ای ۱۷۸۴۴ ..... ۱۱۹
تأثیر سطوح مختلف فسفر بر صفات کمی گیاه نیشکر در مزارع بازرویی چهارم ۱۸۰۶۴ ..... ۱۲۴
اثر محلول‌پاشی سولفات نیکل و اوره بر برخی پارامترهای رویشی دانهال‌های دو رقم پسته ۱۹۱۴۲ ..... ۱۲۸
تأثیر زئولیت و لجن فاضلاب بر شکل های معدنی فسفردر خاک آهکی ۱۹۲۳۰ ..... ۱۳۲
بررسی اثر مقادیر سولفات پتاسیم بر شاخص برداشت و کارایی مصرف آب در دو رقم گلرنگ ۱۹۴۹۸ ..... ۱۳۶
اثر اسید سیتریک در افزایش تجمع سرب در آفتابگردان در یک خاک شنی آلوده ۱۹۹۰۲ ..... ۱۴۰
بررسی تأثیر سطوح مختلف فسفر بر صفات کیفی گیاه نیشکر در مزارع بازرویی چهارم ۲۰۳۰۶ ..... ۱۴۵
توزیع شکل‌های مختلف مس و ارتباط آن با خصوصیات خاک‌هایاستان گیلان ۲۰۳۵۱ ..... ۱۴۹
تاثیر محلول‌پاشی اوره و پوتریسین برغلظت برخی از عناصر پرمصرف درختان پسته ۲۰۴۷۸ ..... ۱۵۴
تاثیرکاربرد فسفر بر افزایش تحمل نسبی یونجه به تنش آبی ۲۰۷۷۳ ..... ۱۵۹
بررسی تاثیر تنش شوری دو نمک کلرید سدیم و کلرید کلسیم بر صفات جوانه زنی گیاه بامیه ۲۱۲۳۱ ..... ۱۶۴

عملکرد و تجمع یون‌ها در جو تحت تاثیر زمان و غلظت سالیسیلیک‌اسید در شرایط غیرشور و شور ۲۲۴۰۹..... ۱۶۸
اثر منبع، مقدار و روش کاربرد آهن بر عملکرد و کیفیت توت فرنگی رقم سلوا ۲۲۴۸۳..... ۱۷۳
بررسی کیفیت آب آبیاری در اراضی پستهکاری منطقهی کوثرریز رفسنجان ۲۳۰۷۸..... ۱۷۸
اثر منبع و مقدار نیتروژن بر غلظت برخی عناصر شاخسارهذرت در سطوح مختلف فشردگی خاک ۲۳۴۹۵..... ۱۸۳
استفاده از کودهای آلی در تامین نیتروژن مورد نیاز گندم در کرت دائم ۲۴۳۴۶..... ۱۸۷
تغییرات جزءبندی شیمیایی سرب، روی و کادمیم در یک خاک آلوده به عناصر سنگین قبل و بعد از کشت گیاه ۲۴۷۶۵..... ۱۹۲
حذف فسفات توسط نانو ذره اکسید سیلیسیم در آب-های آلوده ۲۵۱۹۱..... ۱۹۷
ارزیابی برخی عصاره‌گیرهای شیمیایی به منظور تعیین روی قابل استفاده‌ی پسته در خاک‌های آهکی رفسنجان ۲۵۵۰۰..... ۲۰۳
شکلهای مختلف فسفر در برخی خاک‌های آهکی استان چهارمحال و بختیاری و رابطه آنها با ویژگی‌های خاک ۲۵۶۳۵..... ۲۰۷
بررسی اثر تاریخ کاشت و اعمال کود شیمیایی بر برخی صفات رشدی گیاه عدس در شرایط دیم ۲۶۲۸۴..... ۲۱۱
تغییرات واکنش (پ‌هاش) بیوچار تولید شده از منابع مختلف تحت تاثیر درجه حرارت به کار برده شده برای تولید بیوچار..... ۲۱۶
اثر فسفر و بور بر غلظت و فاکتور انتقال عناصر فسفر، کلسیم، بور و روی در کلزا (رقم اپرا)۲۶۷۸۵..... ۲۲۰
تاثیر کاربرد بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات کمی گیاه ذرت (Zea maysL.) در ستون خاک آلوده به کادمیم ۲۴۱۹۶... ۲۲۵
بررسی اثر زئولیت و قارچ میکوریزا (Glomus intraradices) در زیست پالایی کادمیوم خاک تحت آبیاری با پساب فاضلاب شهری ۲۷۱۵۱..... ۲۳۰
تاثیر میزان شوری آب آبیاری بر دینامیک کربن آلی ۲۷۴۹۶..... ۲۳۴
تاثیر میزان رطوبت خاک بر دینامیک کربن آلی ۲۷۶۳۰..... ۲۳۹
ارزیابی ریسک اکولوژیکی آلودگی فلزات سنگین در خاکهای سطحی (مطالعه موردی: منطقه امیر آباد بیرجند)۲۷۶۹۲..... ۲۴۴
توزیع ژئوشیمیایی و آلودگی برخی فلزات سنگین در خاک‌های اطراف معدن سرمک آهنگران ۲۷۸۸۴..... ۲۴۹
تاثیر اندازه خاکدانه بر توزیع روی در تعدادی از خاک‌های آلوده استان اصفهان ۲۸۲۱۶..... ۲۵۴
بررسی شاخص درجه زرد برگی (کلروز) پایه‌های مختلف مرکبات در خاک‌های آهکی شرق مازندران ۲۸۴۷۷..... ۲۵۹
بررسی دانش باغداران در مدیریت زمان مصرف کود در باغ‌های پسته ۲۸۶۷۲..... ۲۶۴
تاثیر زئولیت و باکتری نیترات ساز بر برخی خصوصیات گیاه یونجه و تغییرات شیمیایی پساب پرورش ماهی کپور در شرایط گلخانهای ۲۸۷۲۵..... ۲۶۹
اثر کمپوست و هومیک اسید بر محتوی پروتئین و فعالیت آنزیم های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتازدر گیاه ذرت تحت آلودگی کروم و کادمیوم ۲۹۴۸۲..... ۲۷۴
تعیین انحراف از حد بهینه عناصر پر مصرف و کم مصرف باغات انگور در استان قزوین ۲۹۴۸۵..... ۲۷۹
شبررسی جذب سرب از محلولهای آبی توسط جاذب‌های آلی اصلاح شده ۳۰۰۲۵..... ۲۸۲
بررسی رابطه تنفس خاک با هیدروکربن نفتی در خاک آلوده به ترکیبات نفتی ۳۰۰۳۲..... ۲۸۶
بررسی تاثیر روش خاک ورزی حفاظتی بر روی جذب عناصرغذایی در زراعت گندم دیم ۳۰۹۶۳..... ۲۹۰
اثر باکتری محرک رشد گیاه برگیاه‌پالایی یک خاک آهکی غنی شده با کادمیم به‌وسیله ذرت تحت تنش خشکی ۳۱۰۰۶..... ۲۹۳
برهمکنش باکتری‌های محرک رشد با لیگاند EDTA بر برخی خواص رویشی گیاه ذرت در یک خاک آلوده به فلزات سنگین ۳۱۰۷۷..... ۲۹۸
بررسی آلودگی خاک اطراف نیروگاه شهید منتظری اصفهان جهت کاربری آن در کشاورزی ۳۱۶۰۰..... ۳۰۲
تاثیر بایوچار های تولید شده از خرده چوب نراد و کاه برنج بر نیتروژن کل خاک ۳۱۸۱۷..... ۳۰۶
بررسی اثر سطوح کادمیم و فسفر و برهمکنش آن ها بر رشد اسفناج ۳۱۸۹۹..... ۳۱۰
بررسی تأثیر کاربرد بیوچار بر قابلیتجذب کادمیم در دو شرایط رطوبتی ۳۱۹۳۳..... ۳۱۵
بررسی آلودگی به عناصر سنگین در خاک و میوه‌های تولیدی منطقه طارم استان زنجان ۳۲۰۰۳..... ۳۱۹
اثر محلولپاشی عناصرغذایی بر ترکیب شیمیایی برگ و عملکرد میوه درختان سیب قرمز ۳۲۴۰۷..... ۳۲۳

ارزیابی جذب عنصر روی توسط کوکوپیت با استفاده از مدلهای ایزوترم حرارتی ۳۲۵۸۴..... ۳۲۶
تأثیر کودشیمیایی و لجن فاضلاب بر تغییرات قابلیت استفاده فسفر در دو خاك آهکی ۳۲۷۹۷..... ۳۳۰
تأثیر میکوریزا و کود زیستی فسفاته بارور ۲ بر برخی صفات ریحان تحت تأثیر سطوح کود فسفر ۳۳۰۰۴..... ۳۳۵
مدیریت بهینه کودی گیاهان دارویی (به لیمو) در راستای تحول نظام سلامت ۳۳۰۱۴..... ۳۴۰
بررسی وضعیت خاک های استان اصفهان از نظر برخی از عناصر اصلی غذایی ۳۳۱۷۱..... ۳۴۵
بررسی جذب کادمیوم از محلول‌های آبی توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده ۳۳۴۶۰..... ۳۴۹
اثر تغذیه برگی با ورمی واشبر غلظت کلسیم و منیزیم در کیویرقم هایوارد ۳۳۵۶۶..... ۳۵۴
مقایسه زیتوده درشت‌ریشه (Coarse root) و ریز ریشه (Fine root) خاک در توده‌های جنگلی پهن‌برگ و سوزنی‌برگ ۳۴۰۳۷ ۳۵۸
بررسی رفتار جذبی علف کش متری بیوزین در برخی از خاک های ایران ۳۴۳۹۳..... ۳۶۴
توزیع شکل های مختلف روی و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک در برخی از خاک های آهکی رفسنجان ۳۴۵۸۹..... ۳۶۹
تأثیر شکل نیتروژن و بازدارنده نیترات سازی ۳و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر میزان کلروفیل برگ و عملکرد کاهو ۳۴۷۱۴... ۳۷۳
تأثیر نوع کود آلی بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی ورمی کمپوست ۳۴۹۸۲..... ۳۷۸
مطالعه‌ی اثر محلول‌پاشی عناصر سیلیسیم و پتاسیم بر برخی ویژگی‌های رشدی دانهال‌های پسته‌ی رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری ۳۵۰۵۱..... ۳۸۱
بررسی تاثیر پایه بر جذب و غلظت عناصر غذایی برگ نارنگی انشوی میاگاوا ۳۵۲۸۳..... ۳۸۶
تأثیر بنزیل‌آدنین و نیتروژن بر ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته در شرایط شور ۳۵۵۸۳..... ۳۹۰
حذف کادمیوم از محلول‌های آبی توسط لیکا ۳۵۵۹۳..... ۳۹۵
بررسی شدت آلودگی خاک به عنصر فلزی آلومینیوم در اطراف کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک ۳۵۹۸۳..... ۳۹۹
پراکنش سرب و نیکل در خاك و محصولات کشاورزي در شهرهای صنعتی زرین شهر و مبارکه ۳۶۲۴۳..... ۴۰۴
اثر تفاله پسته و بیوچار تولید شده از آن در دماهای مختلف بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک ۳۶۳۰۴..... ۴۰۹
تاثیر استفاده از پساب فاضلاب تصفیه شده شهری بر خصوصیات خاک و عملکرد گیاه گوجه فرنگی در دو بافت مختلف ۳۶۳۴۱.. ۴۱۳
تأثیر بنزیل‌آدنین و نیتروژن بر برخی از پارامترهای فتوسنتزی و نسبت عناصر دانهال‌های پسته در شرایط شور ۳۶۶۹۹..... ۴۱۸
آبیاریبونجه با فاضلاب تصفیه شده شهر اراک ۳۶۸۳۷..... ۴۲۳
تاثیر دو اسید آلی مالیک و آگزالیک بر سینیتیک آزادسازی فسفر در ۲ خاک استان گلستان ۳۶۹۴۴..... ۴۲۶
مطالعه تاثیر عوامل پدوژنیکی درخشکیدگی سرشاخه‌ها و مرگ درختان پسته در مه‌ولات خراسان‌رضوی ۳۶۹۷۵..... ۴۳۱
حذف فسفات از آب‌های آلوده با نانو ذرات اکسید نیکل ۳۷۲۷۰..... ۴۳۵
بررسی وضعیت پتاسیم و ارتباط آن با برخی ویژگی های خاک باغ‌های پرتقال استان فارس ۳۷۴۴۷..... ۴۴۰
بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای زراعی در بخش جنوبی جلگه خوزستان ۳۷۶۷۹..... ۴۴۵
مقایسه جذب نسبیکادمیوم، روی و نیکل توسط اسید هیومیک خاکی ۳۷۷۰۲..... ۴۵۰
توزیعشکل‌هایشیمیایی نیکل در خاک‌های آهکی استان‌های کرمانشاه و ایلام ۳۷۸۳۷..... ۴۵۵
مدیریت حاصلخیزی خاک با روش پیمایش یکپارچه عناصر غذایی (NOTMUN) ۳۸۰۱۵..... ۴۵۹
تاثیرمنابعومقادیرمختلفکودهایآلیدرتامینفسفرموردنیازگندم ۳۸۲۸۷..... ۴۶۴
تاثیر محلول پاشی روی بر برخی خصوصیات مورفولوژیک گردو ۳۸۴۴۴..... ۴۶۹
تاثیر ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر آبشویی نیترات در دو بافت خاک ۳۸۶۰۰..... ۴۷۲
تاثیر مصرف گوگرد پودری بر میزان روی قابل جذب در تعدادی از خاکهای مازندران ۳۸۸۷۶..... ۴۷۷
بررسی تاثیر خرده چوب بر برخی شاخص‌های گیاه ذرت ۳۸۹۷۰..... ۴۷۹
تاثیر مقادیر مختلف گوگرد به همراه تیوباسیلوس بر عملکرد ارقام جدید کلزا در مشهد ۳۹۲۰۰..... ۴۸۳
آیا می توان اراضی شدیدا شور و سدیمی جنوب اصفهان را با استفاده از پساب شهری اصلاح کرد؟۳۹۵۰۸..... ۴۸۷
بررسی تاثیر گوگرد وباکتري‌های اکسید کننده آن در زراعت سویا در منطقه دشت مغان ۴۰۳۶۵..... ۴۹۳

تاثیر سطوح کود نیتروژن در افزایش عملکرد سویا روغنی ۴۰۵۸۸.....۴۹۷
تاثیر نیتروژن و مصرف عناصر ریز مغذی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند پاییزه در منطقه دزفول ۴۱۳۳۶.....۵۰۲
اثر سطوح مختلف سرب و شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در گیاه گشنیز (Coriandrum sativum L.) ۴۱۶۳۶.....۵۰۶
تاثیر سطوح مختلف شوری و پتاسیم بر عملکرد وزن تر اندام هوایی و میزان کلروفیل در گیاه اسفناج ۴۱۷۳۸.....۵۱۱
پیش‌بینی نسبت سدیم تبادلی بر اساس نسبت جذب سدیم در خاکهای شور-سدیمی ۴۱۸۵۳.....۵۱۴
بررسی وضعیت میزان تجمع نیترات در سیب زمینی تولیدی منطقه اردبیل ۴۱۹۷۴.....۵۱۹
محاسبه خطای ناشی از کاربرد داده‌های نامطمئن و استفاده از آن در افزایش دقت تخمین مکانی ۴۱۹۷۶.....۵۲۳
گیاه‌پالایی ذرت و فاکتور زیستی غلظت کادمیم تحت تأثیر کاربرد بقایای گندم یا یونجه ۴۱۹۹۲.....۵۲۸
تاثیر بیوچارحاصل از کود گاوی و تنش رطوبتی بر وضعیت نیتروژن در گیاه سویا و خاک پس از برداشت آن ۴۲۰۱۶.....۵۳۳
تاثیر ماده آلی محلول بر جذب علف‌کش متری‌بیوزین ۴۲۰۳۶.....۵۳۷
تأثیر توأم نیکل و آهن بر غلظت نیکل و آهن گیاه ذرت در یک خاک آهکی ۴۲۱۳۹.....۵۴۲
بررسی اثرات روش های مختلف کاشت و کم آبیاری بر عملکرد و اجزا عملکرد گندم ۴۲۱۸۷.....۵۴۷
راهکارهای کاهش مصرف کودهای نیتروژنه با فن آوری کلروفیل متر در زراعت گندم آبی ۴۲۲۲۴.....۵۵۰
تأثیر محلول‌پاشی پلی‌آمین‌های آزاد و نیتروژن بر رشد و عملکرد پسته ۶۴۸۰۳.....۵۵۴
اثر کاربرد ورمی کمپوست بر ارتفاع، وزن خشک و تعداد برگ گیاه گندم تحت تنش شوری ۴۲۲۳۸.....۵۵۷
بررسی گیاه پالایی سورگوم در جذب کادمیوم، تحت تاثیر غلظت روی ۴۲۲۷۰.....۵۶۱
مطالعه تغییرات رطوبت و شوری خاك تحت تاثیر استفاده از مالچ پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای درختان پسته ۴۲۳۴۲.....۵۶۶
اثر مصرف آهن بر روی عملکرد و اجزای آن در بادام زمینی ۴۲۷۷۶.....۵۷۱
اثر بایوچار تولید شده از کود مرغی در دماهای متفاوت بر ویژگیهای شیمیایی یک خاک آهکی ۴۳۱۸۶.....۵۷۴
اثر سطوح مختلف کود فسفر بر اجزاء نیتروژن معدنی خاک در خاک چسبیده به ریشه و توده خاک برای کشت گندم ۴۳۳۵۷ ۵۷۹
ارتباط بین آهن قابل جذب با شکل‌های آهن در برخی خاک‌های استان آذربایجان شرقی ۴۳۳۸۸.....۵۸۴
آشنایی با روش گرادیان پخشیدگی در لایه نازک (DGT) برای تعیین فسفر قابل استفاده وهمبستگی آن با جذب فسفر توسط گیاه گندم در خاکهای آهکی ۴۳۴۰۶.....۵۸۸
بررسی وضعیت فراهمی پتاسیم با استفاده از پارامترهای Q/I در برخی از خاک‌های زیر کشت ذرت استان کردستان ۴۳۴۵۹ ۵۹۳
تأثیر توأم نیکل و آهن بر غلظت عناصر روی، منگنز و مس گیاه ذرت در یک خاک آهکی ۴۳۶۰۰.....۵۹۸
تغییر شکل های مختلف پتاسیم تحت تأثیر نوع بقایای آلی افزوده به خاک و شرایط رطوبتی ۴۳۶۰۴.....۶۰۲
تعیین مقدار مناسب پرلیت مصرفی در ظروف کشت گلخانه‌ای و اثر آن بر خواص کمّی و کیفی نشاء تولیدی ۴۳۶۲۹.....۶۰۷
تأثیر لجن فاضلاب شهری بر قابلیت استفاده پتاسیم در تعدادی از خاک‌های آهکی ۴۳۸۱۹.....۶۱۱
ارزیابی چند عصاره‌گیر شیمیایی به منظور تعیین پتاسیم قابل استفاده‌ی پسته در خاک‌های آهکی رفسنجان ۴۴۲۸۸.....۶۱۶
تاثیر کودهای آلی بر صفات ارقام مختلف آفتابگردان ۴۴۵۳۲.....۶۲۰
پاسخ دانهال‌های پسته به سطوح مختلف روی و بنزیل‌آدنین در شرایط شور ۴۴۶۸۰.....۶۲۴
اثر منابع مختلف کلسیم بر رشد رویشی و پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه ریحان تحت تنش شوری در کشت بدون خاک ۴۴۷۰۵.... ۶۲۹
تاثیر تیمارهای روی بر خصوصیت روی کارایی و درصد بازیافت کود سولفات روی در دو رقم لوبیا در یک خاک آهکی ۴۴۷۸۸ . ۶۳۱
روند تغییرات غلظت عناصر غذایی در تبدیل پوست نرم پسته به کمپوست ۴۵۲۳۱.....۶۳۵
عنوان : بررسی تاثیر مواد آلی از منابع مختلف بر حاصلخیزی خاک و عملکرد محصول ۴۵۵۰۲.....۶۳۹
معدنی شدن کربن آلیبقایای گندمدر خاک‌های آلوده به کادمیوم ۴۵۵۸۵.....۶۴۳
بررسی حذف آلودگی فسفات از آب آلوده با استفاده از نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده ۴۵۶۱۵.....۶۴۸
تاثیر بیوچار و ورمی کمپوست بر میزان کلروفیل دو رقم گوجه فرنگی ریوگراندس و روت جرز ۴۵۶۳۶.....۶۵۳
تأثیرکاربرد سه نوع مادهآلیآزولا،ورمیکمپوستوساقهذرتبررشدگیاهگندم ۴۶۰۹۴.....۶۵۶

بررسی ایزوترم جذب تتراسایکلین در مونت موریلونایت در حضور ماده آلی ۴۶۳۱۷..... ۶۶۰
حذف نیترات از خاک با نانوذره اکسید منیزیم ۴۶۶۴۲..... ۶۶۵
ارزیابی کارایی ارقام گلرنگ در جذب فسفر در خاک‌های اصفهان ۴۶۶۴۳..... ۶۶۹
بررسی امکان تولید کود آلی ورمی کمپوست از زباله های آلی سطح شهر رفسنجان ۴۷۲۱۹..... ۶۷۳
ارزیابی وضعیت آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های اراضی تحت کشت پسته (مطالعه موردی: کارخانه زغال‌شویی زرند) ۴۷۲۶۳.. ۶۷۷
ارزیابی بسترهای کاشت جدید در کشت خیار گلخانه ای ۴۷۳۶۰..... ۶۸۲
بررسی ترمودینامیکی جذب فلوراید بر رس کائولینایت ۴۷۶۱۵..... ۶۸۶
شرایط هوموسی شدن منابع آلی و تاثیر آن بر مقدار استخراج مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک)۴۷۷۹۵..... ۶۹۰
اثر بنزیل آدنین، ایندول استیک اسید و ماده هیومیکی بر تثبیت گیاهی نیکل ۴۸۴۴۸..... ۶۹۴
تعیین بهترین روش استخراج برای افزایش کیفیت مواد هیومیک در تولید تجاری اسید هیومیک ۴۸۵۸۷..... ۶۹۸
بررسی اثر محلول های غذایی مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم گل ژربرا در سیستم کشت بدون خاک باز ۴۹۴۰۵. ۷۰۳
ارزیابی مصرف مواد آلی و کود فسفری در تناوب گندم-ذرت ۴۹۶۷۴..... ۷۰۷
بررسی اثرات کاربرد کمپوست و برخی عناصر پرمصرف و کم مصرفبر خصوصیات کمی و کیفی پسته رقم فندقی در کرمان ۴۹۷۲۶..... ۷۱۲
توزیع شکل‌های شیمیایی روی در خاک‌های آهکی استان‌های کرمانشاه و ایلام ۴۹۸۹۰..... ۷۱۷
بررسی اثر استفاده دراز مدت آب‌های آبیاری با Ca/Mg<1بر مشخصات شیمیایی خاك باغات پسته ۵۰۱۴۷..... ۷۲۲
بررسی بازیافت نیتروژن از منابع مختلف در گندم در جنوب خوزستان ۵۰۲۱۵..... ۷۲۶
تاثیر استفاده از کودهای آلی و نیتروژن بر کمیت و کیفیت گندم و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاك در کرت‌های دائم ۵۰۲۴۱ ۷۲۹
اثر کاربرد ورمی کمپوست و منابع مختلف آهن بر عملکرد اسفناج و غلظت عناصر کم مصرف در در یک خاک آهکی پس از برداشت ۵۰۲۴۲..... ۷۳۴
برهمکنش باکتری‌های محرک رشد با لیگاند سیدروفور (DFOB) بر برخی خواص رویشی گیاه ذرت در یک خاک آلوده به فلزات سنگین ۵۰۳۷۷..... ۷۳۸
مطالعه سینتیک جذب مستوسطبقایای هرس درخت سیب و انگور ۵۰۳۹۷..... ۷۴۳
انتخاب پلی‌مر آلی مناسب برای بهبود خصوصیات خاک در عرصه‌های مارنی مناطق خشک و نیمه‌خشک ۵۰۷۹۷..... ۷۴۸
اثر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی گندم و سورگوم در خاک آلوده به کادمیوم ۵۰۸۸۷..... ۷۵۲
مکانیسم جذب سطحی فلوراید بر کائولینایت توسط معادله همدمای دوبنین-رادوشکویچ ۵۰۹۱۵..... ۷۵۷
اثر کرم‌های خاکی و لجن فاضلاب شهری بر قابلیت استفاده فسفر ۵۱۲۸۰..... ۷۶۱
مقایسه کارایی جذب و مصرف کودهای شیمیایی فسفر توسط گوجه‌فرنگی در شرایط شور ۵۱۶۲۵..... ۷۶۶
اثر کاربرد ورمی‌کمپوست در کاهش اثر سوء تنش آبی بر غلظت نیتروژن و فسفر اندام هوایی اسفناج در یک خاک آهکی ۵۱۶۴۲.. ۷۷۰
اثر کاربرد خاکی سطوح نیتروژن و روی بر فاکتور انتقال عناصر غذایی در رقم طلایه کلزا ۵۱۸۷۵..... ۷۷۴
نقش تناوب در میزان کودهای شیمیایی نیتروژنی مورد نیاز گندم ۵۱۹۸۵..... ۷۷۹
ارزیابی محتوا و فلورسانس کلرفیل برگ خیار تحت تنش بیماری و کاربرد سیلیسیم ۵۲۰۸۸..... ۷۸۳
تأثیر ورمی‌کمپوست بر روی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی آویشن در حضور میکوریزا ۵۲۲۹۳..... ۷۸۷
ارزیابی سینتیک معدنی شدن نیتروژن در بقایای تفاله موم زنبور عسل ۵۲۳۲۲..... ۷۹۱
سرعت رهاسازی پتاسیم غیر تبادلی با استفاده ازکلرید کلسیم رقیق در برخی راسته های خاک استان فارس ۵۲۶۶۹..... ۷۹۴
ارزیابی چند عصاره‌گیر برای تعیین آهن قابل‌استفاده ذرت و سطح بحرانی آن در برخی خاک‌های آهکی استان آذربایجان شرقی ۵۲۹۴۰..... ۷۹۸

نگاهی اجمالی به وضعیت عناصر کادمیوم و سرب در اراضی کشاورزی استان اصفهان ۵۳۱۷۴..... ۸۰۳
سینتیک واجذبی و شکل های شیمیایی مس در یک خاک آهکی، متاثر از دو بیوچار تولید شده از سبوس برنج ۵۳۴۳۰..... ۸۰۸
تأثیر فولویک اسید در جذب سطحی سرب در یک خاک آهکی ۵۳۵۸۴..... ۸۱۳
مطالعه رابطه بین نفوذ آب باران و مقدار رطوبت اولیه در خاک‌های بافت مختلف ۵۳۸۵۲..... ۸۱۸
بررسی وضعیت آلودگی سرب و کادمیم در خاك‌هایسطحی پایانه‌های مسافربری (مطالعه موردی: پایانه مسافربری امام رضا (ع)، مشهد)۵۴۲۹۳..... ۸۲۲
تغییرات غلظت عنصر آهن با افزایش عمق در پروفیل های حفر شده در منطقه کربال استان فارس ۵۴۵۱۲..... ۸۲۷
بررسی اثر قارچ آسپرژیلوس و کود سبز بر حلالیت فسفر خاک ۵۴۶۶۰..... ۸۳۱
شکل‌های شیمیایی روی، سرب و کادمیم در یک خاک آلوده بعد از استخراج پیمانه‌ای و ستونی با EDTA۵۴۸۳۳..... ۸۳۵
کاربرد شیب پخش درغشای نازک (DGT) برای برآورد فسفر قابل جذب ذرت در خاک ۵۴۹۵۳..... ۸۴۱
بررسی تاثیر کود مرغی بر آزادسازی روی در خاک‌های گچی ۵۵۱۹۶..... ۸۴۶
قابلیت استفاده پتاسیم برای گیاه برنج در برخی خاک‌های آهکی استان فارس ۵۵۲۷۹..... ۸۵۰
ارزیابی اثر قارچ Piriformospora indica برمقاومت گیاه برنج به تنش شوری تحت شرایط هیدروپونیک ۵۵۳۱۳..... ۸۵۵
تاثیر تغییر کاربری اراضی از شالیزار به کشت کیوی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک ۵۵۸۷۳..... ۸۵۹
بررسی اثر گوگرد آلی بر عملکرد و کیفیت میوه خرمای رقم سایر ۵۵۹۱۲..... ۸۶۲
تاثیر تنش خشکی پس از گرده‌افشانی و محلول‌پاشی روی بر عملکرد دانه، میزان پرولین و پروتئین‌های محلول برگ ژنوتیپ‌های گندم ۵۶۰۰۴..... ۸۶۶
تثبیت و کاهش زیستفراهمیکادمیم در یک خاک آهکی با بهسازهای مختلف۵۶۳۰۵..... ۸۷۱
بررسی زیست فراهمی آرسنیک در خاک آلوده تحت شرایط استریل و غیر استریل ۵۶۵۷۰..... ۸۷۵
قابلیت استفاده عناصر غذایی کم‌مصرف فلزی تحت تاثیر کاربرد مواد بهساز آلی و معدنی در خاک ۵۶۶۴۲..... ۸۷۹
تعیین حد بحرانی عناصر کم مصرف در خیار گلخانه ای ۵۶۹۶۹..... ۸۸۴
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان..... ۸۸۴
تعیین ضرائب سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی در خاکدانه‌های ریز و درشت تعدادی ازخاکهای آهکی ۵۷۰۱۷..... ۸۸۹
تاثیر سیلیسیم و نیتروژن بر برخی از پارامترهای فیزیومورفولوژی دانهال‌های پسته تحت تنش شوری ۵۷۰۱۸..... ۸۹۴
تاثیر مصرف نیتروژن در مراحل کلیدی فنولوژی برشاخص تناوب باردهی مرکبات ۵۷۰۴۷..... ۸۹۸
بررسی رفتار جذبی مولیبدن در برخی از خاک‌های اسیدی استان گیلان ۵۷۱۶۱..... ۹۰۳
اثرات محلول‌پاشی کلسیم در هنگام تورم جوانه‌ها بر روی صفات کمی و کیفی پسته ۵۷۱۹۷..... ۹۰۶
آلودگی زدایی خاک با استفاده از روش جامدسازی لجن صنایع آبکاری به کمک تثبیت کننده فسفاتی ۵۷۳۷۶..... ۹۱۱
بررسی پراکنش مکانی عنصر کروم در خاک‌های جزیره هرمز ۵۷۹۱۰..... ۹۱۴
بررسی تأثیر انواع مختلف مالچ‌های برگ درختان بر میزان شوری و pH خاک ۵۸۱۰۱..... ۹۱۸
بررسی تاثیر دو منبع آلی باگاس و کود گاوی برعملکرد گندم رقم چمران ۵۸۱۸۱..... ۹۲۷
مطالعه تغییرات ویژگی‌های شیمیایی آب تالاب بین‌المللی چغاخور طی بازه‌ی زمانی بیست ساله ۵۸۵۵۱..... ۹۳۰
تأثیر کشت گندم بر شکلهای مختلف پتاسیم خاک (مطالعه موردی: اراضی داراب، جنوب شرقی فارس)۵۸۹۳۲..... ۹۳۴
مقایسه اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر جذب عناصر کم مصرف و عملکرد اسفناج ۵۹۰۴۴..... ۹۳۸
مقایسه مقدارفلزات سنگین در سری‌های مختلف خاک منطقه‌ی لنجانات، اصفهان ۵۹۱۱۷..... ۹۴۱
سهم خاکدانه‌های ریز و درشت بر قابلیت استفاده فسفر در تعدادی از خاک‌های آهکی استان چهار محال و بختیاری ۹۴۵۵۹۲۴۹
ارزیابی سینتیک آزادسازی فسفر در خاک‌های ریزوسفری گندم ۵۹۸۵۲..... ۹۴۹
پاسخ دانهال‌های پسته به ژنولیت غنی‌شده با کلسیم تحت تنش شوری ۵۹۸۶۱..... ۹۵۴
اثر ورمی‌کمپوست و پومیس بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی سه خاک با بافت مختلف ۵۹۸۷۱..... ۹۵۹
تعیین حد بحرانی عناصر پر مصرف در خیار گلخانه ای ۶۰۳۲۶..... ۹۶۴

برهمکنش ترشحات ریشه‌ای گیاه آفتابگردان و جاذبهای معدنی بر دسترسی زیستی آرسنیک در خاک‌های آلوده ۶۰۴۰۸....۹۶۹
اثر باقیمانده کودهای آلی با روی بر عملکرد وجذب عنصر روی دانه گندم ۶۰۶۷۵.....۹۷۲
تأثیر جیبرلیک اسید و نیتروژن در شرایط شور بر عناصر غذایی پرمصرف دانهال‌های پسته رقم قزوینی ۶۰۹۹۶.....۹۷۶
بررسی تاثیر کود نیتروژن و محلول‌پاشی بُر بر برخی پارامترهای مورفولوژی گیاه کینوا (Chenopodium Quina willd.)۶۱۶۶۸...
۹۸۱
اثر باقیمانده کودهای آلی با روی بر محتوای عناصر پرمصرف و کم مصرف دانه گندم دوروم در کشت تناوبی کلزا و گندم ۶۱۸۷۷..
۹۸۴
برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های مرودشت با استفاده از روش رگرسیونی چندگانه ۶۱۹۵۲.....۹۸۸
مطالعه مصرف آب حوضچه پرورش ماهی جهت کشت گندم در دشت آسپاس استان فارس ۶۲۰۴۱.....۹۹۲
تاثیر پلیمرهای محلول در آب بر رشد گیاه ذرت در دو خاك سبك و سنگین بافت ۶۲۱۲۳.....۹۹۶
بررسی آلودگی فلز آرسنیک با استفاده از شاخص زمین‌انباشتگی در خاک‌های جزیره هرمز ۶۲۲۹۹.....۱۰۰۱
اثر استفاده از شیرابه کمپوست زباله بر قابلیت جذب منگنز در عمق های ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متری خاک ۶۲۳۵۱.....۱۰۰۵
تغییرات زمانی ومکانی N، P، Kمتاثر از مدیریت های مرسوم اراضی کشاورزی پیرانشهر ۶۳۰۶۵.....۱۰۱۰
تعیین برخی پارامترهای ورمی کمپوست حاصل از زباله های آلی سطح شهر رفسنجان ۶۳۳۰۵.....۱۰۱۵
زغال زیستی ، یک ابزار ترسیب کربن در خاک ۶۳۳۲۳.....۱۰۲۰
بررسی کلی عوامل تاثیرگذار بر وضعیت پتاسیم در خاک‌های جنوب ایران (استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد)۶۳۶۶۶.....
۱۰۲۵
مطالعه اثر کشت گیاه برنج بر شکل های شیمیایی پتاسیم در تعدادی از خاک های آهکی استان فارس ۶۳۸۳۹.....۱۰۳۰
تعیین روابط،کمیت-شدت(Q/I پتاسیم، و چگونگی عرضه آن در خاکهای مهم استان کرمانشاه ۶۳۹۰۳.....۱۰۳۵
اثرات تنش رطوبتی بر مقدار نیتروژن مصرفی گندم در سیستم کشت بی خاکورزی ۶۴۲۰۸.....۱۰۳۹
جذب سطحی نیکل از محلول‌های آبی توسط لیکا ۶۴۳۵۴.....۱۰۴۵
تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی از خصوصیات شیمیایی خاک ۶۴۶۸۶.....۱۰۴۹
تأثیر محلول‌پاشی پلی‌آمین‌های آزاد و نیتروژن بر رشد و عملکرد پسته ۶۴۸۰۳.....۱۰۵۴
اثر کاربرد فیلتر سیلیس در اطراف قطره چکانهای SDI در خاک بر میزان نیترات و فسفات خاک شرایط استفاده از فاضلاب
۶۴۸۵۴.....۱۰۵۸
کارایی قارچ میکوریز آربسکولار بر تبادلات گازی نهال استبرق (Calotropis procera Ait)۶۴۹۰۳.....۱۰۶۲
کاربرد ویناس بر فرآیند تولید کمپوست ۶۵۳۱۳.....۱۰۶۶
تاثیر دو ساله روشهای اعمال اسید هیومیک بر رشد و ترکیب شیمیایی نهال‌های پسته در شرایط مزرعه ۶۵۴۳۱.....۱۰۷۱
ارزیابی آلودگی خاک‌های اطراف کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک به فلز سنگین سرب ۶۶۰۰۳.....۱۰۷۶
بررسی جذب کادمیوم از محلول‌های آبی توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده ۶۶۱۷۸.....۱۰۸۱
تعیین شکل‌های شیمیایی آهن و روابط آن‌ها با ویژگی‌های خاک در برخی خاک‌های استان آذربایجان شرقی ۶۷۱۲۰.....۱۰۸۶
تولید و تعیین خصوصیات بایوچار کاه و پوسته برنج ۶۷۲۳۳.....۱۰۹۱
اثر مجاورت خرفه بر جذب کادمیم توسط گیاه سویا ۶۷۵۹۰.....۱۰۹۵
تأثیر شوری و مس بر خصوصیات بافت آوندی نهالهای پسته در شرایط گلخانه ۶۸۰۷۶.....۱۰۹۹
تاثیر پرایمینگ بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه روغنی دان سیاه (Guizotia abyssinica Cass) تحت تنش شوری ۶۸۰۷۸.....
۱۱۰۳
تاثیر اصلاح کننده کربن فعال بر رشد گیاه در خاک آلوده به هیدروکربن‌های نفتی ۶۸۲۰۸.....۱۱۰۸
تعیین شکل‌های آهن و روابط آن‌ها با جذب آهن و شاخص‌های رشد ذرت در برخی خاک‌های استان آذربایجان شرقی ۶۸۳۳۳....
۱۱۱۱
اثر تنش قلیائیت بر رشد و تغذیه گیاه انجیلی(Parrotia persica) ۶۸۴۸۱.....۱۱۱۶

تأثیر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بر افزایش مقاومت به شوری در اطلسی ۶۸۷۹۱..... ۱۱۲۰
تاثیر دو نوع ماده آلی مختلف روی خصوصیت شیمیایی خاک و عملکرد گیاه کلزا ۶۸۸۲۳..... ۱۱۲۴
تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی و مدت زمان انبارداری بر تجمع نیترات و نیتریت در کاهو ۶۹۱۲۵..... ۱۱۲۸
بررسی اثر آهن بر عملکرد و غلظت عناصر در گیاه گندم ۶۹۵۵۳..... ۱۱۳۳
بررسی وضعیت شوری خاکهای استان مرکزی ۶۹۷۸۸..... ۱۱۳۸
بررسی تأثیر منبع، روش و مقدارکاربردآهن بر عملکرد و نرخ سود آوری در توت فرنگی گلخانه ای ۶۹۹۸۹..... ۱۱۴۲
شستشوی ازت تحت تاثیر دو منبع کودی اوره و اوره با پوشش گوگردی در زراعت گندم ۷۰۰۳۹..... ۱۱۴۶
پاسخ زیره سیاه به کاربرد سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم ۷۰۲۷۰..... ۱۱۵۱
ارزیابی کارآرایی آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی به کمک فیلتر سیلیس در حذف آنیون همراه شیرابه زباله ۷۰۴۲۸.... ۱۱۵۵
بررسی وضعیت خاک فضای سبز پارک های ساحلی شهر اهواز از نظر برخی عناصر میکرو و عناصرسنگین ۷۰۸۳۶..... ۱۱۵۹
بررسی سینتیک آزادسازی فسفر در برخی خاک‌های مهم زراعی استان فارس ۷۱۳۱۴..... ۱۱۶۲
مقایسه غلظت عناصر N، P و K برگ سورگوم دانه‌ای و Kochia indica تحت تاثیر شوری و تراکم ۷۱۴۱۸ Kochia indica. ۱۱۶۵
حذف فسفر از آب توسط ذرات نانو هیدروکسید آهن تثبیت شده روی زئولیت ۷۱۵۰۵..... ۱۱۶۹
حذف فلزات سنگین کادمیوم و مس از خاک توسط نانو ذره اکسید نیکل ۷۱۵۴۱..... ۱۱۷۳
تخمین میزان تولید خالص بیوماس به روش فائو برای محصول کلزا در دشت رومشکان استان لرستان ۷۱۸۶۳..... ۱۱۷۸
بررسی تغییرات فصلی هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول درآب‌های زیرزمینی منطقه بندر انزلی ۷۲۷۳۹..... ۱۱۸۱
بررسی کیفیت لجن فاضلاب خشک شده تصفیه خانه فاضلاب شهری شاهین شهر اصفهان و کاربرد آن برای کشاورزی ۷۳۰۱۱... ۱۱۸۵
بررسی برخی خصوصیات و غلظت عناصر سنگین در لجن فاضلاب خشک شده تصفیه خانه شمال اصفهان ۷۳۰۵۷..... ۱۱۸۹
بررسی غلظت عناصر سنگین در خاک و گیاه گندم اراضی کشاورزی اطراف صنعت سیمان سپاهان ۷۳۱۶۳..... ۱۱۹۳
انتخاب عصاره‌گیر مناسب برای اندازه‌گیری آهن فعال ذرت ۷۳۱۸۷..... ۱۱۹۸
بررسی وضعیت مس قابل استفاده و کربن آلی با استفاده از شاخصهای زمین آمار درخاکهای زراعی استان مرکزی ۱۲۰۳.۷۳۶۹۹
ارزیابی تاثیر تناوب های مختلف گندم بر پتانسیل ترسیب کربن و نیتروژن خاک (منطقه مطالعاتی دشت میامی استان سمنان) ۷۳۷۳۳..... ۱۲۰۶
تاثیر روش‌های کاشت و مصرف برگی کود روی بر عملکرد برنج ۷۳۸۵۸..... ۱۲۱۰
ارزیابی آلودگی به فلزات سنگین در خاک‌های زراعی تحت کشت انواع سبزی‌جات غده‌ای (سیر، سیب‌زمینی، پیاز و تربچه) استان زنجان ۷۳۹۲۳..... ۱۲۱۵
بررسی تاثیر متقابل سطوح مختلف کادمیوم و شوری بر مولفه‌های رشد و غلظت کادمیوم در گیاه گشنیز (Coriandrum sativum L.) ۷۴۰۸۹..... ۱۲۲۰
تاثیر کودهای آلی مختلف بر خواص شیمیایی و فیزیکی خاک تحت کشت گندم ۷۴۱۸۳..... ۱۲۲۵
تأثیر کاربرد درازمدت کمپوست زباله شهری بر غلظت برخی عناصر میکرو در خاک و گیاه برنج ۷۴۴۴۸..... ۱۲۲۹
تاثیر دو نوع ماده آلی مختلف روی خصوصیت شیمیایی خاک و عملکرد گیاه کلزا ۷۴۶۳۲..... ۱۲۳۲
بررسی برهمکنش رقم، سطوح نیتروژن و زیادی بور در آب آبیاری بر غلظت کلسیم در ذرت در دشت ارزوئیه استان کرمان ۷۴۷۸۰. ۱۲۳۶
اثر کاربرد لجن فاضلاب برعملکرد و جذب فلزات سنگین در اسفناج در شرائط مزرعه ۷۴۸۲۸..... ۱۲۳۹
روند تغییرات غلظت عناصر غذایی در تبدیل پوست نرم پسته به ورمی کمپوست ۷۴۸۴۷..... ۱۲۴۲
مقایسه سطوح ونحوه کاربرد مکانیزه کود فسفره در زراعت کلزا ۷۴۸۷۹..... ۱۲۴۶
بررسی گیاه‌پالایی خاک‌های آلوده به عناصر سنگین وآلاینده‌های نفتی در اراضی کشاورزی (مطالعه موردی: استان بوشهر) ۷۵۲۹۱..... ۱۲۴۹
تاثیر زغال زیستی بر حاصلخیزی خاک و رشد ذرت ۷۵۵۹۹..... ۱۲۵۳

بررسی روند تغییرات زمانی کیفیت آب زیرزمینی دشت تبریز از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲.....۱۲۵۷
برآورد هدایت هیدرولیکی پرکلرواتیلن در سیستم دو فازی ۷۶۰۳۵.....۱۲۶۳
اثر استفاده از شیرابه کمپوست زباله بر قابلیت جذب روی در خاک ۷۶۱۰۴.....۱۲۶۷
تاثیر تلقیح باکتری محرک رشد گیاه بر اجزای عمکلرد لوبیاقرمز(Phaseolus vulgarise L.) ۷۶۳۹۱.....۱۲۷۱
اثر بی‌فنیل‌های‌چندکلره بر جوانه‌زنی و برخی شاخص‌های رشد گیاهچه ذرت ۷۶۳۹۸.....۱۲۷۵
بررسی اثرات تلقیح سویههای مختلف قارچ میکوریز آربسکولار روی برخی پارامترهای رشد رویشی گیاه گوجه فرنگی تحت شرایط تنش خشکی ۷۶۷۸۴.....۱۲۸۰
بررسی اثر منابع مختلف کود های آهن بر عملکرد کمی و کیفی گل گلایول ۷۶۹۰۶.....۱۲۸۴
بررسی برخی ویژگی های فیزیولوژیکی ذرت تحت تاثیر سالیسیلیک اسید، بنزیل آمینو پورین و ماده هیومیکی در شرایط سمیت نیکل ۷۶۹۹۱.....۱۲۸۷
اثر مصرف کودهای پتاسیم و ریزمغذی ها بر روی برخی از عناصر غذایی در گندم ۷۷۱۸۶.....۱۲۹۱
اثر شوری بر رشد اندام هوایی و ریشه دانه رست های ارقام مختلف پسته استان یزد ۷۷۲۶۴.....۱۲۹۴
اثر ورمی‌کمپوست و زمان بر تغییر شکل‌های پتاسیم در برخی خاک‌های آهکی استان فارس ۷۷۲۹۳.....۱۲۹۹
تاثیر سولفات روی و اسید هیومیک بر غلظت برخی عناصر میکرو در گیاه ذرت ۷۷۳۴۴.....۱۳۰۴
کارایی چند عصاره‌گیر شیمیایی در ارزیابی قابلیت استفاده‌ی آهن باقی مانده در خاک از منابع کودی مختلف ۷۷۳۵۶.....۱۳۰۸
بررسی ژئواستاتیکی بعضی عناصر سنگین در رسوبات رودخانه گوهررود رشت ۷۷۴۶۸.....۱۳۱۳
توصیه کودی بر اساس آزمون خاک و گیاه برای باغ به ۷۷۵۲۳.....۱۳۱۷
مروری بر تأثیر کودهای زیستی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی ۷۸۱۵۰.....۱۳۲۱
تأثیر نوع بقایای گیاهی جنگلی و کاربرد نیتروژن بر دینامیک کربن آلی ۷۸۵۳۰.....۱۳۲۶
اثر کاربرد اسید هومیک بر فراهمی فسفر در طی زمان در خاک ۷۸۶۴۷.....۱۳۳۱
بررسی اثرات نانو ذرات مغناطیس Fe2O3بر تحمل به شوری گیاه کنجد (رقم جیرفت ۱۳ gl) در مرحله جوانه زنی ۱۳۳۴.۷۸۹۳۲
ارزیابی خطرپذیری ناشی از ورود کادمیم به بدن در اثر مصرف پسته در مقایسه با استانداردهای جهانی در باغات پسته رفسنجان ۷۸۹۴۹.....۱۳۳۸
تغییرات عناصر غذائی در خاک تحت تاثیر سیستم های مختلف کشت برنج ۷۹۰۰۲.....۱۳۴۵
نگهداشت پرکلرواتیلن در خاک با بافت رسی ۷۹۱۹۲.....۱۳۵۰
بررسی کیفیت خاک باغات سیب سمیرم به منظور مدیریت پایدار تولید محصول سالم ۷۹۲۰۹.....۱۳۵۴
تعیین سطح مناسب فسفر در خاک‌های مناطق توتون‌کاری استان‌های مازندران و گلستان برای توتون رقم K۳۲۶ در شرایط گلدانی ۷۹۴۵۱.....۱۳۵۷
اثرات تنش رطوبتی بر مقدار نیتروژن مصرفی گندم در سیستم کشت بی خاکورزی ۷۹۸۸۰.....۱۳۶۲
حذف سرب از محلولهای آبی توسط بقایای گندم، ذرت و آفتابگردان ۷۹۹۹۵.....۱۳۶۸
ارزیابی کاربرد تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی و تعداد برداشت بر عملکرد سرشاخه و اسانس گیاه آویشن دنایی (Thymus daenensis Celak.) ۸۰۰۳۶.....۱۳۷۱
تاثیر خاکپوش پومیس و کم‌آبیاری بر روی عملکرد ذرت ۸۰۳۰۲.....۱۳۷۶
مطالعه تاثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه چهار گونه مریم گلی (Salvia sp.) ۸۰۵۵۶.....۱۳۸۱
بررسی اثرگوگرد و ماده آلی بر میزان آهن خاک و دانه گندم ۸۰۸۴۵.....۱۳۸۶
فرم هوموس، شاخصی از حاصل‌خیزی خاک در اکوسیستم‌های جنگلی (مطالعه موردی: جنگل آموزشی- پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس)۸۰۹۲۴.....۱۳۸۹
بررسی اثرات بلند مدت مدیریت خاک و کودهای شیمیایی بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های منطقه ارومیه ۸۱۱۷۱..... ۱۳۹۵
تاثیر پراکنش مکانی عناصر غذایی کم‌مصرف خاک بر عملکرد کمّی و کیفی گندم ۸۱۴۶۲.....۱۳۹۹

تاثیر محلول های غذایی مختلف بر پارامترهای رشدی گیاه لادن(ropalum majus LT.)۸۱۵۳۳.....۱۴۰۵
بررسی رژیم آبیاری و تاریخ کاشت مناسب پنبه در استان مازندران ۸۱۸۴۸.....۱۴۱۱
بررسی پالایش فلزات سنگین کادمیوم و سرب از پساب های شهری و صنعتی با گیاه آبزی Potamogeton berchtoldii۸۲۱۷۹....
۱۴۱۴
بررسی شاخص هیسترسیس فسفر در خاک برخی از باغات انگور شهرستان ملایر، استان همدان ۸۲۱۹۱.....۱۴۱۸
بررسی توزیع مکانی کربن آلی خاک در منطقه بختیاردشت اصفهان ۸۲۶۴۴.....۱۴۲۳
تأثیر تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی و زراعت رهاشده بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در پارک جنگلی چغاسبز
ایلام ۸۲۶۸۸.....۱۴۲۸
ارزیابی خطر سرب و کادمیوم بر سلامت انسان در اطراف معدن ایرانکوه اصفهان ۸۲۸۲۰.....۱۴۳۲
تاثیر کود سوپرفسفات و ورمي‌کمپوست بر جزءبندی فسفر در یک نوع خاک آهکی ۸۳۰۸۴.....۱۴۳۷
آنالیز رشد نخل روغنی در روش‌های مختلف کوددهی ۸۳۱۶۹.....۱۴۴۱
تأثیر نانو کود کلاته آهن بر عملکرد دو رقم کاهو در کشت هیدروپونیک ۸۳۳۵۳.....۱۴۴۶
اثر آبیاری یک در میان متناوب جویچه ای بر روی ذرت در اصفهان ۸۳۹۵۱.....۱۴۵۰
مقایسه روشهای مختلف عصارهگیری آهن فعال برگ کاهو در کشت هیدروپونیک ۸۴۴۳۳.....۱۴۵۳
تاثیر سطوح مختلف اسیداگزالیک بر رهاسازی روی در تعدادی از خاک‌های آهکی استان کرمان ۸۴۵۳۱.....۱۴۵۸
تاثیر منگنز و سالیسیلیک اسید بر برخی از پارامترهای فیزیومورفولوژی پسته تحت تنش شوری ۸۴۸۲۹.....۱۴۶۳
اثر پوست پرتقال و زمان بر جذب سطحی کادمیوم در برخی از خاک‌های استان کرمان ۸۵۰۲۰.....۱۴۶۸
تاثیر براده آهن و رس‌های زئولیت و بنتونیت بر دسترسی زیستی سرب در خاک‌های آلوده ۸۵۰۹۵.....۱۴۷۲
سینتیک رهاسازی پتاسیم از خاک‌های باغ انگور شهرستان ملایر ۸۵۱۴۵.....۱۴۷۶
اثر مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک بر بهبود برخی ویژگی‌های رشد گیاه آفتابگردان (Helianthus annuus) در شرایط تنش
خشکی در شهرستان خوی ۸۵۳۳۳.....۱۴۸۱
اثرات سمیت بورون بر رشد و پارامترهای بیوشیمیایی دانه رست های بزرک در شرایط کشت هیدروپونیک ۸۵۸۷۴.....۱۴۸۶
وضعیت پتاسیم و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک باغ‌های زیتون در استان فارس ۸۶۱۱۳.....۱۴۹۱
تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر تغییرات هدایت الکتریکی زه‌آب و خاک در اثر عبور پساب غنی شده با سرب و کادمیم از
ستون‌های خاک ۸۶۱۲۴.....۱۴۹۶
مقایسه عصاره‌پذیری عناصر کادمیم و مس از خاک توسط EDTA و DTPA۸۶۳۷۵.....۱۵۰۰
تأثیر تغذیه برگی آمینوکلاتهای روی بر رشد و عملکرد دو رقم لوبیا چیتی ۸۶۴۰۸.....۱۵۰۴
اثر اختلاط آب و پساب و بافت خاک بر شوری و حاصلخیزی خاک ۸۶۶۷۶.....۱۵۰۸
شاخص خطر پذیری روی و مس در اثر مصرف محصولات کشاورزی اطراف معدن ایرانکوه اصفهان ۸۷۱۷۲.....۱۵۱۲
بررسی سرعت رشد و غلظت عناصر غذایی شاخساره سیب‌زمینی در سطوح مختلف روی، فسفر و رطوبت خاک ۸۷۳۷۷....۱۵۱۷
اثرات برهم کنش نیتروژن و اسید آلی(هیومیکس) بر عملکرد و پارامترهای رشد گندم دوروم ۸۷۵۷۴.....۱۵۲۱
تاثیر کاربرد بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات رشدی گیاه ذرت در ستون خاک آلوده به سرب ۸۷۷۷۳.....۱۵۲۶
اثر ماده آلی و آهک بر آزادسازی پتاسیم از فلوگوپیت در ریزوسفر یونجه ۸۸۱۹۱.....۱۵۳۱
تأثیر مصرف توأم نی‌کل و آهن بر شد ذرت در یک خاک آهکی ۸۸۵۵۶.....۱۵۳۵
اثر تفاله پسته و بیوچار تولید شده از آن در دماهای مختلف بر پ هاش خاک ۸۸۸۰۱.....۱۵۴۰
بررسی کارایی بیوچار درخت سیب و انگور در حذف کادمیوم از محلول آبی ۸۸۸۲۶.....۱۵۴۴
بررسی میزان افزایش فلزات سنگین خاک تحت تاثیر آلودگی‌های هوابردی ۸۸۸۵۷.....۱۵۴۹
تاثیر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات مورفولوژیک ارقام مختلف گندم ۸۹۰۱۳.....۱۵۵۴
بررسی اثر غرقاب بر میزان سولفات قابل دسترس در خاک‌ها ۸۹۳۱۶.....۱۵۵۸
تاثیر براده آهن و سولفات آهن بر دسترسی زیستی آرسنیک در خاک های آلوده اطراف معدن زرشوران ۸۹۵۳۳.....۱۵۶۱

تاثیر کشت نهال‌های پسته بر شکل‌های شیمیایی پتاسیم در برخی از خاک‌های آهکی رفسنجان ۸۹۹۵۵..... ۱۵۶۴
مطالعه ارتباط کادمیم خاک، برگ، پوست نرم و میوه پسته در باغ‌های دارای غلظت فسفر قابل جذب بالا و شوري‌های متفاوت ۹۰۳۰۱..... ۱۵۶۷
مطالعه اثر آلودگی نفت سفید بر روی خاک مزرعه ۹۰۳۵۳..... ۱۵۷۳
بررسی تاثیر تناوب های زراعی بر باقیمانده نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاك ۹۰۴۶۲..... ۱۵۷۷
واکنش کمّی و کیفی میوه لیموترش (Citrus aurantifolia) به کاربرد عناصر ریزمغذی ۹۰۷۸۲..... ۱۵۸۰
تأثیر کود شیمیایی و لجن فاضلاب بر جزءبندی فسفر در دو خاك آهکی ۹۰۸۸۱..... ۱۵۸۵
مقایسه برخی از شاخص های کیفیت خاک در مدیریت های مختلف کشت نیشکر در منطقه هفت تپه، استان خوزستان ۹۱۵۲۱.. ۱۵۹۱
اثر کاربرد نانوکود بیولوژیک در کاهش اثر سوء تنش آبی بر عملکرد و درجه سبزینگی اسفناج در یک خاک آهکی ۹۱۵۸۴...۱۵۹۶
اثر بقایای گندم یا یونجه بر کاهش اثر سوء کادمیم بر جذب عناصر پرمصرف در ذرت ۹۱۹۸۱..... ۱۶۰۰
بررسی جذب کادمیوم از محلول‌های آبی توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده ۹۲۰۶۲..... ۱۶۰۵
بررسی اثر کود شیمیایی و ورمی کمپوست بر برخی خصوصیات رشدی گیاه عدس در شرایط دیم ۹۲۲۳۲..... ۱۶۱۰
تأثیر گیاه پوششی جو و ماشک بر میزان ماده آلی خاک و عملکرد سیب‌زمینی تحت سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی ۹۲۴۷۳..... ۱۶۱۴
اثر مصرف تلفیقی لجن فاضلاب و فسفر بر بهبود برخی ویژگی‌های رشد گیاه آفتابگردان (annuus Helianthus) در شرایط کمبود آب ۹۳۱۳۷..... ۱۶۱۹
مطالعه سینتیک رهاسازی فسفر برخی از خاک باغات انگور شهرستان ملایر ۹۳۸۳۷..... ۱۶۲۴
اثر بیوچار حاصل از کود مرغی بر زیست فراهمی عناصر غذایی در یک خاک آهکی ۹۴۱۱۸..... ۱۶۲۸
واجذبی پتاسیم غیرتبادلی در خاکهای استان فارس و انتخاب بهترین معادله سنتیکی تحت تاثیر اسیدهای آلی ۹۴۳۸۹....۱۶۳۳
بررسی اثر محلولپاشی ترکیبات آمینوکلات کلسیم و نیترات کلسیم در دوره قبل از برداشت، بر انبارمانی میوه پرتقال والنسیا ۹۴۵۷۲..... ۱۶۳۷
بررسی اثر کاربری‌های مختلف بر خصوصیات شیمیایی خاک بخشی از منطقه جیرفت ۹۴۷۵۴..... ۱۶۴۱
بررسی وضعیت اراضی آبی استان زنجان از لحاظ میزان عناصر کم مصرف ۹۴۹۰۶..... ۱۶۴۵
سرعت رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی با استفاده از محلول کلرید کلسیم در برخی خاک‌های استان کهگیلویه‌و بویراحمد ۹۵۱۳۲.... ۱۶۵۰
اثر تنش خشکی بر غلظت عناصر غذایی در ارقام و ژنوتیپ های مختلف مرکبات جنوب کرمان در مرحله جوانه زنی ۹۵۳۲۶ ۱۶۵۵
نقش اسید های آلی با وزن مولکولی کم در استخراج رادیوم-۲۲۶ از خاک ۹۵۶۹۷..... ۱۶۶۰
اثرات پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی آن بر خاک و گیاه ۹۶۰۷۴..... ۱۶۶۳
اثر باکتری محرک رشد گیاه و تنش خشکی بر شکل‌های شیمیایی کادمیم در خاک پس از برداشت ذرت ۹۶۸۷۲..... ۱۶۶۸
بررسی امکان استفاده از پساب و لجن صنعتی در فضای سبز ۹۶۹۱۳..... ۱۶۷۲
وضعیت نیترات در مناطق عمده کشت سیب زمینی استان چهارمحال و بختیاری ۹۷۲۲۰..... ۱۶۷۶
مطالعه آلودگی فلزات سنگین مس و کادمیوم در اطراف کارخانه زغال‌شویی زرند با استفاده از شاخص زمین انباشتگی ۹۷۳۵۹... ۱۶۸۰
بررسی آلودگی به فلزات سنگین در خاک و میوه‌های تولیدی (سیب و زردالو) منطقه ماهنشان ۹۷۸۰۹..... ۱۶۸۴
بهینهسازی مصرف پتاسیم برای ارقام مختلف پنبه ۹۷۹۶۳..... ۱۶۸۸
بررسی همدمای جذب سطحی کروم در یک خاک آهکی، متاثر از بهسازهای تثبیت کننده مختلف ۹۸۲۱۱..... ۱۶۹۳
تعین توزیع و پراکنش عناصر سرب و روی در خاک‌های اطراف معدن باما ۹۸۳۵۱..... ۱۶۹۸
تقلیل اثرات تنش رطوبتی بر رشد گیاه ذرت و جذب عنصر پتاسیم با مصرف اسید هومیک ۹۸۴۰۰..... ۱۷۰۱
بررسی تاثیرگوگرد و فسفر برعملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم ۹۸۶۴۸..... ۱۷۰۶

تاثیر قارچ اندوفیت Piriformospora indicaو ریشه گیاه ذرت (Zea Mays L.) بر حذف هیدروکربن‌های نفتی از خاک ۹۹۰۳۸. . ۱۷۱۰
تاثیر زغال زیستی پوسته شلتوک برنج بر آبشویی نیترات در یک خاک رسی ۹۹۳۴۱.....۱۷۱۵
بررسی تاثیر مدیریت کود نیتروژن و روش خاک‌ورزی بر عملکرد گندم ۹۹۴۰۴.....۱۷۲۰
تاثیر بقایای آلی بر قابلیت استفاده پتاسیم در دو خاک رسی تحت شرایط رطوبتی متفاوت ۹۹۴۳۶.....۱۷۲۲
تخمین میزان تولید خالص بیوماس (Bn) و پتانسیل تولید(Y) برای محصول ذرت در دشت کوهدشت لرستان ۹۹۴۳۹.....۱۷۲۶
اثر کاربرد بیوچار تهیه شده از کود گاوی و تنش رطوبتی بر غلظت نیتروژن در اندام هوایی لوبیا و خاک پس از برداشت آن ۹۹۵۳۵. ۱۷۲۹
مقایسه روش‌های میانیابی جهت تهیه نقشه پراکنش مکانی پتاسیم و فسفر خاک(مطالعه موردی: منطقه لنجانات اصفهان) .....۹۹۹۱۱.....۱۷۳۳
تأثیر روی و شوری بر رشد و ترکیب شیمیایی کلزا.....۱۷۳۸

سخن دبیر

سپاس بی‌کران خداوندی را سزاست که نعمت خویش را بر خلایق تمام کرد و همگی ما را مفتخر بـه خـدمت خلـق خـود سـاخت و نیـز توفیـق برگزاری چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران را در دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان نصیبمان ساخت.

خاک در تولید غذا، پوشاک، چوب، مواد اولیه صنعت و انرژی، ذخیره و تصفیه آب، فعالیت‌های عمرانی و شهرسازی، دفـن پسـماندها و پسـاب‌ها، ذخیره کربن اتسمفر و کاهش گازهای گلخانه‌ای، حمایت و حفاظت از تنوع زیستی و ... مورد استفاده قـرار می‌گیـرد و خـدمات گسـترده‌ای را در سلامت انسان و زیست‌بوم و حفاظت محیط زیست ارائه می‌نماید. به‌علت اهمیت و نقش سرنوشت‌سـاز منـابع خـاک و جلـوگیری از هـدررفت و نابودی آن، سازمان ملل متحد سال ۲۰۱۵ میلادی را به‌عنوان "سال جهانی خاک" نام‌گذاری نموده است. هم‌چنین، هر سال روز پنجم دسـامبر (۱۵ آذر) به‌عنوان "روز جهانی خاک" معرفی گردیده است. در چنین شرایطی، افراد آگاه و صاحبان دانش باید وظایف خطیر خود را انجام داده و با تلاش بی‌وقفه، آگاه‌سازی مسئولین و اقشار مختلف را همت خود قرار دهند و دین خود را به جامعه ادا نمایند تا ضمن کاهش مشکلات مربوط به خاک‌های کشور، مردم بیش از این در معرض خطرات پیش رو قرار نگیرند.

به زعم اینجانب، اولویت‌های پیش روی ما که توجه به آنها می‌تواند زمینه‌ساز توفیقات بیشتر در سال‌های آتی باشد، عبارتند از:

۱-تعیین متولی جدی و تشکیلات اجرایی مناسب برای حفاظت و مدیریت کیفیت منابع خاک کشور

۲-تصویب و اجرای قانون جامع خاک کشور که متضمن جلوگیری از تبدیل و تخریب اراضی و جنگل‌ها و مراتع باشد

۳-عنایت به پژوهش‌های کاربردی و مشکلات ملی در این حیطه و نقش فناوری‌های نـوین و شـرکت‌های دانش‌بنیـان در رابطـه بـا مسائل مرتبط با علوم خاک

با توجه به این موارد و با در نظر گرفتن امکانات موجود در بخش مربوط به خاک کشور، افق پیش رو، افقی گشاده است و البته پر زحمت، کـه در رسیدن به آن، همت والای همگی دوستان را طلب می‌کند.

در چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران، بر اساس روال گذشته، داوری مقالات به گروهـی از صـاحب‌نظران، اسـتادان دانشـگاه‌ها و پژوهشـگران مؤسسات تحقیقاتی واگذار شد و در نهایت کمیته علمی کنگره از مجموع ۱۲۰۹ مقاله که به دبیرخانه کنگره واصل شده بود، ۶۴ مقاله را به‌صورت شفاهی و ۶۴۸ مقاله را به‌صورت پوستر پذیرش نمود که متن کامل مقالات پذیرفته‌شده در این مجلد در اختیار پژوهشگران و خواننـدگان محـترم قرار گرفته است.

امیدوارم شرکت‌کنندگان در این گردهمایی بزرگ با آخرین یافته‌های علمی کشور در زمینه علوم خاک آشنا شده و به بحث و تبادل نظر بـا سـایر پژوهشگران بپردازند. در پایان، ضمن آرزوی موفقیت برای این کنگره که حاصل زحمات دو سال اخیر خانواده بزرگ علوم خاک کشـور می‌باشـد، بر خود وظیفه می‌دانم مراتب سپاسگزاری خود را نسبت به تمامی عزیزان دست‌اندرکار برای برگـزاری کنگـره لبـراز دارم. از اسـتادان گران‌قـدر و دانشجویان و پژوهشگران جوان به سبب ارسال مقالات، از تمامی اعضای انجمن علوم خاک ایران به سبب حمایت واقعـی ایشـان از رشـد علـوم خاک کشور، از دانشگاه ولی عصر (عج) به پاس میزبانی این کنگره و زحمات فراوانشان در برگزاری آن تقدیر و تشکر می‌نمایم.

در نهایت صمیمانه‌ترین سپاس‌های خود را به دوستان و استادان بزرگوار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسـنجان، به‌ویـژه جناب آقایان دکتر عیسی اسفندیارپور بروجنی (دبیر اجرایی کنگره) و حسین شیرانی (دبیر علمی کنگره) که با هیچ چشم‌داشتی، خالصـانه وقـت و همت خود را صرف برگزاری هرچه بهتر این کنگره نمودند، تقدیم می‌دارم.

وحید مظفری

دبیر چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

بررسی جزءبندی شیمیایی پتاسیم در خاک‌های مناطق گردوکاری شهرستان تویسرکان

اروج حسن پور [۱]، زهرا کلاه چی [۲]، محبوبه ضرابی [۳]، اکرم فاطمی [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۲- ا ستادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۳- استادیار دانشگاه ملایر، ۴- استادیار دانشگاه رازی کرمانشاه

چکیده

این پژوهش با هدف، بررسی توزیع شکل‌های مختلف پتاسیم در خاک‌های مناطق گردوکاری شهرستان تویسرکان انجام گردید. بدین منظور، ۶ نمونه خاک سطحی (۳۰-۰ سانتی متری) و ۶ نمونه خاک زیرسطحی (۶۰-۳۰ سانتی متری) به طور تصادفی انتخاب و نمونه برداری شد. سپس شکل‌های مختلف پتاسیم (پتاسیم محلول، تبادلی، غیرتبادلی و کل) به ترتیب با آب مقطر، استات آمونیوم یک مولار، اسید نیتریک یک مولار جوشان و تیزاب سلطانی عصاره‌گیری و تعیین گردید. کانی شناسی خاک‌های مورد مطالعه نیز انجام گرفت، که ترتیب فراهمی کانی‌ها بصورت کوارتز> ایلیت> میکا > بیوتیت مشاهده گردید. میانگین مقادیر پتاسیم محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختاری در خاک‌های مورد مطالعه به ترتیب در خاک‌های سطحی ۶۰/۸۶، ۷۳/۳۲۷، ۶۶/۱۲۱۱ و ۸۴/۶۰۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در خاک‌های زیرسطحی ۸۲/۶۰، ۸۰/۳۰۴، ۹۱/۸۲۷ و ۸۳/۵۸۶۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. نتایج نشان داد که مقادیر شکل‌های مختلف پتاسیم در خاک‌های سطحی بیشتر از زیرسطحی بوده و همچنین مقدار پتاسیم ساختمانی در منطقه مورد مطالعه نسبت به جزءهای دیگر بیشتر می‌باشد.

واژه های کلیدی: جزءبندی شیمیایی پتاسیم، مناطق گردوکاری، تویسرکان، کانی شناسی.

مقدمه

پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای رشد گیاه است و اهمیت آن در کشاورزی به خوبی شده است (اسپارکز و هانگ، ۱۹۸۵). پتاسیم به طور متوسط ۶/۲ درصد از جرم پوسته زمین را تشکیل می‌دهد (شلدریک، ۱۹۸۵). بنابراین از نظرفراوانی عنصری هفتمین و به عنوان عنصر غذایی چهارمین عنصر شیمیایی در لیتوسفر می‌باشد (مک لین و واتسون، ۱۹۸۵). بطور کلی ذخایر پتاسیم در اغلب خاک‌ها بیشتر است اما تنها بخش اندکی از آن برای گیاهان قابل دسترس است. پتاسیم به طور معمول فراوان‌ترین عنصر غذایی پرنیاز در ۱۵ سانتی متری لایه سطحی خاك است که به جز وظایف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مهمی که در گیاه بر عهده دارد در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی جایگاه خاصی دارد. تقسیم بندی‌های مختلفی برای اجزای شیمیایی پتاسیم در خاک وجود دارد که مبنای این تقسیم بندی‌ها، قابل جذب بودن این اشکال برای گیاهان می‌باشد. بطور معمول پتاسیم خاک به چهار جزء پتاسیم محلول، پتاسیم قابل تبادل، پتاسیم غیرقابل تبادل و پتاسیم در ساختار کانی تقسیم بندی می‌نمایند (تیزدال و همکاران، ۲۰۰۲؛ حسین پور، ۲۰۰۵؛ دارونسون‌تایا و همکاران، ۲۰۱۲). تعادل موجود بین شکل‌های مختلف پتاسیم در خاك، باعث تداوم تأمین پتاسیم برای گیاهان می‌شود. پتاسیم محلول و تبادلی خیلی سریع با هم به تعادل می رسند، در حالی که تعادل بین پتاسیم تثبیت شده با پتاسیم تبادلی و محلول به کندی حاصل می‌شود (اسپارکز، ۱۹۸۷). عوامل مختلفی بر قابلیت استفاده پتاسیم تاثیر می‌گذارند از جمله این عوامل می‌توان به اندازه ذرات خاك، نوع کانی‌های تشکیل دهنده خاك، ظرفیت تبادل کاتیونی و ظرفیت بافری خاك، رطوبت، دمای خاك و پی‌اچ اشاره کرد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۰). علاوه بر این‌ها کوددهی و کشت عوامل مدیریتی مهمی هستند که تعادل پتاسیم در خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد (جیانگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ سیمونسون و همکاران، ۲۰۰۷).

پتاسیم محلول، پتاسیم موجود در محلول خاك است که به آسانی در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد و پتانسیل آبشویی بالایی دارد. پتاسیم در خاك به هر شکلی که باشد برای این که بتواند مورد استفاده گیاه قرار گیرد باید به شکل محلول درآید که اهمیت پتاسیم محلول در تغذیه گیاه را می‌رساند (حسین پور و همکاران، ۲۰۰۰). اما پتاسیم تبادلی توسط بارهای منفی کلوئیدهای آلی و معدنی نگهداری می‌شود (حسین پور و کلباسی، ۲۰۰۱). قسمت عمده پتاسیم قابل دسترس گیاه از پتاسیم تبادلی است، ولی گیاه تا حد معینی قادر به جذب پتاسیم تبادلی می‌باشد، چون اولا با کاهش مقدار پتاسیم تبادلی باقی مانده آن با قدرت بیشتری توسط کلوئیدها نگهداری می‌شود، ثانیاً کاهش غلظت پتاسیم تبادلی باعث فعال شدن مکانیزم آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی می‌گردد (مک لین و واتسون، ۱۹۸۵). شکل‌های تبادلی و محلول بخش کوچکی از پتاسیم کل خاك را تشکیل می‌دهند و بقیه این عنصر به صورت غیر قابل تبادل و ساختاری است. هرچند شکل غیرتبادلی پتاسیم به سرعت در دسترس گیاه قرار نمی‌گیرد اما در بیشتر موارد، به میزان متوسط تا ضعیف، برای گیاه قابل جذب است (سرینیواسارائو و همکاران، ۲۰۰۰). پتاسیم غیرتبادلی به ویژه هنگامی که سطح پتاسیم تبادلی خاك‌ها کم باشد، می‌تواند به عنوان مهمترین عامل در ارزیابی روند تخلیة پتاسیم باشد. بیشترین مقدار پتاسیم خاک به شکل ساختمانی بوده که در کانی‌های اولیه پتاسیم‌دار نظیر میکاها، فلدسپارها و سیلیکات‌های رسی شبه میکایی وجود

دارند. این کانی‌ها منشا اصلی تأمین پتاسیم و ذخیره این عنصر در خاک‌ها محسوب می‌شوند قابلیت در دسترس بودن این شکل از پتاسیم به عواملی مانند مقدار پتاسیم در سایر فازها و درجه هوادیدگی فلدسپارها و میکاهای حاوی پتاسیم بستگی دارد (تیزدال وهمکاران، ۲۰۰۳؛ ملکوتی و همایی، ۲۰۰۵).

کانی‌ها حدود بیش از ۵۰ درصد حجم خاک‌ها را تشکیل می‌دهند، که از نظر فیزیکی گیاه را حمایت می‌کنند و آب و هوای مورد نیاز برای رشد مطلوب گیاهان را فراهم می‌کنند. خاک‌ها دارای مقادیر متفاوتی از کانی‌های پتاسیم‌دار هستند که در ترکیب خود مقدار زیادی پتاسیم دارند. شناسایی کمی، کیفی و ترکیب ساختمانی این کانی‌ها اطلاعات ارزشمندی از وضعیت جذب، تثبیت و رهاسازی کاتیون‌ها را می‌دهد (ترابی و همکاران، ۲۰۰۱). پتاسیم به عنوان یکی از عناصر سازنده چند کانی شناخته شده است. این کانی‌ها پتاسیم را به شکل‌های محلول و تبادلی به وسیله هوادیدگی با سرعت‌های متفاوت آزاد می‌کنند (هانگ، ۱۹۹۷). بخش عمده پتاسیم خاک درون کانی‌ها به ویژه میکاها، فلدسپارها و فرآورده‌های حاصل از هوادیدگی آن‌ها واقع شده است. این پتاسیم ساختمانی در شرایط کمبود پتاسیم اهمیت ویژه ای دارد (موریتسوکا و همکاران، ۲۰۰۴).

اطلاع از جزءهای مختلف شیمیایی پتاسیم در خاک می‌تواند جهت بهبود اقتصادی تولید محصولات و مصرف کودهای پتاسیمی مورد استفاده قرارگیرد و مقدار کود مورد نیاز با توجه به نتایج آزمون خاک و مقدار پتاسیم آزاد شده توصیه گردد تا از هدر روی کودهای پتاسیمی وآلودگی محیط زیست جلوگیری شود. ارزیابی خاک‌ها از نظر عنصر غذایی پتاسیم و ارتباطی که بین اجزای شیمیایی مختلف آن وجود دارد، می‌تواند در شناسایی خصوصیات تغذیه‌ای خاک‌ها و بالا بردن اقتصادی عملکرد و توسعه درختان کمك شایانی نماید. این مطالعه با هدف بررسی تعیین شکل‌های مختلف پتاسیم مناطق گردوکاری شهرستان تویسرکان و ارتباط آن با خصوصیات شیمیایی خاک‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش ۶ نمونه خاک سطحی (۳۰-۰ سانتی متری) و ۶ نمونه خاک زیرسطحی (۶۰-۳۰ سانتی متری) به طور تصادفی از نقاط مختلف گردوکاری شده شهرستان تویسرکان انتخاب و نمونه برداری شد. و پس از انتقال به آزمایشگاه وهوا خشک شدن، جهت انجام آزمایش‌ها از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. بافت خاک با روش معمول هیدرومتر (بایکاس،۱۹۶۲)، پی اچ نمونه‌های خاک با عصاره ۱:۵ خاک به آب (توماس، ۱۹۹۶)، قابلیت هدایت الکتریکی با عصاره ۱:۵ خاک به آب (رودز، ۱۹۹۶)، ماده آلی با روش والکی-بلک (راول، ۱۹۹۴)، کربنات کلسیم معادل به وسیله روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم (NaOH) (سیمس،۱۹۹۶) و ظرفیت تبادلی کاتیونی ازمجموع کاتیون‌های تبادلی (EC) محاسبه گردید. کانی شناسی خاک‌ها نیز توسط دستگاه پرتو ایکس (XRD) مدل APD-۲۰۰۰ در زوایای ۲ بین ۴۰-۲ درجه انجام شد. سپس شکل‌های مختلف پتاسیم خاك اندازه‌گیری شد. پتاسیم محلول خاك توسط آب مقطر با نسبت ۱ به ۱۰ خاك به آب، پتاسیم تبادلی توسط عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک مولار در ۷ PH، با نسبت ۱ به ۱۰ خاك به استات آمونیوم، پتاسم غیر تبادلی به روش اسید نیتریک جوشان یک مولار تعیین گردید (وانگ و همکاران، ۲۰۱۰). عصاره‌گیری پتاسیم کل نیز با تیزاب سلطانی و با نسبت ۳ به ۱ اسید کلریدریک به اسید نیتریک غلیظ انجام شد (اسمولدرز و همکاران، ۱۹۹۹). سرانجام مقدار پتاسیم در عصاره‌های مختلف فوق با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

خاک‌های مورد مطالعه دارای مقادیر مختلفی از ش ن، سیلت و رس می‌باشد. دامنه تغییرات رس خاک‌ها از ۹۲/۲۵ تا ۹۲/۳۹ درصد، سیلت خاک‌ها از ۸۴/۱۹ تا ۸۴/۵۷ درصد و شن خاک‌ها از ۲۴/۱۰ تا ۲۴/۵۴ درصد می‌باشد. دامنه تغییرات پی اچ از ۵۴/۷ تا ۲۰/۸، دامنه تغییرات هدایت هیدرولیکی از ۰۵۵/۰ تا ۱۳۳/۰ دسی زیمنس بر متر، دامنه تغییرات مقدار ماده آلی از ۳۰/۰ تا ۲۹/۳ درصد، دامنه تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی از ۵۱/۱۷ تا ۹۶/۲۸ سانتی مول بار بر کیلوگرم و دامنه تغییرات کربنات کلسیم معادل از ۰/۷۷ تا ۰/۲۴۸ گرم بر کیلوگرم می باشد.

نتایج کانی شناسی در خاک‌های مطالعه شده، نشان می‌دهد که کانی‌های غالب در خاک‌های مورد مطالعه به ترتیب کانی‌های کوارتز، ایلیت، میکا و بیوتیت هستند. مقادیر شکل‌های مختلف پتاسیم خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

	شماره خاک	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیرتبادلی	پتاسیم ساختمانی
خاک سطحی	۱	۴۲/۶۱	۷۹/۱۶۹	۳۸/۱۵۹۴	۳۷/۶۲۵۰
	۲	۶۹/۹۴	۶۹/۴۰۸	۰۷/۱۳۹۷	۱۸/۵۲۱۰
	۳	۳۵/۵۲	۷۴/۲۸۹	۸۵/۱۳۰۸	۴۰/۵۷۹۳
	۴	۴۱/۶۰	۸۴/۳۰۱	۴۹/۱۳۸۸	۲۶/۳۹۸۱
	۵	۶۶/۱۶۰	۴۴/۴۳۳	۵۰/۷۳۲	۲۵/۸۱۰۲
	۶	۱۰/۹۰	۸۸/۳۶۲	۶۷/۸۴۸	۵۸/۷۲۴۳
خاک زیرسطحی	۱	۲۳/۳۷	۷۰/۳۲	۰۱/۱۰۸۲	۷۴/۵۷۷۲
	۲	۰۲/۸۰	۷۶/۴۷۳	۵۷/۸۹۷	۶۸/۶۲۰۴
	۳	۳۳/۴۹	۵۳/۵۱۴	۴۹/۸۸۷	۲۶/۵۹۶۷
	۴	۲۱/۳۵	۴۰/۲۶۴	۳۳/۳۷۱	۴۲/۳۰۱۸
	۵	۰۵/۷۸	۹۶/۲۵۳	۷۳/۹۱۹	۵۲/۷۱۷۲
	۶	۰۶/۸۵	۴۴/۳۰۷	۳۵/۸۰۹	۴۰/۷۰۳۵

مقدار پتاسیم محلول در خاک‌های سطحی از ۳۵/۵۲ تا ۶۶/۱۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۶۰/۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) تغییر می‌کند، و در خاک‌های زیر سطحی ۲۱/۳۵ تا ۰۶/۸۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۸۲/۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) می‌باشد. که نسبت به خاک‌های سطحی دارای تغییرات کمتری می‌باشد مقادیر زیاد پتاسیم محلول در خاک‌های سطحی می‌تواند به علت کاربرد کودهای پتاسیم‌دار و حیوانی در سطح، آزاد شدن پتاسیم از کانی‌های پتاسیم‌دار به محلول خاک و هوادیدگی بیشتر باشد. که این نتایج موافق نتایج امامی و همکاران (۱۳۹۳) می‌باشد.

شکل تبادلی پتاسیم دارای پیوند الکتروستا تیکی با سطوح کانی‌های رسی و مواد آلی می‌باشد. این شکل از پتاسیم به عنوان پتاسیم قابل استفاده گیاه در نظر گرفته می‌شود و دامنه تغییرات آن در خاک‌های سطحی از ۷۹/۱۶۹-۴۴/۴۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۷۳/۳۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و در خاک‌های زیرسطحی از ۷۰/۳۲-۵۳/۵۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۸۰/۳۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) است. میزان پتاسیم تبادلی در خاک‌های زیرسطحی نسبت به خاک‌های سطحی کاهش یافته است که با نتایج آزادی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد.

شکل تبادلی پتاسیم دارای پیوند الکتروستا تیکی با سطوح کانی‌های رسی و مواد آلی می‌باشد. این شکل از پتاسیم به عنوان پتاسیم قابل استفاده گیاه در نظر گرفته می‌شود و دامنه تغییرات آن در خاک‌های سطحی از ۷۹/۱۶۹-۴۴/۴۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۷۳/۳۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و در خاک‌های زیرسطحی از ۷۰/۳۲-۵۳/۵۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۸۰/۳۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) است. میزان پتاسیم تبادلی در خاک‌های زیرسطحی نسبت به خاک‌های سطحی کاهش یافته است که با نتایج آزادی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد.

مقدار پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک مجموع پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی را در برمی‌گیرد. پتاسیم غیرتبادلی از ۳۸/۱۵۹۴-۵۰/۷۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۶۶/۱۲۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در خاک‌های سطحی و از ۰۱/۱۰۸۲-۳۳/۳۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۹۱/۸۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در خاک‌های زیرسطحی متغییر می‌باشد. میانگین پتاسیم غیرتبادلی در خاک‌های سطحی و زیرسطحی نشان می‌دهد که خاک‌های مورد بررسی از نظر پتاسیم ذخیره در سطح به نسبت بالایی قرار دارند. سوراپانن و همکاران (۲۰۰۲) نیز بیان کردند خاک‌هایی که پتاسیم غیرتبادلی بیشتری داشتند دارای میکای بیشتری در بخش رس بودند. در واقع، قدرت تهیه پتاسیم خاک‌ها در ارتباط مستقیم با میکای موجود در بخش رس است. مقدار پتاسیم غیرتبادلی درخاک‌های سطحی به مقدار بیشتری نسبت به خاک‌های زیرسطحی افزایش می‌یابد. در واقع میکاها در خاک‌های سطحی دارای هوادیدگی بیشتری نسبت به خاک‌های زیرسطحی است. وجود میکاهای هوادیده در خاک‌های سطحی سبب آزادسازی بیشتر پتاسیم غیرتبادلی نسبت به خاک‌های زیرسطحی که دارای میکاهای غیرهوادیده هستند می‌شود (استفن و اسپارکز، ۱۹۹۷). به طورکلی پتاسیم غیرتبادل، در منطقه مورد مطالعه در سطح بالایی قرار دارند. به نظر می رسد افزایش کودهای پتاسیمی، دامی و مرغی منجر به افزایش پتاسیم قابل جذب و در نهایت پتاسیم غیرقابل تبادل شده است.

پتاسیم ساختمانی از تفاوت پتاسیم کل و پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک جوشان بدست می‌آید. و از ۲۵/۸۱۰۲-۲۶/۳۹۸۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۸۴/۶۰۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در خاک‌های سطحی و ۵۲/۷۱۷۲-۴۲/۳۰۱۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۸۳/۵۸۶۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در خاک‌های زیرسطحی متغییر می‌باشد. که درصد بالایی از پتاسیم کل را تشکیل می‌دهد.

منابع

امامی، م.، ابطحی، س.ع و شاکری، س. ۱۳۹۳. بررسی رابطه شکل‌های مختلف پتاسیم و کانی‌های رس خاک در فیزیوگرافی‌های مختلف منطقه اسکان عشایر نورآباد ممسنی، استان فارس. مجله‌ی مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد چهارم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۲۰۵ تا ۲۲۲.

آزادی، الف.، باقرنژاد، م و ابطحی، س.ع. ۱۳۹۲. بررسی وضعیت پتاسیم و ارتباط آن با کانی شناسی و ویژگی‌های خاک در خاک‌های منطقه کافتر استای فارس. مجله‌ی نشریه مدیریت خاک، سال دوم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۵۹ تا ۶۹.

Darunsontaya T., Suddhiprakarn A., Kheoruenromne I., Prakongkep N., and Gilkes R. ۲۰۱۲. The forms and availability to plants of soil potassium as related to mineralogy for upland Oxisols and Ultisols from Thailand. Geoderma, ۱۷۰ : ۱۱-۲۴.

Hosseinpour A., Kalbasi M. ۲۰۰۱. Potassium fixation and charge characteristics of clay in some soils of central and northern Iran. Water and Soil Science, ۵ : ۳, ۷۹-۹۳.

Hosseinpour A., Kalbasi M., and Khademi H. ۲۰۰۰. Kinetics of nonexchangeable K release in soil and soil components of Gilan province. Iranian Journal of Soil and Water Sciences. ۱۴ : ۲, ۹۹-۱۱۳.

Moritsuka N., Yanai J., and Kosaki T. ۲۰۰۴. Possible processes releasing non-exchangeable potassium from the rhizosphere of maize. Plant Soil. ۲۵۸ : ۲۶۱-۲۶۸.

Sheldrick W.F. ۱۹۸۵. World potassium reserves, P ۳-۲۹. In : Munson, R.D.(ed.), Potassium in agriculture, ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.

Sparks D.L. ۱۹۸۷. Potassium dynamics in soils. Advances in Soil Sciences. ۶ : ۱-۶.

Sparks D.L., and Huang P.M. ۱۹۸۵. Physical chemistry of soil potassium P. In : Potassium in agriculture of temperature region soils. Ed. R.E. Munson ۲۰۱-۲۷۶.

Srinivasarao C., Subba Rao A., and Rupa T.R. ۲۰۰۰. Plant mobilization of soil reserve potassium from fifteen smectitic soils in relation to soil test potassium and mineralogy. Soil Science Society of America Journal. ۱۶۵:۷. ۵۷۸-۵۸۶.

Steffens D., and Sparks D.L. ۱۹۹۷. Kinetics of nonexchangeable ammonium release from soils. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۱ : ۴۵۵-۴۶۲.

Tisdale S. L., Nelson W. L., Beaton J. D. and Havlin J. L. ۲۰۰۳. Soil Fertility and Fertilizers. ۵th ed., PHI, India.

Torabigolsefidi H., Karimianeghbal M., Givi J., and Khademi H. ۲۰۰۱. Study of clay minerals in the paddy lands of different physiographies of East Gilan spilled on the ground. J. Soil Water Sci. ۱۵ : ۱۲۲-۱۳۹.

Wang H.Y., Zhou J.M., Du C.W. and Chen X.Q. ۲۰۱۰. potassium Fractionation in soils as Affected by Monocalcium Phosphate, Ammonium Sulfate, and Potassium Chloride Application. Pedosphere. ۲۰ :۳۶۸-۳۷۷.

Abstract

The main purpose of this study was to investigate of different forms distribution of potassium in soils of walnut growing areas in Tuyserkan city. For this purpose, six sampels of surface soils (۳۰-۰ cm) and six sampels of subsurface soils (۶۰-۳۰ cm) were randomly selected and sampled. The different forms of potassium (water soluble, exchange, non-exchangeable and total K) respectively with distilled water, NH۴OAc ۱ mol $L^{-۱}$ at pH ۷.۰, HNO۳ ۱ mol $L^{-۱}$ boiled and aqua regia were extracted and determined. The mineralogy of soil also were studied, The availability of minerals are quartz> illite> Mica> Biotite were observed. Average values of soluble potassium, exchangeable, non-exchangeable and structural in surface soils were, respectively ۸۶.۶۰, ۳۲۷.۷۳, ۱۲۱۱.۶۶ and ۶۰۹۶.۸۴ mg $kg^{-۱}$ and in subsurface soils ۶۰.۸۲, ۳۰۴.۸۰, ۸۲۷.۹۱ and ۵۸۶۱.۸۳ mg $kg^{-۱}$. Results showed that in general, the amount of potassium in the soil surface was higher than subsurface and, amount of structural potassium in the study area was higher than other fractions.

اندازه‌گیری و مقایسه پارامترهای بیوشیمیایی و شیمیایی بقایای گیاهی مختلف

جواد عبدالهی قره‌کند [۱]، ابراهیم سپهر [۲]، ولی فیضی اصل [۳]
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه ارومیه، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ارومیه، ۳- استادیار موسسه تحقیقات کشاورزی دیم

چکیده

به منظور تعیین پارامترهای بیوشیمیایی بقایای گیاهی مختلف و همچنین مقایسه دو روش متفاوت برای اندازه‌گیری سلولز و لیگنین، ۵ نوع بقایای گیاهی شامل گندم، ذرت، آفتابگردان، ماشک و شبدر انتخاب شدند. نتایج نشان داد که اختلاف بین نمونه‌های گیاهی از لحاظ سلولز استخراج شده به وسیله اسید سولفوریک و پرمنگنات پتاسیم، همی‌سلولز، خاکستر، نیتروژن کل، نسبت C/N و مقدار ترکیبات محلول در آب از لحاظ آماری معنی‌دار بود. لیگنین اندازه‌گیری شده با روش پرمنگنات پتاسیم برای تمامی بقایا بیشتر از روش اسید سولفوریک بود. بقایای آفتابگردان بیشترین مقدار سلولز، لیگنین و خاکستر را داشت. شبدر بالاترین میزان همی‌سلولز و ماشک بیشترین محتوی سلولی (Cell Content) و نیتروژن کل را دارا بود. کربن بقایا اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ولی درصد نیتروژن کل بقایا بسیار متفاوت از یکدیگر بود، لذا می‌توان استنباط نمود که اختلافی که بین نسبت C/N بقایای گیاهان مورد مطالعه وجود دارد، بیشتر ناشی از اختلاف نیتروژن آنهاست.

واژه های کلیدی: بیوشیمیایی، بقایای گیاهی، لیگنین، سلولز، C/N

مقدمه

یکی از مهمترین محدودیت‌های خاک‌های مناطق خشك و نیمه‌خشك جهان پایین بودن مقدار ماده آلی آنها است (Raiesi, ۲۰۰۶). در بیش از ۶۰ درصد از زمین‌های کشاورزی کشور مقدار ماده آلی اغلب کمتر از یك درصد است (کلباسی، ۱۳۷۵). مدیریت درست بقایای گیاهی در این مناطق باعث افزایش کربن آلی خاک و افزایش پایداری خاکدانه‌ها، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و زیست‌فراهمی عناصر غذایی و کاهش وابستگی اکوسیستم‌های کشاورزی به منابع کودهای شیمیایی و سرانجام حفظ و افزایش پایداری اکوسیستم می‌گردد (Martens, ۲۰۰۰). تحقیقات نشان داده است که کیفیت و ترکیب شیمیایی بازمانده‌های گیاهی (لیگنین، سلولز، همی‌سلولز، ترکیبات محلول در آب، نسبت C/N و ....) تاثیر شگرفی در تجزیه بقایای گیاهی و زیست‌فراهمی عناصر غذایی خاک دارند (Palm et al, ۲۰۰۱; Raiesi, ۲۰۰۶). بقایای گیاهی با کیفیت مطلوب‌تر از لحاظ تجزیه‌ای (مقدار نیتروژن بالا، لیگنین پایین، مقادیر پایین سلولز، ترکیبات پلی فنلی، C/N و Lignin/N) اغلب سرعت تجزیه و معدنی شدن نیتروژن بالایی دارند (Raiesi, ۱۹۹۸). نتایج مطالعات (۱۹۹۸) Raiesi نشان می‌دهد که تجزیه بقایای گیاهی بوسیله مقادیر نیتروژن، لیگنین و نسبت C/N بقایا کنترل می‌شود. نسبت لیگنین به نیتروژن (Lignin / N) در بقایای گیاهی نیز اغلب به عنوان یك فاکتور پیش‌بینی کننده خوب برای سرعت تجزیه بقایای گیاهی می‌باشد (Scott and Binkiey, ۱۹۹۷). شیمی بقایای گیاهی و لاشبرگ‌ها، شامل تغییرات نیتروژن (N)، فسفر (P)، سلولز (Cellulose)، همی‌سلولز (Hemicellulose)، لیگنین (Lignin)، نسبت لیگنین به نیتروژن (Lignin / N) و نسبت C/N نه تنها مقدار تجزیه بقایای گیاهی و لاشبرگ‌ها بلکه چرخه عناصر غذایی را هم تحت تأثیر قرار می‌دهند (Scott and Binkley, ۱۹۹۷). بنابراین برای بهره‌وری بیشتر از بقایای گیاهی در سیستم‌های زراعی و شناخت بیشتر فرایندهای تجزیه بقایای گیاهی و عوامل تاثیرگذار بر تجزیه این مواد و سرعت آزادسازی عناصر غذایی ضروری، تعیین ترکیب شمیایی بقایای گیاهی استرتژیک و مهم در هر منطقه ضروری است.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین ترکیب شمیایی و فرکشن‌های مختلف بقایای گیاهی و همچنین مقایسه دو روش متفاوت برای اندازه‌گیری سلولز و لیگنین، ۵ نوع پسماند گیاهی شامل کاه و کلش گندم (*Triticum aestivum* L.)، ساقه ذرت (*Zea mays L.*)، ساقه آفتابگردان (*Helianthus annuus*)، ماشک (*Vicia villosa*) و شبدر (*Trifolium repens*) در زمان برداشت این گیاهان از استان‌های آذربایجان شرقی و غربی تهیه شد. نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد خشک، سپس آسیاب و از الک ۱ میلیمتری عبور داده شدند. خاکستر (Ash) نمونه‌ها به روش سوزاندن در کوره، کربن آلی به روش اکسیداسیون مرطوب در مجاورت بی‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (Nelson and Summers, ۱۹۸۲) و نیتروژن کل پس از هضم به روش کجلدال (Bremner and Mulvaney, ۱۹۸۲) در دو تکرار اندازه‌گیری شد. مقدار ترکیبات قابل حل در آب (WSC) نمونه‌ها بوسیله تیمار با آب گرم (Harper and Lynch, ۱۹۸۱a) اندازه‌گیری شد. برای تعیین همی‌سلولز، سلولز و لیگنین از روش مرحله‌ای یا گام به گام استفاده شد (Goering and Van Soest, ۱۹۷۰). در این روش، در سه گام متوالی با افزودن دترجنت خنثی (ND) و اسیدی (AD) و سپس اسید سولفوریک ۷۲ درصد (یا پرمنگنات پتاسیم) به ترتیب مقادیر همی‌سلولز، سلولز و لیگنین به روش وزنی اندازه‌گیری شد. با استفاده از محلول دترجنت خنثی ترکیبات به آسانی قابل هضم

(Cell Content) حل شده و رسوب باقیمانده شامل ترکیبات اولیه دیواره سلولی گیاهی (سلولز، لیگنین و همی‌سلولز) تعیین گردید. در رسوب باقیمانده همی‌سلولز، به دو روش اسید سولفوریک ۷۲ درصد و پرمنگنات پتاسیم میزان سلولز و لیگنین اندازه‌گیری شد. از اسید سولفوریک ۷۲ درصد برای حذف سلولز به منظور جداسازی لیگنین و سپس از سوزاندن (Ignite) رسوبات باقیمانده در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد برای جداسازی خاکستر غیرقابل حل در اسید و لیگنین استفاده شد. در روش پرمنگنات پتاسیم بخش محلول در پرمنگنات پتاسیم اشباع به عنوان لیگنین و بخش غیرمحلول به عنوان سلولز و خاکستر نامحلول در نظر گرفته شد. در این تحقیق برای مقایسه میزان برآورد دو فرکشن (سلولز و لیگنین) در بقایای گیاهی مورد مطالعه، از هر دو روش استفاده شد. در نهایت مقدار فرکشن‌های گیاهی اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار GenStat۱۲ تجزیه واریانس و از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن میانگین‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین نمونه‌های گیاهی از لحاظ سلولز تعیین شده به وسیله اسید سولفوریک و پرمنگنات پتاسیم، همی‌سلولز، خاکستر (Ash)، نیتروژن کل (Total N) و نسبت C/N در سطح احتمال ۱ درصد و مقدار ترکیبات محلول در آب در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. مطابق این نتایج بیشترین تغییرات بین داده‌ها به ترتیب مربوط به لیگنین استخراج شده با اسید سولفوریک (۲/۲۷ درصد) و پرمنگنات پتاسیم (۹/۱۹ درصد) و کمترین تغییرات به ترتیب نیتروژن کل (۱/۴ درصد) و کربن کل (۷/۴ درصد) می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین مربعات و سطح معنی‌داری فرکشن‌های گیاهی در بقایای گیاهان مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		سلولز (H_2SO_4)	لیگنین (H_2S O_2)	سلولز ($KMnO_4$)	لیگنین ($KMnO_4$)	همی‌سلولز	خاکستر (Ash)
نوع بقایای گیاهی	۴	۲۱۲ **	۸/۹ ns	۲/۱۰۹ *	۴/۷ ns	۳/۱۸۹ **	۹/۲۷ **
خطا	۵	۷	۴/۵	۱/۲۷	۵	۱۶	۱
ضریب تغییرات (%)		۹/۸	۲/۲۷	۸/۱۷	۹/۱۹	۱۷	۶/۹

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		Cell Content	WSC	Total C	Total N	C/N
بقایای گیاهی	۴	۳۳۳ ns	۱۷۹ *	۱/۶ ns	۳۷/۲ **	۳/۱۰۲۸ **
خطا	۵	۱۷	۲/۲۱	۴	۰۳/۰	۴/۱۰
ضریب تغییرات (%)		۱۱	۸/۱۱	۷/۴	۱/۴	۵/۸

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

همچنین نتایج تجزیه واریانس برای دو روش اندازه‌گیری سلولز و لیگنین (اسید سولفوریک و پرمنگنات پتاسیم) نشان داد که اثر نوع بقایای گیاهی بر روی سلولز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. این در حالی است که مقدار لیگنین بقایا در روش‌های اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین اثر روش اندازه‌گیری سلولز و لیگنین تنها روی لیگنین در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. روش اندازه‌گیری تأثیر معنی‌داری روی سلولز اندازه‌گیری شده در بقایای گیاهی نداشت (جدول ۲). به تعبیر دیگر، اگرچه بقایای گیاهی در ظاهر دارای لیگنین‌های مشابهی بودند اما دو عصاره‌گیر اسید سولفوریک و پرمنگنات پتاسیم توانستند مقدار متفاوتی از لیگنین را از بقایا استخراج نمایند.

جدول ۲- میانگین مربعات و سطح معنی‌داری فرکشن‌های سلولز و لیگنین در تیمارهای مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		سلولز	لیگنین
بقایای گیاهی	۴	۳۱۱ **	۵/۱۶ ns
خطا	۵	۳/۲۰	۴/۴
روش اندازه‌گیری	۱	۷/۱ ns	۹/۳۶ *
بقایای گیاهی × روش اندازه‌گیری	۴	۲/۱۰ ns	۷/۰ ns
خطا	۵	۸/۱۳	۱/۶

ضریب تغییرات (درصد)	۵/۱۲	۸/۲۴

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

نتایج مقایسه میانگین فرکشن‌های اندازه‌گیری شده نشان داد که بیشترین مقدار سلولز بوسیله هر دو روش H_2SO_4 و $KMnO_4$ به ترتیب با مقادیر ۴۴ و ۵/۳۸ درصد مربوط به آفتابگردان بود که روش اسید سولفوریک ۵/۵ درصد سلولز بیشتری را نسبت به روش پرمنگنات پتاسیم استخراج نمود. کمترین مقدار سلولز مربوط به شبدر و ماشک بود. میزان سلولز آفتابگردان با روش H_2SO_4به ترتیب ۳/۲ و ۱/۲ برابر نسبت به سلولز شبدر و ماشک و با روش $KMnO_4$به ترتیب ۸/۱ و ۷/۱ برابر بیشتر بود (جدول ۵). لیگنین اندازه‌گیری شده برای تمامی بقایای مورد مطالعه بوسیله $KMnO_4$بیشتر از لیگنین برآورد شده بوسیله H_2SO_4 بود (جدول ۳). علت برآورد زیاد لیگنین توسط $KMnO_4$ به این دلیل است که ترکیبات فنولیک و سایر ترکیبات غیراشباع شده مانند تانن‌ها، رنگدانه‌ها یا بعضی از پروتئین‌ها به طور کامل در مرحله افزودن دترجنت اسیدی (ADF) حذف نشده و با $KMnO_4$ واکنش داده و به عنوان لیگنین محسوب می‌گردد (Van Soest and Wine, ۱۹۶۸). بقایای شبدر و گندم بیشترین میزان همی‌سلولز و آفتابگردان کمترین مقدار همی‌سلولز را داشتند. همی‌سلولز بقایای شبدر و گندم به ترتیب ۱/۳ و ۸/۲ برابر همی‌سلولز آفتابگردان بود. در بین بقایای مورد مطالعه، آفتابگردان بیشترین مقدار خاکستر و ذرت کمترین میزان خاکستر را دارا بود. بیشترین مقدار محتوی سلولی مربوط به ماشک و کمترین آن مربوط به کاه و کلش گندم بود. کربن بقایای مورد مطالعه تا حدودی مشابه هم می‌باشد و اختلاف معنی‌داری باهم یکدیگر ندارند ولی درصد نیتروژن کل بقایا بسیار متفاوت از یکدیگر هستند (جدول ۳). لذا می‌توان استنباط نمود، اختلافی که بین نسبت C/N بقایای گیاهی مورد مطالعه وجود دارد، ناشی از اختلاف نیتروژن در گیاهان مورد مطالعه می‌باشد و اختلاف درصد کربن در بقایای آنها نقش چندانی در تفاوت نسبت C/N ندارد.

جدول ۳ - مقایسه میانگین فرکشن‌های گیاهی در بقایای گیاهان مورد بررسی

بقایای گیاهی	سلولز (%) (H_2SO_4)	لیگنین (%) (H ,SO_4)	سلولز (%) ($KMnO_4$)	لیگنین (%) ($KMnO_4$)	همی‌سلولز (%)	خاکستر (%) (Ash)
شبدر	c ۱۹	a ۹/۷	b ۲۱	a ۱/۱۱	a ۳۴	b ۶/۹
ذرت	b ۳/۳۰	a ۲/۷	ab ۵/۳۱	a ۲/۱۰	ab ۲/۲۵	c ۵/۴
آفتابگردان	a ۴۴	a ۴/۱۲	a ۵/۳۸	a ۱/۱۴	c ۹/۱۰	a ۱/۱۴
ماشک	c ۲۱	a ۷	b ۵/۲۲	a ۹	bc ۵/۱۵	a ۱۳
گندم	b ۱/۳۵	a ۳/۸	ab ۳۳	a ۱۲	a ۱/۳۰	b ۲/۱۰
LSD۵%	۸/۶	۶	۴/۱۳	۸/۵	۴/۱۰	۵/۲

بقایای گیاهی	(%) Cell Content	(%) WSC	Total C (%)	(%) Total N	C/N
شبدر	ab۳۵	a ۴۰	a ۲/۴۳	a ۷/۲	c ۱۶
ذرت	b۴۴	a ۴۲	a ۵/۴۴	b ۷۵/۰	a ۶/۵۹
آفتابگردان	bc۲۶	bc ۲۵	a ۱/۴۰	b ۰۵/۱	b ۲/۳۸
ماشک	a۵۵	ab ۳۳	a ۱/۴۱	a ۹/۲	c ۳/۱۴
گندم	d۲۴	c ۲۰	a ۹/۴۲	b ۷/۰	a ۳/۶۱
LSD۵%	۷/۱۰	۴/۱۴	۱۲۱/۵	۴۷۴/۰	۳/۸

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلافات معنی‌داری در سطح احتمال ۵% به روش آزمون دانکن می‌باشند.

بین لیگنین و سلولز استخراج شده توسط H_2SO_4همبستگی مثبت و معنی‌دار (*۶۶/۰) وجود دارد. بین سلولز اندازه‌گیری شده توسط $KMnO_4$و H_2SO_4 نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری (**۸۷/۰) مشاهده شد. همبستگی بین محتوی سلولی و سلولز اندازه‌گیری شده با H_2SO_4 منفی (*۶۷/۰-) بود. بین نیتروژن کل و سلولز اندازه‌گیری شده توسط اسید سولفوریک (**۸۱/۰-) و پرمنگنات پتاسیم (**۷۷/۰-) رابطه منفی و معنی‌داری وجود داشت. در نهایت بین نیتروژن کل و نسبت C/N همبستگی منفی معنی‌دار (**۹۵/۰-)، اما با کربن آلی همبستگی معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). این نتایج نشان می‌دهد با اندازه‌گیری لیگنین از طریق اسید سولفوریک می‌توان سلولز و برعکس از طریق تعیین میزان سلولز، لیگنین را در بقایای گیاهان مورد بررسی پیش‌بینی نمود. چنین وضعیتی برای سلولز با دو روش اسید سولفوریک و پرمنگنات پتاسیم، سلولز استخراج شده توسط اسید سولفوریک و محتوی سلولی، سلولز استخراج شده با هر دو روش و نیتروژن کل وجود دارد. به تعبیر دیگر با تعیین سلولز می‌توان لیگنین، محتوی سلولی، نیتروژن کل بقایای گیاهی را نیز تعیین نمود. همچنین ضرایب همبستگی نشان داد، اختلاف بین نسبت C/N موجود در بقایای گیاهی (جدول ۳) ناشی از اختلاف نیتروژن کل آنها است نه میزان کربن موجود در آنها، زیرا که بین C/N و کربن آلی همبستگی معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴).

جدول ۴- ضرایب همبستگی پیرسون بین فرکشن‌های گیاهی اندازه‌گیری شده در گیاهان مورد بررسی

	سلولز (H_2SO_4)	لیگنین (H_2SO_4)	سلولز ($KMnO_4$)	لیگنین ($KMnO_4$)	همی‌سلولز	Ash	Cell Content	WSC	Total C	Total N	C/N
سلولز (H_2SO_4)	۱										
لیگنین (H_2SO_4)	*۰.۶۶	۱									
سلولز ($KMnO_4$)	**۰.۸۷	*۰.۶۹	۱								
لیگنین ($KMnO_4$)	۰.۵۲	۰.۴۶	۰.۲۸	۱							
همی سلولز	۰.۴۲-	۰.۵۲-	۰.۴۲-	۰.۱۹-	۱						
Ash	۰.۲۱	۰.۵۱	۰.۱۰	۰.۳۲	۰.۶۲-	۱					
Cell Content	*۰.۶۷-	۰.۵۹-	۰.۵۸-	۰.۵۶-	۰.۱۸-	۰.۱۵-	۱				
WSC	۰.۶۰-	۰.۲۹-	۰.۴۹-	۰.۳۱-	۰.۱۶	۰.۵۰-	۰.۵۸	۱			
Total C	۰.۳۵-	۰.۵۷-	۰.۱۹-	۰.۱۰-	۰.۶۳	۰.۷۵-	۰.۱۱	۰.۲۲	۱		
Total N	**۰.۸۱-	۰.۳۳-	**۰.۷۷-	۰.۳۹-	۰.۰۲	۰.۳۴	۰.۵۹	۰.۳۶	۰.۱۵-	۱	
C/N	۰.۶۱	۰.۰۶	۰.۶۱	۰.۲۵	۰.۱۷	۰.۵۱-	۰.۴۳-	۰.۲۹-	۰.۳۵	**۰.۹۵-	۱

منابع

کلباسی، م. ۱۳۷۵. وضعیت مواد آلی در خا کهای ایران و نقش کود کمپوست. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاك ایران تهران. صفحه ۷.

Bremner J.M. and Mulvaney C.S. ۱۹۸۲. Nitrogen-total. in: A.L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, Pp. ۵۹۵-۶۲۴.

Goering H.K. and Van Soest, P.J. ۱۹۷۰. Forage fiber analysis (Apparatus, reagent, procedures and some applications). Agric. Handbook, No. ۳۷۹, ARS-USDA, Washington, DC.

Harper S.H.T. and Lynch J.M. ۱۹۸۱a. The chemical components and decomposition of wheat straw leaves. internodes and nodes. Journal of the Science of Food and Agriculture, ۳۲: ۱۰۵۷-۱۰۶۲.

Martens D.A. ۲۰۰۰. Plant residue biochemistry regulates soil carbon cycling and carbon sequestration. Soil Biology and Biochemistry, ۳۲:۳۶۱-۳۶۹.

Nelson D.W. and Sommers, L.P. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon and organic matter. in: A.L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, Pp. ۵۳۹-۵۷۹.

Palm C.A., Gachengo C.N., Delve R.J., Cadisch G., and Giller K.E. ۲۰۰۱. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: application of an organic resource database. Agriculture, Ecosystems and Environment, ۸۳:۲۷-۴۲.

Raiesi F. ۱۹۹۸. Impacts of elevated atmospheric CO_2 on litter quality, litter decomposability and nitrogen turnover rate of two oak species in a Mediterranean forest ecosystem. Global Change Biol. ۴: ۶۶۷-۶۷۸.

Raiesi F. ۲۰۰۶. Carbon and N mineralization as affected by soil cultivation and crop residue in a calcareous wetland ecosystem in Central Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment, ۱۱۲: ۳-۲۰.

Rowland A.P. and Roberts J.D. ۱۹۹۴. Lignin and cellulose fractionation in decomposition studies using acid-detergent fibre methods. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۲۵: ۲۶۹-۲۷۷.

Scott N.A. and Binkly D. ۱۹۹۷. Foliage litter quality and annual net N mineralization: Comparision across North American forests. Oecologia. ۱۱۱: ۱۵۱-۱۵۹.

Van Soest P.J. and Wine R.H. ۱۹۶۸. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. Journal of the AOAC. Offic. Anal. Chem. ۵۱: ۷۸۰-۷۸۵.

Abstract

To determine the biochemical composition and fractions of plant residues and to compare two different methods for measuring cellulose and lignin, five plant residues consist of wheat, corn, sunflower, vetch and clover were selected. The results showed that the difference between the cellulose determined by H_2SO_4 and $KMnO_4$, hemicellulose, ash, total nitrogen, C/N ratio and the amount of water soluble compounds were significant. Lignin measured by $KMnO_4$ method in all plant residues was estimated higher than H_2SO_4 method. Sunflower residues had the highest amounts of cellulose, lignin and ash. Clover had the highest amount of hemicellulose and vetch had the highest level of total nitrogen and Cell Content. Carbon did not vary significant, but the percentage of total nitrogen very different from each other, it can be concluded that the difference between the C/N ratio in these plant residues, resulting from the difference of nitrogen.

بررسی تاثیر سیستم NFT با بستر زئولیت، بستر چیپس چوب، بستر خرده آجر،بر روی BOD،COD پساب

احمد یاوری ۱، پیام نجفی ۲، ویلما بایرام زاده ۳، عاطفه اژدری ۴
۱-دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، ۲-دانشیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، ۳- استادیارگروه صنایع چوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۴-کارشناسی ارشد پیدایش و رده بندی خاکدانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)

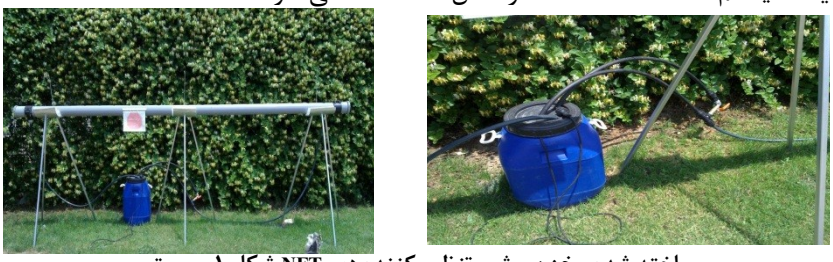
چکیده
تصفیه بیولوژیکی فاضلاب یکی از متداول ترین و مقرون به صرفه ترین روشهای تصفیه فاضلاب در دنیا است. در این تحقیق از سیستم Nutrient Film Technique برای رفع آلودگی پساب پوند ۸ پالایشگاه اصفهان استفاده شد. پنج تیمار پساب بدون گیاه و بستر، پساب با گیاه و بدون بستر، پساب با گیاه و بستر زئولیت و پساب با گیاه و بستر خرده چوب و پساب با گیاه و بستر خرده آجر در شرایط بی هوازی و هوازی در این سیستم مورد بررسی قرار گرفت. گیاه مورد استفاده برگ بو بود. در هر تیمار ۴۰ لیتر پساب به مدت ۷۲ ساعت در سیستم جریانیافت و در زمان های ۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از پساب در حال گردش نمونه برداری انجام شد تا پارامترهای مورد نظر مربوط به کیفیت پساب اندازه گیری شود.نتایج نشان داد که سیستم NFT با وجود سادگی و کم هزینه بودن می تواند در اصلاح کیفیت پساب صنعتی بخصوص در کاهش بارآلی موثر باشد و باعث کاهش BOD۵ تا ۴۳ درصد در تیمار پساب با گیاه و بستر خرده آجر در زمان ۷۲ ساعت, کاهش COD تا ۶۵ درصد در تیمار پساب با گیاه و بدون بستر در زمان ۷۲ ساعت شده است.

واژه‌گان کلیدی: پساب؛ Nutrient film technique؛ بستر.

مقدمه
پیشگیری از ایجاد فاضلاب امکان پذیر نیست و با توجه به رشد ۳/۱ درصدی جمعیت ایران، هر ساله حدود ۵۰ میلیون متر مکعب به حجم فاضلاب تولیدی اضافه می شود، بنابراین باید از روش هایی استفاده شود که ضمن جلوگیری از آلوده شدن آب ها، میزان انتشار آن در محیط زیست کاهش یابد. این روش ها شامل کاهش حجم فاضلاب، بازگرداندن، بازیافت و استفاده مجدد از فاضلاب می باشد (شایگان و افشاري، ۱۳۸۳). استفاده مجدد از فاضلاب های تصفیه شده به عنوان یک منبع ارزشمند آب برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی، آبیاری فضای سبز و بیابان زدایی و سایر مصارف غیر آشامیدنییکی از اهداف مهم تصفیه فاضلاب است. (میران زاده و محمودی، ۱۳۸۱).
روش های فیزیکی و شیمیایی بسیاری برای تصفیه فاضلاب وجود دارد اما روشهای بیولوژیکی بسیاری اوقات راهکارهای آسان، دایمی، ارزان، موثر و غیر آلاینده را برای پالایش و آلودگی زدایی فراهم می آورند (مسلمی و همکاران، ۱۳۸۴). روشهای بیولوژیکی علاوه بر اینکه کم هزینه و موثرتر می باشند، سازگاری بیشتری با محیط زیست دارند (طلایی و همکاران، ۱۳۸۸).سیستم NFT که اولین بار توسط کوپر (۱۹۷۶) پیشنهاد شد، یکی از روش های کشت بدون خاک است. در این روش ریشه های گیاه در مجاری باریک و طویل قرار می گیرند. ریشه هابه طور مستقیم در معرض محلول غذایی برای تامین آب، مواد غذایی و اکسیژن هستند. محلول غذایی بصورت کم عمق جریان دارد. ارتفاع محلول غذایی جاری شده در کانال معمولا نبایدبیش از چند میلی متر تا حداکثر یک سانتی متر باشد و قسمت عمده تارهای کشنده ریشه گیاهان، نباید در محلول غذایی غوطه ور شود. حرکت محلول غذایی بصورت مداوم بوده و بازیافت می شود. این محلول بوسیلهپمپ در سرتاسر کانال های کشت جریان مییابد. این کانال ها به گونه ای قرار می گیرد که داراییک شیب جزیی باشد تا به کمک نیروی ثقل امکان جریان پیدا کردن محلول غذایی در کانال ایجاد شود. برای ایجاد شیب از پایه های استفاده می شود که کانال ها روی آن قرار می گیرد. کانال ها تا حد امکان باید محصور باشد و فقط با ایجاد شکاف های در وسط آنها فضای مورد نیاز برای رشد گیاه فراهم شود. برای جلوگیری از تبخیر و تعرق و ممانعت از ورود نور، دور تا دور نهال های گیاهی پوشش یافته است. درون فضای کانال هوا وجود دارد اما به دلیل محصور بودن کانال و میزان رطوبت زیاد، ریشه های گیاه از رطوبت مورد نیاز برای رشد خود برخوردار هستند. این وضعیت باعث تامین مقادیر کافی اکسیژن در منطقه رشد ریشه ها می گردد.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش یک سیستم NFT ساخته شد که در شکل ۱ مشاهده می شود.



ساخته شده،مخزن و شیر تنظیم کننده دبیNFT شکل ۱ سیستم

این آزمایش شامل ۵ تیمار بود. تیمار اول پساب پوند ۸ بدون گیاه و بستر، تیمار دوم پساب پوند ۸ با گیاه و بدون بستر، تیمار سوم پساب پوند ۸ با گیاه و بستر زئولیت و تیمار چهارم پساب پوند ۸ با گیاه و بستر خرده چوب و تیمار پنجم پساب پوند ۸ با گیاه و بستر خرده آجر. در هر تیمار ۴۰ لیتر فاضلاب به مدت ۷۲ ساعت در سیستم جریان یافت و در زمان های صفر (پساب ورودی)، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از پساب در محل گردش در سیستم نمونه برداری انجام می شد. در تمام مراحل و تیمارها دبی جریان پساب ۵/۱ لیتر در دقیقه و سرعت جریان آن ۴۴ سانتیمتر در ثانیه تنظیم شده بود. پساب مورد نیاز برای انجام این آزمایش از پوند ۸ پالایشگاه اصفهان برداشته شد. گیاه برگ بو مورد نیاز نیز خریداری شد. درختچه های خریداری شده ۳ ساله بوده و ارتفاعی بین ۶۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر داشتند. زئولیت مورد استفاده در تیمار سوم مخلوطی از زئولیت میانه و سمنان بود.

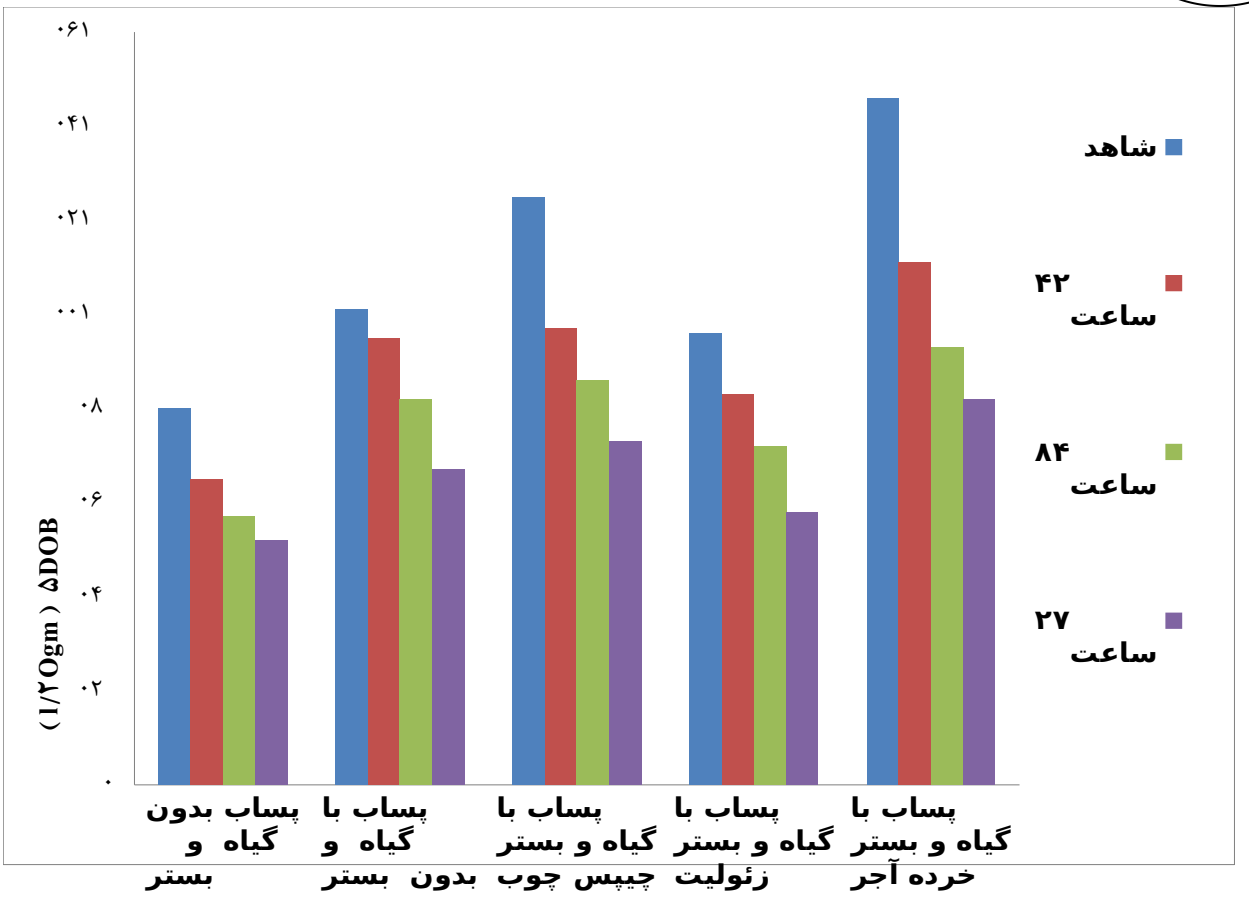
این آزمایش در دو مرحله هوازی و بی هوازی انجام شد:

در مرحله بی هوازی در طول تمام تیمارها محل ورود و خروج لوله های پلی اتیلن به داخل مخزن عایق بندی شده بودند تا از ورود و خروج هوا به داخل مخزن جلوگیری شود. ابتدا در تیمار اول ۴۰ لیتر پساب بدون حضور گیاه و بدون بستر در سیستم و در شرایط بی هوازی به مدت ۷۲ ساعت جریان یافت. از پساب ورودی و سپس در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از پساب در حال جریان نمونه برداری شد تا پارامترهای مورد نظر مربوط به کیفیت پساب اندازه گیری شده و تاثیر سیستم NFT بر روی اصلاح کیفیت پساب در شرایط بی هوازی و در زمان های ماند مختلف مشخص شود. به منظور ایجاد شرایط بی هوازی تمام سوراخ های ایجاد شده روی لوله که محل قرارگیری گیاه بودند مسدود شده بودند.پس از گذشت ۷۲ ساعت و آخرین نمونه برداری سیستم تخلیه و کاملا شستشو شد. در تیمار دوم مجددا ۴۰ لیتر پساب در مخزن ریخته و در حضور گیاه در سیستم جریان یافت. در این تیمار ۲۰ گیاه برگ بو در سوراخ های ایجاد شده در روی لوله قرار گرفت. ریشه های گیاهان قبل از قرار گرفتن در لوله ی کشت کاملا شستشو شدند. پساب به مدت ۷۲ ساعت در حضور گیاه در سیستم جریان یافت و در زمان های ۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از پساب نمونه برداری شد تا تاثیر گیاه در زمان های مختلف ماند در شرایط بی هوازی بر روی پارامتر های کیفی پساب مشخص شود. در تیمار سوم نیز پس از شستشوی سیستم، مجددا ۴۰ لیتر پساب همراه با ۲۰ عدد گیاه و زئولیت به عنوان بستر در شرایط بی هوازی به مدت ۷۲ ساعت در سیستم NFT جریان یافت. زئولیت در سرتاسر کف لوله کاشت قرار گرفت. نمونه برداری در زمان های ۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انجام شد و نمونه ها به منظور بررسی پارامترهای کیفی مورد نظر به آزمایشگاه ارسال شد. این تیمار به منظور بررسی تاثیر زئولیت به عنوان بستر بر اصلاح کیفیت پساب در زمان های ماند مختلف در شرایط بی هوازی انجام شد.

در تیمار چهارم و پنجم نیز ۴۰ لیتر پساب به مدت ۷۲ ساعت در حضور ۲۰ عدد گیاه و با بستر خرده چوب و خرده آجر جریان داشت. خرده چوب و خرده آجر استفاده شده در این تیمار ها نیز قبل از قرار گرفتن در سیستم شستشو داده شدند. و همانند زئولیت برای جلوگیری از حرکت آن در سیستم در درون توری پلاستیکی قرار گرفت. نمونه برداری از پساب ورودی و پساب در حال گردش در سیستم در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انجام و پارامترهای مورد نظر به منظور بررسی تاثیر خرده چوب و خرده آجر به عنوان بستر در سیستم NFT در زمان های ماند مختلف و در شرایط بی هوازی اندازه گیری شد.در مرحله هوازی تمامی تیمارها، نحوه و مراحل انجام آزمایش و نمونه برداری مشابه با مرحله ی بی هوازی بود با این تفاوت که به منظور تبادل گازی در طول انجام تمامی تیمارها محل ورود و خروج لوله های پلی اتیلن به مخزن عایق بندی نشده بود و امکان تبادل گازی درون مخزن با محیط اطراف وجود داشت.

نتایج و بحث

در تیمار پساب بدون گیاه و بستر، مقدار BOD_5در نمونه های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب با راندمان حذف ۱۸، ۲۸ و ۳۵ درصد کاهش می یابد. در تیمار پساب با گیاه و بدون بستر نیز مقدار BOD_5 با گذشت زمان کاهش می یابد و راندمان حذف در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۵، ۱۸ و ۳۳ درصد بوده است. در تیمار پساب با گیاه و بستر چیپس چوب نیز مقدار BOD_5 با گذشت زمان کاهش یافته و راندمان حذف در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۲۲، ۳۱ و ۴۱ درصد، بوده است. در تیمار پساب با گیاه و بستر زئولیت نیز مقدار BOD_5با گذشت زمان کاهش یافته و راندمان حذف در ۲۴ و ۴۸ و ۷۲ ساعت به ترتیب ۱۳،۲۵ و ۳۹ درصد بوده است. در تیمار پنجم و بستر خرده آجر نیز روند کاملا کاهشی است و در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۲۳، ۳۶ و ۴۳ درصد بوده است.



در طول ۷۲ ساعت در تیمارهای مختلف در شرایط هوازی BOD_5شکل ۲. تغییرات

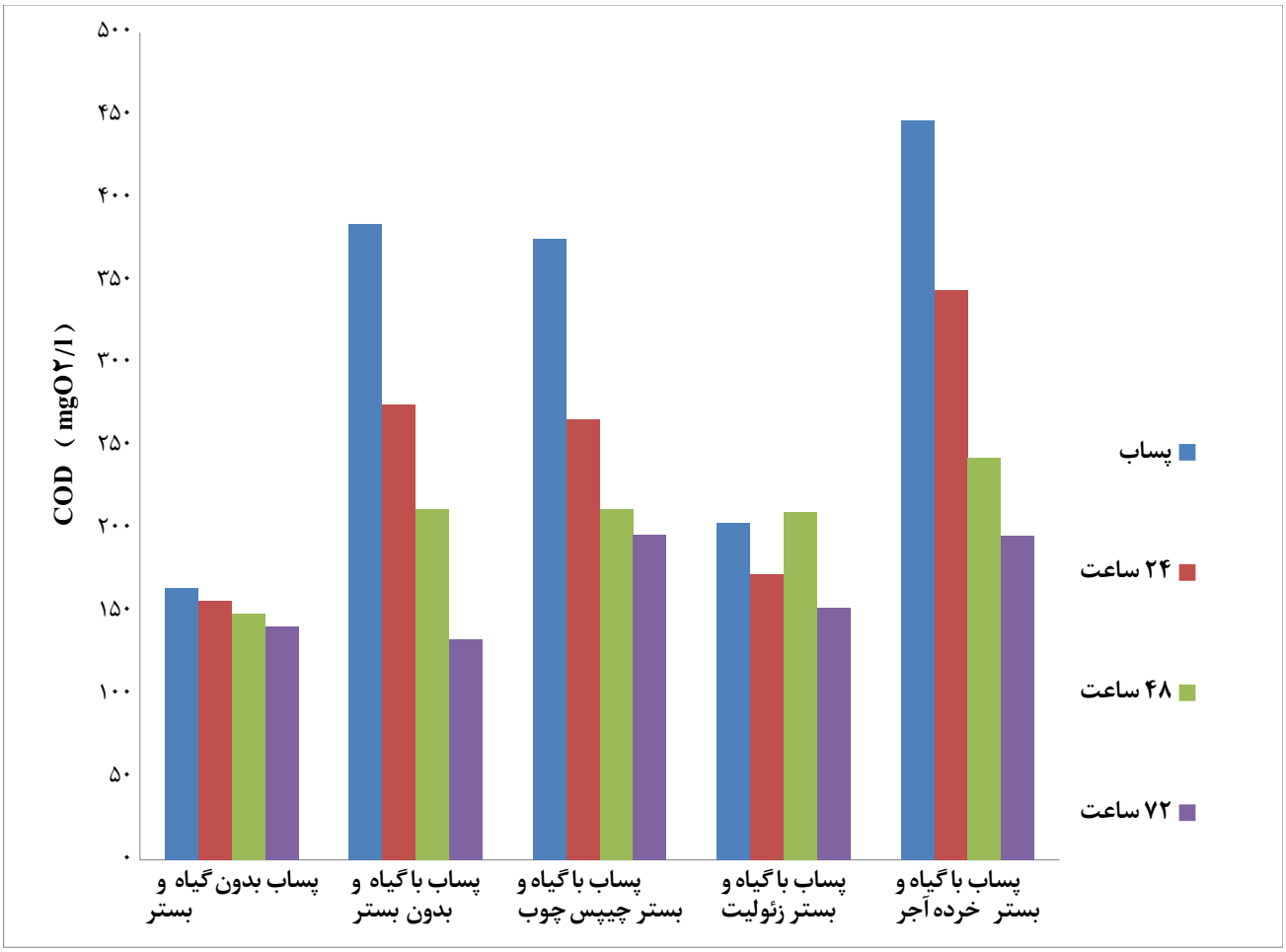
(%) در طول ۷۲ ساعت در شرایط هوازیBOD_5 جدول ۱. راندمان حذف

زمان نمونه برداری	راندمان حذف (درصد)				
	تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم	**تیمار پنجم**
۲۴ساعت	۱۸.۷۵	۵.۹۴	۲۲.۴۰	۱۳.۵۴	۲۳.۹۷
۴۸ساعت	۲۸.۷۵	۱۸.۸۱	۳۱.۲۰	۲۵.۰۰	۳۶.۳۰
۷۲ساعت	۳۵.۰۰	۳۳.۶۶	۴۱.۶۰	۳۹.۵۸	۴۳.۸۴

بنابراین همانطور که ملاحظه می شود، در تمام تیمارها بیشترین راندمان حذف پس از ۷۲ ساعت بدست آمده. همچنین تیمار پساب با گیاه و بستر خرده آجر بیشترین راندمان حذف BOD_5 را با ۴۳ درصد در بین تیمارها داشته است و بدترین عملکرد مربوط به تیمار پساب با گیاه می باشد.

بررسی تغییرات (COD)

همانطور که در شکل ۳ و جدول ۲ مشاهده می شود، در تیمار فاضلاب بدون گیاه و بستر مقدار COD با گذشت زمان کاهش می یابد. راندمان حذف در این تیمار در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۲۶، ۴۰ و ۵۸ درصد بوده است. بوده است. در تیمار فاضلاب با گیاه و بدون بستر نیز COD با گذشت زمان کاهش یافته است. راندمان حذف در این تیمار پس از گذشت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۱۹، ۳۸ و ۵۰ درصد بوده است. در تیمار فاضلاب با گیاه و بستر زئولیت نیز مقدار COD با گذشت زمان کاهش یافته و راندمان حذف در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۳۳، ۷۶ و ۷۸ درصد بوده است. در تیمار فاضلاب با گیاه و بستر خرده چوب مقدار CODدر ۲۴ ساعت افزایش یافته سپس در زمان های ۴۸ و ۷۲ ساعت کاهش یافته است ولی باز هم نسبت به شاهد بیشتر بوده، بنابراین حذف صورت نگرفته است.



در طول ۷۲ ساعت در تیمارهای مختلف در شرایط هوازی COD شکل ۳. تغییرات

جدول ۲.راندمان حذف CODدر طول ۷۲ ساعت در شرایط هوازی (%)

زمان نمونه برداری	راندمان حذف (درصد)				
	تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم	تیمار پنجم
۲۴ساعت	۴.۷۴	۲۸.۳۵	۲۹.۰۳	۱۵.۳۶	۲۳.۰۳
۴۸ساعت	۹.۴۸	۴۴.۸۸	۴۳.۵۶	۳.۱۹-	۴۵.۶۳
۷۲ساعت	۱۴.۲۸	۶۵.۳۲	۴۷.۶۴	۲۵.۳۷	۵۶.۱۴

همانطور که مشاهده می شود، تیمار پساب با گیاه پس از ۷۲ ساعت بیشترین راندمان حذف COD را در بین تیمارهای مختلف داشته است.

نتایج نشان داد که سیستم NFTبا وجود سادگی و کم هزینه بودن می تواند در اصلاح کیفیت پساب صنعتی بخصوص در کاهش بارآلی موثر باشد.

نتایج نشان می دهد استفاده از زئولیت و خرده چوب و خرده آجر به عنوان بستر در سیستم NFTمی تواند در اصلاح کیفیت پساب صنعتی موثر باشد به طوری که بیشترین کاهش هدایت الکتریکی و بیشترین راندمان حذف BOD۵ و بیشترین راندمان حذف ازت آمونیومی، بیشترین راندمان حذف ازت کل و بیشترین راندمان حذف فسفر کل در حضور بستر خرده آجر بدست آمده است. همچنین این دو در حذف جامدات معلق موفق بوده اند. بطور کلی سیستم NFT در حضور بستر خرده آجر در کاهش مواد مغذی عملکرد بهتری داشته است.

نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش زمان ماند پساب در سیستم NFT بر روی اصلاح کیفیت پساب تاثیر مثبت داشته و باعث افزایش راندمان حذف می شود به طوری که بیشترین راندمان حذف در BOD۵در زمان ۷۲ ساعت و CODدر زمان ۷۲ ساعت و ازت آمونیوم و ازت کل در زمان ۷۲ ساعت و فسفر در زمان ۴۸ ساعت و Oilدر زمان های ۴۸ و ۷۲ ساعت و آهن و مس در زمان ۷۲ ساعت به دست آمده است.بطور کلی سیستم NFT ساخته شده در حضور گیاه و بستر زئولیت و خرده آجر در شرایط تبادل گازی بهترین عملکرد را در اصلاح کیفیت داشته است.

منابع

شایگان ج، افشاری ع. ۱۳۸۳. بررسی وضعیت فاضلاب های شهری و صنعتی در ایران. مجله آب و فضلاب، ۴۹: ۶۹-۵۸.

میران زاده م ب، محمودی س. ۱۳۸۱. بررسی تعداد تخم نماتودها در فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب شهرک شوش تهران ۷۹-۱۳۷۸. مجله آب و فاضلاب، ۴۲: ۳۶-۳۲.

مسلمی م ر، وثوقی م، پاک ع. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر عوامل محیطی بر راندمان حذف بیولوژیکی آلاینده های نفتی از خاک و تعیین شرایط بهینه عملکردی. مجله آب و فاضلاب، ۵۵: ۲۳-۱۵.

طلایی ا ر، طلایی م ر، جعفرزاده حقیقی فر ن. ۱۳۸۸. بهینه سازی حذف بیولوژیکی فاضلاب های حاوی گازوییل شناور بر روی سطح آب به روش تاگوچی. مجله آب و فاضلاب، ۷۱: ۶۸-۵۷.

Cooper, A. ۱۹۷۶. Nutrient Film Technique of growing Crops. First published, London: Grower Books, pp ۳۳.

Abstract

The crisis of lack of water and lack of new available water sources beside the pollution of water in both surface and underground that cause by evacuation of urban wastewater is one of the major problems of most countries. Prevention of wastewater production is not possible. So, application of treat wastewater is one of the appropriate sources of using water. Although this method cause less pollution in water sources and reduce the spreading of wastewater into the environment. Wastewater biofiltration is one the major and usual methods in the world that seems more adaptability with environment. One the new method was Nutrient Film Technique. In present research, this method was used for treatment of pond۸ wastewater. five treatments included, wastewater without plant and bed, wastewater with plant and without bed, wastewater with plant and zeolite as a bed and wastewater with plant and fragments of wood in two condition namely, aerobic environments were used. In each treatment, ۴۰ Lit of

wastewater was recycling in system and sampling was done in different treatments of time namely ۰, ۲۴, ۴۸ and ۷۲ hours from recycling wastewater in the system to evaluate qualitative parameters of sewage.

بررسی مشکلات تغذیه برخی گلخانه‌های کشت فلفل دلمه در استان اصفهان

حسن عرب زادگان [۱]، علی اکبرزارع [۲]، امیرحسین خوشگفتارمنش [۳] و مهرداد رضایی فرد [۴]
۱- کارشناس ارشد آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان،
۳- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان،دانش آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

به منظور بررسی اثر میزان کمبود و بیشبود عناصر غذایی در محصول فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای، آزمایشی طراحی گردید که در آن تعداد ۵ نمونه خاک مرکب از گلخانه‌های منطقه تیران استان اصفهان تهیه و غلظت عناصر پر مصرف (نیتروژن، فسفر، پتاسیم) و کم مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت فسفر و پتاسیم خاک بیش از حد بحرانی تعیین شده برای آن‌ها است. میانگین مقدار آهن، روی، مس و منگنز در خاک با روش DTPAنشان از میزان بیشبود عناصر آهن، روی و مس بود. همچنین غلظت فسفر و پتاسیم در حد سمیت برای گیاه می باشد نتایج این تحقیق تاییدی بر مصرف نامتعادل کود در گلخانه‌های مورد مطالعه به عنوان نمونه‌ای از جامعه گلخانه‌داران می‌باشد. لذا استفاده از مصرف متعادل کودها می‌تواند سبب افزایش کیفیت محصول جهت استفاده مصرف کننده باشد.

کلمات کلیدی: مدیریت تغذیه، گلخانه، فلفل دلمه‌ای، توصیه کودی

مقدمه

مایر معتقد است که سلامتی از مزرعه می‌آید نه از داروخانه (Mayer,۲۰۰۸). رتبه سلامت ایران در بین ۱۹۲ کشور جهان ۱۲۳ گزارش گردیده (سخنرانی دکتر ملکوتی در مراسم چهره های ماندگار، ۱۳۸۷) که مهمترین دلیل این امر سوء تغذیه عنوان شده است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). یکی از مهمترین دلایل این امر عدم رعایت مصرف متعادل کودها می‌باشد که استمرار در مصرف نامتعادل کودها (کوددهی بدون توجه به آزمون خاک) سبب شده تا علاوه بر کاهش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی منجر به سوء تغذیه انسان نیز گردیده و بیماری‌های متعددی را در انسان ایجاد نماید (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷؛Malakouti, ۲۰۰۷).تغذیه صحیح گیاهان علاوه بر اینکه اثر قابل ملاحظه‌ای بر پیشگیری از مواجهه گیاه با عوامل بیماری‌زا و یا کاهش خسارات آفات و بیماری‌ها دارد (خوشگفتارمنش،۱۳۸۶) در افزایش سطح سلامت جامعه نیز مؤثر است (ملکوتی و همکاران،۱۳۸۷). یکی از عوامل افزایش تولید و بهبود کیفیت، رعایت اصول مصرف بهینه کودها و مصرف آنها مط ابق با نیاز گیاه و نتایج آزمون خاک و آب می‌باشد. به طوری که این دو عامل می‌توانند نقش بسیار مهمی در افزایش تولید داشته باشند. آزمون خاک روشی است که بر مبنای احتیاج گیاه مقدار دقیق نیاز کودی را محاسبه می‌کند. اما مقدار عناصر غذایی مورد نیاز گیاه براساس دو عامل مقدار جذب عناصر غذایی توسط محصول و پتانسیل خاك برای تامین به موقع مواد غذایی برای گیاه تعیین و محاسبه می‌شود. یکی از اصول اولیه تولید پایدار، ارتقاء کیفی خاک از بعد حاصلخیزی و بر گرداندن مجدد عناصر غذایی جذب شده توسط گیاهان به خاک می‌باشد (بای بوردی، ۱۳۸۵). به طور کلی، امروزه ارتباط بین غلظت عناصر غذایی با کیفیت محص ول به خوبی مش خص شده و در این زمینه تحقیقات زیادی صورت گرفته است. علاوه بر این، عناصر کم مصرف با وجود نیاز اندک گیاهان به آنها نقش اساسی در تغذیه، واکنش‌های آنزیمی، فرایندهای متابولیکی و مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌ها و شرایط نامساعد محیطی ایفا می‌کنند (Patilet al, ۲۰۰۸).

انتخاب میزان صحیح عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تحت تأثیر آگاهی از نیاز گیاه و نیز قدرت تأمین عنصر غذایی توسط خاک می‌باشد(ملکوتی، ۱۳۸۴). به طوریکه گاهی اوقات با وجود مقدار کافی از یک عنصر در خاک، باز هم گیاه علائم کمبود را بروز می‌دهد و این می تواند نشان دهندهٔ عدم مصرف علمی کود باشد (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۶). روش‌های عرف زارع (روش کوددهی سنتی) برای افزایش عملکرد غالباً با مصرف زیاد کودها همراه است، چنانچه این مقدار کود مصرفی جذب گیاه نشود علاوه بر آلودگی آب‌های زیرزمینی همچنین با شور ساختن خاک سبب از بین رفتن منابع نیز می‌شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به اینکه یکی از اهداف برنامه‌های توسعه‌کشور، افزایش تولیدات‌کشاورزی کشور تا حد ۱۲۰ میلیون‌تن در سال می‌باشد، لذا در مقطع فعلی با توجه به خشکسالی‌های پی‌درپی، آهکی بودن خاك‌های زراعی کشور و بی‌کربناته بودن آب‌های آبیاری، نظر کارشناسان براین است که دستیابی به هدف فوق از طریق مصرف بهینه کود و تغییر نگرش در تغذیه گیاهی امکان‌پذیر می‌باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). هدف اصلی تغذیه صحیح گیاه، دستیابی به محصولات سالم توأم با عملکرد بالا به همراه هزینه‌های

قابل توجیه اقتصادی با مقادیر بالای ترکیبات با ارزش(پروتئین، چربی، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی) می‌باشد، بدون آن‌که هیچ‌گونه اثر مخرب بر روی محیط زیست داشته باشد. عناصر غذایی به صورت ترکیبات گوناگون در طبیعت و در محیط زیست گیاهان (هوا و خاك) وجود دارند و گیاهان به وسیله ریشه‌ها و برگ‌های خود ترکیبات قابل جذب این عناصر را دریافت می‌کنند. گیاهان مانند کارخانه‌های بسیار مدرن با جذب عناصر غذایی از محیط و طی فرآیندهای بیوشیمیایی، آنها را به ترکیبات مختلف تبدیل می‌کنند که برای رشد و نمو و باردهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ترکیبات برای ساخت پروتئین، رشد رویشی و همچنین ساخت ترکیبات شیمیایی و هورمون‌ها به منظور اجرای فعالیت‌های متابولیسمی گیاهی و غیره استفاده می‌شوند. بنابراین چنانچه این عناصر به اندازهٔ مورد نیاز گیاهان در اختیار آنها نباشد اختلالاتی در این چرخهٔ طبیعی بوجود می‌آید. این اختلالات باعث کاهش رشد رویشی و متعاقب آن کاهش باردهی محصول می‌شود. از کودها به عنوان یک ابزار برای جلوگیری از این اختلالات و رسیدن به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شود. اما این کودها باید بتوانند علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی را نیز ارتقا داده ضمن آلوده نکردن محیط‌زیست به خصوص آب‌های زیرزمینی، تجمع آلاینده‌ها نظیر نیترات در اندام‌های مصرفی محصولات را به حداقل مقدار ممکن تنزل دهند (Marschner,۱۹۹۵). فلفل دلمه‌ای نوعی فلفل از خانواده سیب‌زمینیان که به رنگ‌های قرمز، زرد، سبز و نارنجی یافت می‌شود. از ویژگی‌های آن این است که به تندی دیگر گونه‌های فلفل نیست. به همین دلیل در انگلستان و ایرلند "فلفل شیرین" نیز نامیده می‌شود. این گیاه بومی مکزیک، آمریکای مرکزی و شمال آمریکای جنوبی است. دانه‌ی این گیاه در سال ۱۴۹۳ به اسپانیا حمل شد و از آنجا به سراسر اروپا، آسیا و آفریقا گسترش یافت. امروزه چین و پس از آن مکزیک و اندونزی بزرگترین تولیدکننده‌ی فلفل در جهان هستند. فلفل از سبزی‌های فصل گرم می‌باشد و نسبت به سرما و یخبندان و دماهای کمتر از ۱۵درجه سانتیگراد بسیار حساس است و دمای پایه برای رشد فلفل در حدود ۱۸ درجه سانتی‌گراد مناسب می‌باشد. نیاز آبی فلفل در حدود ۱۰۰۰ - ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد به طوری که رطوبت کم باعث ریزش گل و رطوبت زیاد باعث ریزش برگ می‌شود.فلفل را می‌توان در خاک‌های شنی سبک تا رسی سنگین کشت نمود. خاک مناسب برای کشت آن خاک‌های لوم یا لوم شنی است. فلفل به عنوان یک گیاه به نور طول روز نیازمند می‌باشد و معمولاً به فاصله دو ماه پس از کاشت گلدهی شروع می‌گردد و یک‌ماه پس از گل آغازی میوه بستن صورت می‌گیرد و همواره شدت نور کم باعث ریزش گل می‌شود. به طور کلی با افزایش شدت نور در زمان گلدهی اگر کمبود رطوبت وجود نداشته باشد عملکرد افزایش خواهد یافت.از مهمترین نیازهای غذایی فلفل دولمه می توان نیاز به کلسیم، بور، پتاسیم و عناصر کم مصرف را اشاره کرد. به طوری که کمبود کلسیم در این گیاه منجربه سیاه شدن انتهای میوه (پوسیدگی گلگاه) می‌شود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۵ واحد گلخانه فلفل دلمه‌ای در تاریخ ۱۵/۵/۱۳۹۲ در منطقه تیران اصفهان انتخاب شدند. سعی بر این بود که گلخانه‌های انتخاب شده از لحاظ ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک، مدیریت گلخانه متفاوت باشند. از طرف دیگر، تراکم گلخانه در مناطق انتخاب شده نیز به نسبت زیاد باشد. عمده کودهای مصرفی شامل: کود گوسفندی و کودهای شیمیایی NPK، نیترات کلسیم، نیترات پتاسیم، سولفات منیزیم و آهن بوده است. منبع تامین آب از آب چاه با EC =۲/۵ds/mمی‌باشد که با توجه به مرحله رشدی گیاه گاهی هر دو روز یا هر چهار روز یکبار و یا در تابستان یک روز در میان به صورت آبیاری قطره‌ای آبیاری انجام می‌گیرد. تنها آفت گیاهی در گلخانه ها شته و کنه بوده که به کمک سموم شیمیایی مورد لازم از بین رفته است. قابلیت هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت سنج مدل ۶۴۴ متر اهم، میزان فسفر (به روش اولسن)، پتاسیم به روش عصاره گیری با محلول استات آمونیم یک نرمال و عناصر ریز مغذی آهن، روی، مس و منگنز به روش عصاره گیری با DTPAو قرائت با دستگاه جذب اتمی انجام شدند.

جدل۱- نتایج آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی مربوط به خاک‌های مورد مطالعه (منطقه تیران اصفهان)

بافت خاک	pH	هدایت الکتریکی	مواد آلی	(mg/kg)					
		(ds/m)	(%)	منگنز	مس	روی	آهن	پتاسیم	فسفر
رس سیلتی	۱۶/۸	۴۹/۵	۳۵/۳	۰۲/۷	۸/۳	۳۷/۳	۵۷/۱۷	۶/۱۵۶۴	۰۵/۱۰۶
لوم	۲۵/۸	۵۷/۴	۵۶/۲	۸۵/۶	۲/۳	۹۳/۲	۷۶/۱۶	۱/۱۵۲۹	۹/۹۸
رس سیلتی	۲۳/۸	۵۸/۵	۸۸/۲	۱۱/۷	۱/۳	۱۸/۳	۶۲/۱۵	۷/۱۳۲۳	۰۶/۱۰۲
لوم شنی	۱/۸	۵۴/۶	۴/۲	۶۴/۶	۸۸/۲	۰۱/۳	۷/۱۴	۷/۱۱۷۸	۷۸/۸۹
سیلتی لوم	۹/۷	۵۱/۶	۲۱/۲	۹۱/۵	۹/۲	۸۵/۲	۳۶/۱۴	۴/۹۹۶	۶/۸۸
حد بحرانی	--	--	۵/۱	۵	۱	۱	۹	۳۰۰-	۱۵-۱۲

								۲۵۰	

نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی و غلظت عناصر در خاک گلخانه‌ها

ویژگی‌های شیمیایی خاک گلخانه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به محدوده‌ی تغییرات pHخاک گلخانه‌های مورد مطالعه می‌توان انتظار داشت که قابلیت استفاده بیشتر عناصر کم مصرف پایین باشد. متوسط مقادیر هدایت الکتریکی نمونه‌های بررسی شده dS/m۷۴/۵ می‌باشد. با توجه به حدود بحرانی عناصر در خاک (جدول ۱) نشان می‌دهد که غلظت عناصر پر مصرف فسفر (۰۱/۹۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) و پتاسیم (۱/۱۳۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) در ۵ خاک مورد مطالعه بیش از حد بحرانی بوده و خاک‌های مورد مطالعه از نظر عناصر فوق غنی بوده و نیازی به مصرف این عناصر نمی‌باشد. همچنین نتایج تجزیه عناصر کم مصرف نشان می‌دهد که غلظت تمام عناصر کم مصرف از حد بحرانی بیشتر بوده و خاک‌های مورد مطالعه نیاز به مصرف کودهای حاوی این عناصر حداقل در شرایط فعلی نمی‌باشند. جذب عناصر در خاک تحت تاثیر یکدیگر می‌باشد به نحوی که عناصر یا سبب افزایش جذب یکدیگر (هم‌افزایی) و یا کاهش جذب یکدیگر (اثر متقابل) می‌گردند. می‌توان به رابطه متقابل بین عناصری چون فسفر با آهن و روی و همچنین نسبت عناصر کم مصرف به یکدیگر (به عنوان مثال نسبت غلظت آهن به کل عناصر کم مصرف) اشاره کرد. با توجه به اینکه غلظت تمام عناصر اندازه‌گیری شده بیش از حد بحرانی بوده و بیش بود آنها در خاک وجود دارد یکی از عوامل پایین بودن کیفیت محصولات عدم توازن تغذیه‌ای می‌باشد. زیادی فسفر می‌تواند جذب روی را مختل نماید (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

منابع

خوشگفتارمنش،ا. ح. ۱۳۸۶.مبانیتغذیهگیاه . چاپاول،مرکزنشردانشگاهصنعتیاصفهان،اصفهان.

ملکوتی م ج .۱۳۸۴. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. چاپ سوم با بازنگری کامل. انتشارات سنا. ۴۶۸ صفحه. وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.

ملکوتی، م ج.، کریمیان، ن. و کشاورز، پ. ۱۳۸۴. روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی، توصیه کودی و برآورد نیاز کودی گیاهان «چاپ ششم با بازنگری بنیادی » انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۲۲۲ صفحه. تهران، ایران.

Bajwa. M. I. ۱۹۹۳. Effect of Potassium on crop yield and quality in Pakistan. Regional Symposium of IPI, Tehran, Iran.

Bybordi, M. ۲۰۰۶. Soil management forsustainable agriculture and environment. Symposium of Soil, Environment andSustainable Development. Agriculture College,Tehran Univ., Karaj, Iran.

Gruda, N. ۲۰۰۵. Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for freshconsumption. Crit. Rev. Plant Sci. ۲۴: ۲۲۷-۲۷۴

Mayer, JE, Wolfgang, HP and Beyer, P.(۲۰۰۸). Biofortified crops to alleviatemicronutrient malnutrition. Current Opinion inPlant Biology, ۱۱: ۱۶۶-۱۷۰.

Malakouti, MJ. (۲۰۰۷). Zinc is a neglectedelement in the life cycle of plants: A review.Middle Eastern and Russian Journal of PlantSci. Biotechnol., ۱: ۱-۱۲.

Malakouti, MJ, Keshavarz, P and Karimian, N.(۲۰۰۸). A comprehensive approach towardsidentification of nutrients deficiencies and optimalfertilization for sustainable agriculture. TarbiatModares University Press. Tehran, Iran. ۷۵۵ pp. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. ۱۹۹۰. Phosphorus. PP. ۴۰۳-۴۳۱. In: Page, A. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis,Part ۲, ۲nd Ed., Agron. Monograph No. ۹, ASA, Madison, WI.

Patil B. C, Hosamani R M, Ajjappalavara PS, Naik BH, Smitha RP and Ukkund KC, ۲۰۰۸. Effect offoliar application of micronutrients on growth and yield components of tomato (Lycopersiconesculentum Mill.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, ۲۱: ۴۲۸-۴۳۰.

Rhoades, J. D. ۱۹۸۲. Soluble salts. PP. ۱۶۷-۱۷۸. In: Page, A. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۲, ۲nd Ed.,ASA, Madison, WI.

Sims, J.T. ۱۹۹۸. Soil testing for phosphorus: Environmental uses and implications. Bull. No. ۳۸۹. Univ. Delaware, Newark, DE.

Abstract

An experiment was designed to investigate the impact of self-sufficiency and deficiency of nutrients in greenhouse *capsicum annum* in which five samples of combined soils of Tiran greenhouses were prepared and concentrations of macronutrients (nitrogen, phosphor, potassium) and micronutrients (iron, zinc, copper and

manganese) were measured. The results showed that average concentration of phosphor and potassium is more than the determined critical level. By DTPA method, average concentration of iron, zinc, copper and manganese showed the self-sufficiency of iron, zinc and copper. Also, potassium and phosphor concentrations were found to be toxic for the plant. The results revealed imbalanced consumption of fertilizers in the studied greenhouses as samples of greenhouse holders. Imbalanced consumption of fertilizers can result to increase of crop quality.

اثر دما بر شوری (قابلیت هدایت الکتریکی) بیوچار تولید شده از منابع مختلف

ادریس گویلی کیلانه [۱]، سید علی اکبر موسوی [۲]، حامد رجبی [۱]، محمد جواد زارعی [۳]، علی همتی [۳]، محمد چاکری [۳]، فرزاد مرادی چقامارانی [۴]، مهدی زارعی [۵]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۳- دانشجوی کارشناسی بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۴- دانشجوی دکتری بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۵- دانشیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
بیوچار می‌تواند حاصلخیزی خاک و تولیدات زراعی را با یا بدون کاهش استفاده از کودهای شیمیایی بهبود ببخشد.بنابراین این تحقیق با هدف بررسی اثر منابع و دماهای مختلف بر قابلیت هدایت الکتریکی بیوچار تولیدی انجام شد. تیمارها عبارت بودند از : مواد اولیه مربوط به برگ نخل، کاه و کلش گندم و تفاله پسته هریک در سه دمای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد. نتایج نشان داد قابلیت هدایت الکتریکیدر بیوچار حاصل از مواد اولیه مختلف به طور معنی داری با یکدیگر متفاوت بود به‌طوریکه بیشترین مقدار قابلیت هدایت الکتریکی به میزان ۹۸/۱۲ دسی زیمنس بر متر مربوط به بیوچار حاصل از کاه و کلش گندم بود در حالی که کمترین مقدار قابلیت هدایت الکتریکی به میزان ۱۳/۶ دسی زیمنس بر متر مربوط به بیوچار حاصل از تفاله پسته بود.

واژهای کلیدی: زغال زیستی، قابلیت هدایت الکتریکی، برگ نخل، تفاله پسته، کاه و کلش گندم

مقدمه
استفاده از کودهای دامی در بهسازی خاکهای شور و سدیمی به دلیل ایجاد شرایط فیزیکی بهتر سبب افزایش کارایی آبشویی در خاکهای شور و بهسازی خاکهای قلیا می‌گردد، از تحقیقات مختلفی که درخصوص استفاده از کود دامی در بهبود عملیات بهسازی و احیا خاک انجام گرفته می توان به سرحدی (۱۳۸۷) اشاره نمود که تاثیر خاصی را در اثرات متقابل آن با گوگرد عنصری گزارش نکرده است هم چنین می توان به بررسی آزمایشگاهی اثر افزودن کود دامی بر افزایش معنی‌دار میانگین وزنی قطرخاکدانه درخاک شور سدیمی(روستا و همکاران،۱۳۸۹) اشاره نمود. در حال حاضر تعداد زیادی از اصلاح کننده های آلی مانند مالچ، کود دامی و کمپوست در اصلاح خاک های شور و شور و قلیا مورد استفاده قرار می گیرند (ملرو و همکاران،۲۰۰۷). بررسی ها نشان می دهد که کاربرد گچ، کمپوست و مواد آلی در خاک های شور موجب افزایش شست وشوی سدیم و کاهش درصد سدیم قابل تبادل، قابلیت هدایت الکتریکی و افزایش میزان نفوذ پذیری می شود (تجادا و همکاران،۲۰۰۶).افزودن مواد آلی یکی از روش‌های مدیریت ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌باشد. از جمله ترکیبات آلی که امروزه برای اصلاح ویژگی‌های خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک استفاده می‌شود بیوچار است. بیوچار، زغال تهیهشده از زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که طی فرآیند ترموشیمیایی (پیرولوسیس[۱])تولید می‌شود، این فرآیند، سوختن کند و آرام مواد آلی در شرایط کمبود اکسیژن یا نبود آن است (کایلوایت، ۲۰۱۰؛ بیزلی و دیکنسون، ۲۰۱۱؛ براک موت، ۲۰۰۹؛ گلاسر و بیرک،۲۰۱۲). ضایعات کشاورزی و حیوانی به دلیل حجم زیاد، فضای زیادی را اشغال می‌کنند و از طرفی شیرابه حاصل از آن‌ها باعث آلودگی محیط زیست از طریق ورود به آب‌های سطحی و زیرزمینی شده، با تبدیل این ضایعات به زغال زیستی در واقع نه تنها باعث تولید انرژی بلکه باعث کاهش قابل توجهی در حجم و وزن مواد زاید و اثرات نامطلوب شیرابه می‌شود (جوزف و لهمان، ۲۰۰۹). در اثر کاربرد مستقیم کود حیوانی یا ضایعات فاضلاب، بستری برای تکثیر عوامل بیماری‌زا بوجود آمده که معمولا در اثر فرایند تبدیل این مواد به زغال زیستی به دلیل وجود دمای بیش از ۳۵۰ درجه این عوامل بیماری‌زا حذف می‌شود و با اطمینان بیشتری می‌توانیم جهت حفظ سلامت خاک آن‌ها را به خاک اضافه کنیم، افزایش محبوبیت زغال زیستی وابسته به افزایش مشکلات مدیریت مواد زاید در شهرها، پتانسیل آن در تثبیت بلند مدت کربن و کاهش در انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. زغال زیستی می‌تواند به عنوان یک اصلاح کننده خاک برای بهبود کیفیت آن استفاده شود. از اثرات این ماده می‌توان به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش پتاسیم، کاهش آبشویی مواد غذایی، افزایش pH خاک، کاهش آبیاری و کاهش نیاز کودی اشاره کرد (لهمان و همکاران، ۲۰۰۳).
با توجه به اهمیت قابلیت هدایت الکتریکی در حاصلخیزی خاک و میزان تغییرات آن در منابع مختلف این تحقیق به‌منظور بررسی اثر مواد اولیه مختلف و شرایط دمایی تولید بیوچار بر قابلیت هدایت الکتریکی بیوچار حاصل انجام شد.

مواد و روش‌ها
آزمایش به صورت فاکتوریل ودرقالبطرحکاملاتصادفی، در سه تکرار در شرایطآزمایشگاهی انجام شد، جهت تولید بیوچارهای مورد نیاز از تفاله‌های پسته حاصل از ترمینال پسته واقع در رفسنجان استان کرمان، بقایای نخل از نخلستان‌های شهرستان جهرم استان

[۱]- Pyrolysis

فارس و کاه و کلش گندم از اراضی زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه جمع‌آوری شد . پس از هوا خشک شدن آسیاب شدند و پس از عبور از الک ۲ میلی متری در ورقه های آلومنیومی ویژه‌ای که جهت ایجاد شرایط نبود یا کمبود اکسیژنتهیه‌شده بودند، بسته بندی و به مدت ۴ ساعت در دماهای ۲۰۰ ، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در داخل کوره الکتریکی قرار داده شد تا فرایند پیرلوسیس انجام شود.تیمارها شامل ماده‌های اولیه مربوط به برگ نخل، کاه و کلش گندم و تفاله پسته و بیوچارهای تولیدی از برگ نخل، کاه و کلش و تفاله پسته در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد بودند. برای تعیین اثر منابع مختلف اولیه تولید بیوچار و اثر دماهای مختلف بیوچارهای تولید شده از این منابع برقابلیت هدایتالکتریکی، سوسپانسیون‌های ۱:۱۰ بیوچار به آب مقطر تهیه و پس از نیم ساعت شیک با استفاده از کاغذ صافی نمره ۴۲ صاف و سپس قابلیت هدایتالکتریکی در عصاره ۱:۱۰تهیه شده به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی (رویدز، ۱۹۹۶)اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های اندازه‌گیری شده حاصل از انجام آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد و میانگین های قابلیت هدایتالکتریکی در تیمارهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن و در سطح آماری پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند و همچنین نمودارهای مورد نیاز با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

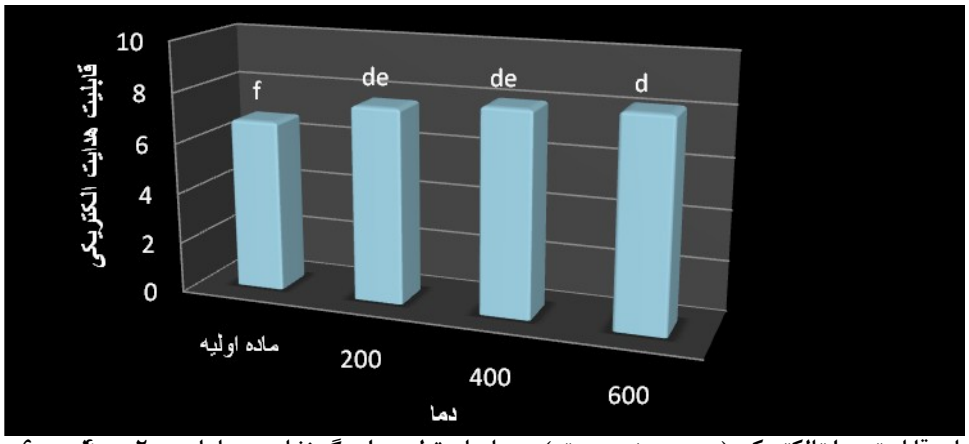
نتایج و بحث

نتایج حاصل درجدول (۱) نشان می‌دهد که منابع مختلف برگ نخل، کاه وکلش گندم و تفاله پسته دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر در مقدار قابلیت هدایتالکتریکیهستند، به‌طوریکه بیشترین مقدار قابلیت هدایتالکتریکیبه میزان ۹۸/۱۲ دسی زیمنس بر متر مربوط به بیوچار حاصل از کاه و کلش گندم و کمترین مقدار به میزان ۱۳/۶ دسی زیمنس بر متر مربوط به بیوچار حاصل از تفاله پسته می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که قابلیت هدایتالکتریکی در بیوچارهای تولیدی در دماهای ۲۰۰ ، ۴۰۰ و ۶۰۰ نسبت به ماده اولیه افزایش معنی‌داری به‌ترتیب به میزان ۳۲ ، ۴۷ و ۷۷ درصد داشته است که با نتایج انگوین و همکاران (۲۰۱۰) که بیان کردند با افزایش درجه حرارت از ۶۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد در پیرولیز ساقه ذرت و چوب بلوط باعث افزایش pH ، CEC ، درصد کربن، فسفر کل، کربن تثبیت شده، درصد کربن حلقوی و سطح ویژه زغال زیستی می‌شود همخوانی دارد در حالی‌که با نتایج تجادا و همکاران (۲۰۰۶) که بیان کردند کاربرد گچ، کمپوست و مواد آلی در خاک های شور موجب افزایش شست و شوی سدیم و کاهش درصد سدیم قابل تبادل، قابلیت هدایت الکتریکی و افزایش میزان نفوذ پذیری می شود همخوانی ندارد. همچنین نتایج مربوط به قابلیت هدایت الکتریکی بیوچار های حاصل از مواد اولیه مختلف تهیه شده در دماهای مختلف به صورت مجزا در شکل های ۱ تا ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱- اثر مواد اولیه (برگ نخل، کاه و کلش گندم و تفاله پسته) و شرایط دمایی (دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد) بر قابلیت هدایتالکتریکی (دسی زیمنس بر متر) بر بیوچار تهیه شده

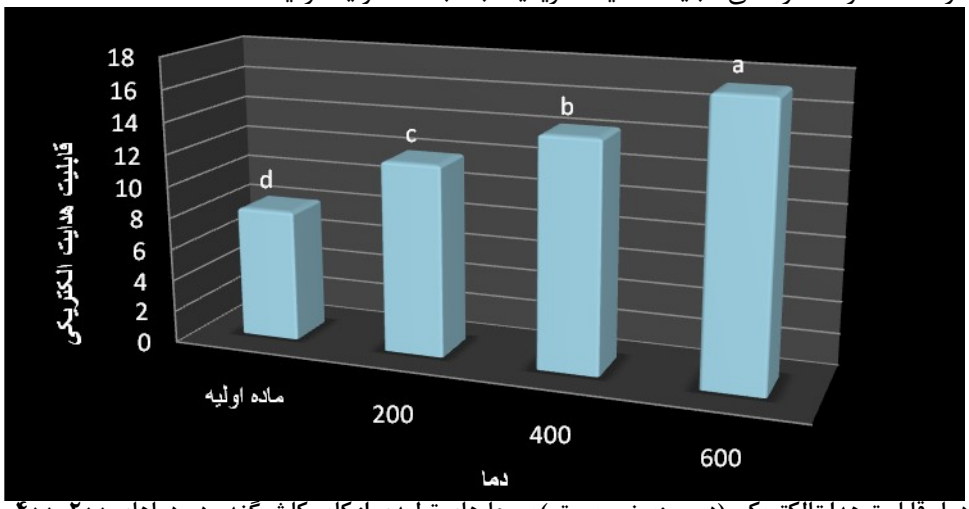
	دما				
نوع ماده اولیه	ماده اولیه	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	میانگین
برگ نخل	f ۶/۸۰	de ۷/۷۰	de ۸/۰۳	d ۸/۲۰	**B ۷/۶۸**
کاه وکلش گندم	d ۸/۲۷	c ۱۲/۰۰	b ۱۴/۳۳	a ۱۷/۳۳	**A ۱۲/۹۸**
تفاله پسته	h ۳/۳۰	g ۵/۴۰	ef ۷/۲۳	d ۸/۵۷	**C ۶/۱۳**
میانگین	**D ۶/۱۲**	**C ۸/۳۷**	**B ۹/۸۷**	**A ۱۱/۳۷**	

اعدادیکهدربدنهجدولدریکحرفکوچکومیانگین‌هاییکهدرهردیفیاستوندریکحرفبزرگمشترکهستندبراساسازموندانکندرسطحاحتما ل ۵ درصداختلافمعنیدارآماریندارند



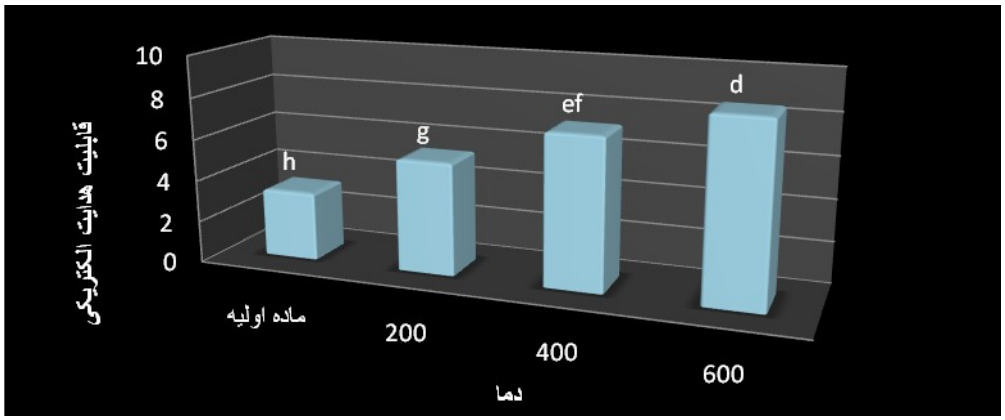
.شکل ۱ - اثر دما بر قابلیت هدایتالکتریکی (دسی زیمنس بر متر) بیوچارهای تولیدی از برگ نخل در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد

نتایج مربوط به شکل ۱ نشان می‌دهد که بیوچارهای تولیدی در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۱۳، ۱۸ و ۲۱ درصدی قابلیت هدایتالکتریکینسبت به ماده اولیه گردید.



شکل ۲ -اثردمابرقابلیت هدایتالکتریکی (دسی زیمنس بر متر) بیوچارهای تولیدی از کاه و کلش گندم در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه .سانتی‌گراد

نتایج مربوط به شکل ۲ نشان می‌دهد که بیوچارهای تولیدی در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۴۵، ۷۳ و ۱۱۰ درصدی قابلیت هدایتالکتریکینسبت به ماده اولیه گردید.



.شکل۳-اثردمابرقابلیت هدایتالکتریکی (دسی زیمنس بر متر) بیوچارهای تولیدی از تفاله پسته در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد

نتایج مربوط به شکل ۳ نشان می‌دهد که بیوچارهای تولیدی در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۶۳، ۱۱۹ و ۱۶۰ درصدی قابلیت هدایتالکتریکینسبت به ماده اولیه گردید.

نتیجه گیری

از آنجا که بیوچار حاصل از کاه و کلش گندم بیشترینو بیوچار حاصل از تفاله پسته کمترین مقدار قابلیت هدایت الکتریکی را دار بودند و همچنین با افزایش دما نیز در کل منابع تولید بیوچار میزان قابلیت هدایت الکتریکی افزایش یافت پس می‌توان برای خاک‌های فقیر از نظر عناصر از اینها بهره گرفت.

سپاسگزاری

مقاله حاصل طرح پژوهشی مصوب انجمن علمی بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز است بنابراین نویسندگان وظیفه خود می‌دانند از حمایت های مادی و معنوی مدیریت محترم امور علمی دانشجویان دانشگاه شیراز و کارکنان صدیق و زحمتکش آن مدیریت محترم و همچنین بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل آورند.

منابع

روستا،محمد جواد،عنایتی، ک و وکیلی. آ.۱۳۸۹.بررسی آزمایشگاهی تاثیر افزودن ترکیبات معدنی و مواد آلی بر میانگین وزن قطر خاکدانه ها در یک خاک شورسدیمی. مجله پژوهش های خاک،جلد ۲۴، شماره ۳ ،ص ۲۳۵-۲۲۹.

سرحدی،جواد. ۱۳۷۸. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی اثرات اصلاحی ترکیب گوگرد و کود دامی بر کاهش قلیائیت خاک و ارزیابینتایج حاصله در زراعت جو. نشریه شماره ۴۷۷/۷۹ ، مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و بم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

Beesley, L. and N. Dickinson. ۲۰۱۱. Carbon and trace element fluxes in the pore water of an urban soil following greenwaste compost, woody and biochar amendments, inoculated with the earthworm Lumbricus terrestris. Soil Biology and Biochemistry, ۴۳ (۱): ۱۸۸-۱۹۶.

Bracmort, K. S. ۲۰۰۹. Biochar examination of an emerging concept to sequester carbon. Congressional Research Service. Retrieved January ۲۲, ۲۰۱۳ from http://www.nationalaglawcenter.org/assets/crs/R۴۰۱۸۶.pdf

Glaser, B., L. Haumaier, G. Guggenberger, and W. Zech. ۲۰۰۱. The 'Terra Preta' phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. Natur wissenschaften. ۸۸(۱): ۳۷-۴۱.

Keiluweit, M., P. S. Nico, M. G. Johnson, and M. Kleber. ۲۰۱۰. Dynamic molecular structure of plant biomass-derived black carbon (biochar). Environmental Science & Technology, ۴۴(۴): ۱۲۴۷-۱۲۵۳.

Lehmann, J., and S. Joseph. (Eds). ۲۰۰۹. Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan London and Sterling. VA. ۴۱۶ P.

Lehmann, J., Jr. deSilva, C. Steiner, T. Nehls, W. Zech, and B. Glaser. ۲۰۰۳. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferrasol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. Plant snd Soil, ۲۴۹: ۳۴۳-۳۵۷.

Melero, S., Madejon, E., and Herencia, J.C. ۲۰۰۷. Chemical and biochemical Bproperties of a clay soil under dry land agriculture system as affected by organic fertilization. Eur J. Agron. ۲۶: ۳۲۷-۳۳۴.

Nguyen, B.T., J. Lehmann, W.C. Hockaday, S. Joseph, and C.A. Masiello. ۲۰۱۰. "Temperature sensitivity of black carbon decomposition and oxidation." Environmental Science & Technology. ۴۴(۹), ۳۳۲۴-۳۳۳۱. doi: ۱۰.۱۰۲۱/es۹۰۳۰۱۶y.

Tejada, M., Garcia, C., Gonzalez, J.L., and Hernandez, M.T. ۲۰۰۶. Use oforganic amendment as a strategy for saline soil remediation: influence on the

Abstract

Biochar can improve soil fertility and crop productivitywithout or with a reduced use of chemical fertilizers. Therefore, this study aimed to investigate the effect of different sources and temperatures on electrical conductivity of produced biochars. Treatments consisted of raw materials of palm leaves, wheat straw and pistachio residueat three different temperatures of ۲۰۰, ۴۰۰ and the ۶۰۰ °C.Results showed that electrical conductivity of the biochar of various studied sources were significantly different. So that the highest and the lowest electrical conductivitiesof ۱۲.۹۸ and ۶.۱۳ dS m^{-1} were obtained in the biochar of wheat straw and pistachio residue, respectively.

اثر کاربرد بیوچار برگ نخل تهیه شده در دماهای مختلف بر ضریب پخشیدگی-پراکندگی یون کلر در خاک

ادریس گویلی کیلانه [۱]،سید علی اکبر موسوی [۲] و فاطمه مسعودی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲-استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
آلودگی محیط‌زیست مساله‌ای جهانی است که در نتیجه عوامل متعددی مانند فرسایش خاک و کاربردبی‌رویه کود، سموم، رسوبات و دیگر موادآلی و معدنی پدید می‌آید. ویژگی های انتقال املاح در بسیاری از فرایندهای مهم خاک‌شناسی و آبیاری، مانند آلودگی‌های خاک و آب‌های زیرزمینی، آبشویی و حرکت عناصر غذایی در خاک مهم است. این پژوهش با هدف بررسی اثر سطوح، ۰، ۱۰ ، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار بیوچار برگ نخل تهیه شده در دماهای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس بر ضریب پخشیدگی پراکندگی یون کلر در یک خاک لوم شنی انجام شد. آزمایش در شرایط آزمایشگاه و در ستون های خاک موجود در لوله های پی وی سی با قطر ۸ و ارتفاع ۳۰ سانتی متر با سه تکرار و به مدت ۷۰ روز انجام شد. کاربرد مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار بیوچار برگ نخل در دماهای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه به ترتیب سبب افزایش معنی دار ضریب پخشیدگی پراکندگی کلر به میزان ۸۹، ۸۰، ۴۴ و ۳۹، ۱۴۱ و ۱۳۹ درصد در مقایسه با شاهد شد.

واژه‌های کلیدی: ضریب انتشارپذیری-پراکندگی، منحنی رخنه، ستون خاک، کلرید، زغال زیستی برگ نخل

مقدمه
ضریب پخشیدگی که به‌صورت حاصل‌ضرب هدایت هیدرولیکی در شیب منحنی نگه‌داشت آب در خاک تعریف می‌شود از ویژگی‌های مهم در فرایند انتقال مواد در خاک است که می‌تواند تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله افزودن اصلاح‌کننده‌ها و مواد آلی واقع شود انتقال مواد در خاک وابسته به ضریب پخشیدگی (یا به عبارتی ضریب پخشیدگی پراکندگی) مواد در خاک است. برای بررسی فرایند انتقال املاح و غلظت املاح در نیم‌رخ خاک از یک منحنی استاندارد به نام منحنی دررو یا منحنی رخنه استفاده می‌شود. منحنی رخنه از ترسیم نسبت غلظت املاح خروجی از خاک به غلظت املاح ورودی به خاک در مقابل حجم آب خروجی، زمان و یا تعداد حجم منفذی آب خروجی حاصل می‌شود. از نظر اصولی و آرمانی منحنی رخنه یک ترکیب خنثی و غیرجذبی در خاک باید پس از خروج یک حجم مایع (معادل تخلخل کل خاک) که مبین ۵۰ درصد جابه‌جایی است شکل قرینه‌ای داشته باشد گرچه چنین وضعیتی در خاک‌های شنی و بسیار سبک مشاهده می‌شود، ولی در خاک‌های سنگین و با افزایش رسخاک و ایجاد خاکدانه‌ها از حالت قرینگی خارج می‌شود. پدیده جابه‌جایی اختلاط‌پذیر و منحنی رخنه نه تنها از نظر علمی بلکه از نظر عملی نیز اهمیت فراوان داشته و آبشویی املاح از خاک‌های شور و سدیمی، توزیع عناصر غذایی در محلول خاک، آلودگی و انتقال مواد آلوده‌کننده در خاک از سطح تا آب‌های زیرزمینی در چهارچوب آن مطالعه می‌شوند(حاج‌عباسی، ۱۳۸۶). خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران عموما به دلیل داشتن نزولات جوی کم و فقر پوشش گیاهی، دارای ماده آلی کمی بوده و معمولا کیفیت فیزیکی نامطلوبی دارند. بهره گیری از اصلاح کننده‌های آلی ارزان قیمت مانند کودهای دامی، لجن‌های صنعتی و ورمی‌کمپوست از جمله شیوه‌های مدیریتی برای کاهش محدودیت‌های خاک در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد (تاجیک، ۱۳۸۳). (اصغری و همکاران، ۲۰۰۱) در یک تحقیق گلخانه‌ای گزارش نمودند که استفاده از لجن پتروشیمی تبریز در مقادیر ۵ و ۱۰ تن در هکتار به یک خاک لوم شنی پس از شش ماه خوابانیدن اگرچه سبب کاهش ضریب انتشارپذیری در مدل‌های انتقال-انتشار و روان - ساکن شد ولی اثر معنی‌داری بر رطوبت ساکن و ضریب تبادل نمک بین نواحی ساکن و روان در خاک نداشت. آنان دلیل عدم تاثیر معنی‌دار لجن استفاده شده بر ویژگی‌های هیدرولیکی مذکور را زیاد بودن ضریب تغییرات این ویژگی‌ها عنوان کردند. براساس گزارش(نیمانگارا و همکاران، ۲۰۰۵) استفاده از ۵/۳۷ تن در هکتار کود گاوی در یک خاک شنی سبب افزایش معنی‌دار پایداری خاکدانه‌ها در آب و ظرفیت نگه‌داری آب خاک در محدوده مکش‌های ۵ تا ۲۰۰ کیلو پاسکال شد. علی‌رغم این که برخی از محققان کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع (در خاک لوم شنی) را در اثر اضافه کردن اصلاح‌کننده های مصنوعی گزارش کرده اند(آجوا و همکاران، ۲۰۰۶) ، برخی دیگر نیز افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع (در خاک لوم شنی) را در اثر افزودن اصلاح‌کننده های مصنوعی(نادلر و همکاران، ۱۹۹۶) و طبیعی(صفادوست و همکاران، ۲۰۰۷) گزارش نموده‌اند. (پاگیلای و همکاران، ۱۹۸۱) گزارش نمودند که استفاده از لجن فاضلاب و کمپوست به‌مقدار ۱۵۰ تن در هکتار در یک خاک لوم شنی سبب افزایش معنی‌دار پایداری خاکدانه‌های ۲-۱ میلی‌متر (اندازه گیری شده به روش الک تر) و همچنین افزایش معنی‌دار تخلخل کل خاک از طریق افزایش تعداد منافذ ۵۰-۳۰ و ۵۰۰-۵۰ میکرون و کاهش تعداد منافذ بزرگتر از ۵۰۰ میکرون گردید.

بررسی منابع حاکی از کمبود مطالعه در زمینه تاثیر اصلاح‌کننده‌های طبیعی بر پارامترهای انتقال املاح می‌باشد. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی تاثیر مقادیر مختلف بیوچار حاصل از بقایای نخل در دماهای مختلف به عنوان اصلاح کننده ارزان قیمت و سهل‌الوصول برضریب پخشیدگی پراکندگی یون کلر در یک خاک لوم شنی انجام شد.

مواد و روش‌ها

خاک مورد آزمایش از عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری سری کوی اساتید با بافت لوم شنی در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه در ۱۲ کیلومتری شیراز برداشته و پس از هوا خشک شدن برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی با استفاده از روش‌های استاندارد معمول تعیین شد (جدول ۱). جهت تهیه بیوچار از برگ نخل استفاده شد. برگ نخل از شهرستان جهرم تهیه و پس از هوا خشک شدن آسیاب شد و پس از عبور از الک ۲ میلی متری در ورقه های آلومنیومی بسته بندی و به مدت ۴ ساعت در دماهای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در داخل کوره الکتریکی قرار داده شد تا فرایند پیرلوسیس انجام شود. برخی ویژگی‌های بیوچار برگ نخل تهیه شده در دماهای مختلف نیز با استفاده از روش‌های استاندارد معمول تعیین شد (جدول ۱). تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق عبارت بود از: شاهد، تیمارهای کاربرد ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن بیوچار برگ نخل در هکتار. آزمایش درقالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در لوله‌هایی از جنس پی وی سی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و قطر ۸ سانتی‌متر انجام شد. به این ترتیب که ابتدا مقدار خاک مورد نیاز برای تهیه ستون هایی از خاک به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و با جرم مخصوص ظاهری ۳/۱ گرم بر سانتی متر مکعب در کیسه‌های پلاستیکی با مقدار لازم از بیوچار بهم زده شده تا به طور کامل مخلوط شود و پس از اختلاط به لوله‌های پی‌وی‌سی گفته شده که انتهای آن‌ها به‌وسیله دو لایه توری پوشیده شده بود منتقل شد. ستون‌های خاک در محل آزمایشگاه در دمای ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد و در محدوده رطوبتی ظرفیت مزرعه نگه‌داری شدند. پس از گذشت ۷۰ روز از شروع آزمایش مقدار ضریب پخشیدگی پراکندگی یون کلر به شرح زیر اندازه‌گیری شد. ابتدا محلولی از کلرید سدیم و کلرید کلسیم به نسبت یك به یك و با قابلیت هدایت الکتریکی تقریبی ۵ دسی زیمنس بر متر تهیه شد و پس از اشباع نمونه‌های خاک به مدت ۲۴ ساعت با قرار دادن آن‌ها در ظرف ستون های خاک اشباع روی سه پایه قرار داده و آب شور تهیه شده با بار ثابت آبی حدود ۱۰ سانتی متر از بالا روی خاک قرار داده شد. آب شور درون خاك حركت كرده و با محلول خاك مخلوط شده و قطره قطره از انتهای ستون خاك خارج مي‌شود. با شروع خروج آب از ستون، زمان و و حجم آب خروجی نسبت به زمان اندازه‌گیری شد. در هر زمان نیز مقداری از حجم محلول خروجی برداشته شده و با دستگاه هدایت سنج الکتریکی، قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شد. آزمایش تا زمانی ادامه یافت که EC خروجی از ستون خاک با EC محلول ورودی یکسان شد. سپس در یک دستگاه مختصات مقادیر نسبت EC / EC. (که در واقع موید C / C. می باشد) در مقابل حجم آب منفذی (Pore volume) خروجی از خاک ترسیم و بهترین معادله به آن برازش داده شد (منحنی دررو یا رخنه). با تعیین شیب این منحنی و استفاده از رابطه (۱) مقدار ضریب پخشیدگی پراکندگی (D_h) یون کلر برای تیمارهای مختلف محاسبه شد (کیرخام و همکاران، ۱۹۷۲)

$$D_h = \frac{VL}{4\pi S^2} \qquad (۱)$$

که در آن V، S، L، D_h و به‌ترتیب ضریب پخشیدگی پراکندگی یون کلر ($L^2\ T^{-1}$)، ارتفاع ستون خاک (L)، شیب منحنی رخنه، سرعت حرکت آب در روزنه‌های خاک ($L\ T^{-1}$) و عدد نپر (۱۴/۳) می‌باشد.

برای تعیین سرعت حرکت آب در روزنه‌های خاک، داده‌های حجم تجمعی آب خروجی تقسیم شده بر سطح مقطع خاك در مقابل زمان ترسیم و شیب خط رگرسیونی برازش شده به عنوان شدت جریان دارسی در نظر گرفته شد و از تقسیم آن بر مقدار رطوبت اشباع خاک، سرعت حرکت آب در روزنه‌های خاک تعیین شد.

تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

.جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی* خاک و بیوچار نخل مورد استفاده

	EC (dS/m)	(%) OM	pH
خاک	۴۵/۰	۴۹/۰	۹/۷
بیوچار برگ نخل - ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد	۵۷/۱۲	-	۷۸/۷
بیوچار برگ نخل - ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد	۹۳/۱۴	-	۸/۹

*.EC، OMو pH به‌ترتیب قابلیت هدایت الکتریکی، میزان ماده الی و پ‌هاش می‌باشند (مقادیر EC خاک، و بیوچار نخل به ترتیب در عصاره های اشباعو عصاره ۱:۱۰ و مقادیر pH خاک و بیوچار به‌ترتیب در خمیر اشباع و عصاره ۱:۱۰ اندازه‌گیری شده است).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد به‌طورکلی اثر کاربرد بیوچار برگ نخل بر ضریب پخشیدگی پراکندگی یون کلر در خاک مورد مطالعه در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۲).

نتایج نشان داد کاربرد بیوچار نخل در هر دو دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد پس از حدود ۷۰ روز اثر معنی داری بر مقدار ضریب پخشیدگی پراکندگی یون کلر در خاک داشته و ضریب پخشیدگی را به‌طور معنی داری نسبت به شاهد افزیش داد به گونه ای که کاربرد مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار بیوچار نخل در دمای ۴۰۰ و همچنین ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب سبب افزایش معنی دار ضریب پخشیدگی پراکندگی کلر به میزان ۸۹، ۸۰، ۴۴ و ۳۹، ۱۴۱ و ۱۳۹ درصد در مقایسه با شاهد شد(جدول ۳). نتایج نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین میزان ضریب پخشیدگی پراکندگی به ترتیب به مقدار ۰۹/۱۰ و ۸۲/۵ سانتی مترمربع در دقیقه با کاربرد ۲۰ تن و ۱۰ تن بیوچار برگ نخل تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در هکتار حاصل شد. نتایج این تحقیق در ارتباط با اثر کاربرد بیوچار برگ نخل در دو دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد با یافته‌های نقوی و همکاران (۱۳۸۴) که بیان کردند افزودن کود آلی از طریق تغییر توزیع اندازه خلل و فرج خاک بر حرکت آب در خاک موثر بوده و کاربرد کود دامی سبب افزایش سهم خلل و فرج ریز در حرکت آب در خاک شدهو در نتیجه هدایت هیدرولیکی و انتقال برماید در خاک را کاهش می‌دهد هم‌خوانی ندارد. همچنین با نتایج موسوی و همکاران(۱۳۹۳) که بیان کردند افزودن ورمی کمپوست سبب می‌شود تا نمک‌ها و ترکیبات کلریدی با سرعت کمتری در نیمرخ خاک حرکت کنند هم‌خوانی ندارد.

جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای بیوچار برگ نخل تهیه شده در دماهای ۶۰۰ و ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد بر ضریب پخشیدگی پراکندگی یون کلر در خاک مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۶	۹۹/۱۸**
خطا	۱۷	۴۱/۰

.در سطح ۱ درصد با استفاده از آزمون دانکن معنی‌دار است .**

جدول۳ - اثر تیمارهای بیوچار برگ نخل تهیه شده در دماهای ۶۰۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد بر ضریب پخشیدگی پراکندگی (سانتی متر مربع بر دقیقه) یون کلر در خاک مورد مطالعه

تیمار	شاهد	بیوچار نخل تهیه شده دردمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد (تن در هکتار)			بیوچار نخل تهیه شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد (تن در هکتار)		
	۰	۱۰	۲۰	۴۰	۱۰	۲۰	۴۰
ضریب پخشیدگی پراکندگی	۱۸/۴* d	۸۲/۵ c	۰۹/۱۰ a	۰۱/۱۰ A	۹۱/۷ b	۵۴/۷ b	۰۳/۶ c

.میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند از لحاظ آماری با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند .*

نتیجه‌گیری

یافته ها نشان داد کاربرد بیوچار تولید شده از برگ نخل در دماهای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد سبب انتقال سریع‌تر نمک‌ها و ترکیبات کلریدی در نیمرخ خاک می شود و موجب تسهیل و تسریع در رسیدن این ترکیبات به منابع آبی به ویژه آب‌های زیر زمینی می‌شوند.

منابع

تاجیک ، ف. ۱۳۸۳.ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها در برخی مناطق ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،۸(۱): ۱۲۵-۱۳۴.

حاج‌عباسی ، م . ۱۳۸۶. خصوصیات فیزیکی خاک ، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان ، ۱۷۳ص.

موسوی ، ع. ا و گویلی کیلانه ، ا. ۱۳۹۳. اثر کاربرد کود گاوی و ورمی کمپوست بر ضریب پخشیدگی کلر در یک خاک لوم شنی . دومین همایش ملی مدیریت آب در خاک.

نقوی، ه.، م.ع. حاج عباسی و م. افیونی. ۱۳۸۴. تاثیر کود گاوی بر برخی خصوصیات فیزیکی و ضرایب هیدرولیکی و انتقال برومایـد در یک خاک لوم شنی در کرمان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۹(۳): ۹۳-۱۰۳.

Ajwa, H. A. and T. J. Trout.۲۰۰۶. Polyacrylamide and water quality effects on infiltration in sandy loam soils. Soil Sci. Soc. Am. J., ۷۰ : ۶۴۳-۶۵۰.

Asghari, Sh., F. Abbasi, and M. R. Neyshabouri.۲۰۱۱. Effects of soil conditioners on physical quality and bromide transport properties in a sandy loam soil. Biosyst. Eng., ۱۰۹:۹۰-۹۷

Kirkham, D. and W. L. Powers.۱۹۷۲. Advanced Soil Physics. Wiley--Interscience, Wiley,New York, N.Y., ۴۰۸ pp.

Nadler, A., E. Perfect and D. Kay.۱۹۹۶. Effect of polyacrylamide applicationon the stability of dry and wet aggregates. Soil Sci. Soc. Am. J., ۶۰: ۵۵۵-۵۶۱.

Nyamangara, J., J. Gotosa, and S. E. Mpofu.۲۰۰۱. Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil in Zimbawe. Soil Till. Res., ۶۲: ۱۵۷-۱۶۲.

Pagliai, M.,G., Guidi, M., Lamarca, M., Giachetti, and P. Lucamante,.۱۹۸۱. Effects of sewage sludges and composts on soil porosity and aggregation. J. Environ. Qaul. ۱۰: ۵۵۶-۵۶۱,

Safadoost, A., M. R. Mosaddeghi, A. A. Mahboobi, A. Nouroozi, and G. Asadian.۲۰۰۷. Effect of short-term tillage and manure on structural properties of soil. .J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour., ۴۱: ۹۱-۱۰۰. (In Persian),

Abstract

Environmental pollution is a global problem that is induced as a result of several factors, such as soil erosion, excessive use of fertilizers, pesticides, sediment and other organic and inorganic compounds. Solute transport parameters are important in soil science and irrigation processes such as soil and groundwater pollution, leaching and nutrient transportation within soil. This study aimed to evaluate the effects of ۰, ۱۰, ۲۰ and ۴۰ tons per hectare palm leaves biochar prepared at temperatures of ۴۰۰ and ۶۰۰ degrees Celsius on the hydrodynamic dispersion coefficient of Cl in a sandy loam soil. The experiment was conducted in PVC soil columns of ۸ diameters and ۳۰ cm height in laboratory conditions with three replications for ۷۰ days. Application of ۱۰, ۲۰ and ۴۰ tons per hectare biochar at temperatures of ۴۰۰ and ۶۰۰ degrees, increasedhydrodynamic dispersion coefficient of Cl by ۸۹, ۸۰, ۴۴, ۳۹, ۱۴۱ and ۱۳۹% as compared to that of control.

تأثیر قارچ میکوریز Rhizophagusirregularis و قارچ عامل کنترل بیولوژیکی Trichodermaasperelloides بر رشد شبدر برسیم Trifoliumalexandrinum L. تحت شرایط تنش خشکی

زینب اکبری [۱]، حبیب اله نادیان [۲]، بابک پاکدامن سردرود [۳]، نفیسه رنگ زن [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۲-استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان ۳، -استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

چکیده
در بالاترین سطح تنش خشکی پرورش داده پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر قارچ میکوریز *Rhizophagusirregularis*، و قارچ عامل کنترل بیولوژیکی *Trichodermaasperelloides* بر رشد گیاهان شبدر برسیم *Trifoliumalexandrinum L*. تحت شرایط تنش خشکی به انجام رسید. بررسی گلخانه ای انجام شده با طرح آزمایشی کاملاً تصادفی شامل دو فاکتور بود: تیمار قارچی در چهار سطح (مایه زنی با *R. irregularis*، با *T. asperelloides*، با هر دو، و بدون هیچ قارچی به عنوان شاهد)، و خشکی در سه سطح (۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده). هر تیمار پنج تکرار داشت. نتایج نشان دادند که کاربرد همزمان هر دو قارچ تأثیر معنی داری بر افزایش رشد گیاه داشت. بیشترین میزان رشد به هنگام کاربرد همزمان هر دو قارچ در پایین ترین سطح تنش خشکی به دست آمد حال آن که پایین ترین میزان رشد در گیاهان شاهدی به ثبت رسد که شده بودند.

واژه های کلیدی: *Trichodermaasperelloides*، *Rhizophagusirregularis*، شبدر، تنش، میکوریز.

مقدمه
تنش خشکی و کمبود آب قابل دسترس یکی از مهم ترین عوامل کاهش تولید محصولات کشاورزی به خصوص در مناطق خشك و نیمه خشك دنیا محسوب می شود. تنش خشکی زمانی در گیاهان حادث می گردد که میزان آب دریافتی کمتر از تلفات آن باشد.(Hassani,۲۰۰۵). در شرایط تنش خشکی، آب در دسترس گیاه کاهش مییابد (Nahar et al,۲۰۰۲)، و انعکاس آن در گیاه کاهش میزان آب داخلی و در نتیجه کاهش و به تاخیر افتادن جوانه زنی، کاهش رشد اندام های هوایی و کاهش تولید ماده خشک می گردد (Zehtabian,۲۰۰۱). امروزه به کارگیری جانداران مفید خاکزی تحت عنوان کودهای زیستی به عنوان طبیعی ترین و مطلوب ترین راه حل برای زنده و فعال نگه داشتن سامانه ی زیستی خاک در زمین های کشاورزی مطرح می باشد (صالح راستین، ۱۳۸۰). همزیستی گیاهان با قارچ های میکوریز آرباسکولار یکی از مهم ترین، شناخته ترین، کهن ترین و گسترده ترین استراتژی های گیاهان برای کسب عناصر غذایی و مقابله با تنش های محیطی می باشد (Neumann,۲۰۰۹). قارچ های میکوریز از عوامل ضروری در سامانه پایدار خاک محسوب می شوندکه با ریشه بیش از ۹۰ درصد گیاهان همزیستی دارند (Smith,۲۰۰۸). بسیاری از محققان گزارش کرده اند که همزیستی با قارچ میکوریز مقاومت به بیماری ها و آفات و تنش هایی از قبیل شوری و خشکی را افزایش می دهد، آن ها معتقد هستند که این افزایش مقاومت ها به دلیل افزایش جذب مواد غذایی نظیر نیتروژن، فسفر، عناصر غذایی کم مصرف و جذب آب می باشد (غلامی و همکاران، ۱۳۷۸ و مهربان و همکاران ۱۳۸۶). Vamrali et al(۲۰۰۳) گزارش نمودند افزایش ماده خشک اندام های هوایی و زیرزمینیدر تلقیح با قارچ میکوریز در مقایسه با عدم تلقیح احتمالا به دلیل افزایش غلظت آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه است که به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتری منجر می شود. در شرایط تنش خشکی در انتقال مواد غذایی در گیاه اختلال ایجاد می شود اما برخی از قارچ های مفید خاکزی مانند قارچ های میکوریز با تشکیل پرگنه در ریشه و افزایش سطح جذب آب و مواد غذایی، تولید در گیاهان زراعی تحت تنش را بهبود می بخشد (Al-karaki et al,۲۰۰۴).

گونه های *Trichoderma* قارچ هایی هستند که تقریبا در تمام خاک ها وجود دارند. این قارچ ها معمولترین گونه های قابل کشت هستند. این قارچ ها در مکان های با گسترش زیاد ریشه فراوان هستند. گونه‌های فعال این قارچ می‌توانند با هر روشی به خاک یا بذر (آب آبیاریبا تلقیحبا بذر) افزوده شوند. یکی از کاربردهای مهم این قارچ ها استفاده از آنها در مبارزه بیولوژیک با بیمارگرها خاکزی از جمله *Pythium*، *Fusarium*، و... می باشد(Cook,۱۹۹۳). توانایی این قارچ ها در افزایش میزان رشد گیاه سال هاست که شناخته شده است این قارچ ها با افزایش سطح فعال ریشه باعث رشد بیشتر گیاه می شوند. همچنین، مشخص شده است که یکی از گونه های *Trichoderma* (*T. harzianum*) باعث افزایش مقدار ریشه های عمقی (بیشتر از یک متر در زیر سطح خاک) می‌شوند که این ریشه ها در گیاهانی مثل ذرت و گیاهان زراعی موجب افزایش مقاومت به خشکی می شوند (*Howell*,۲۰۰۲). Yedidia(۲۰۰۱) افزایش طول ریشه نخود، Kleifield(۱۹۹۲) بهبود ارتفاع گیاهچه فلفل سبز در کاربرد گونه *T. hamatum* گزارش کرده اند. ضرورت افزایش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی منجر به استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی شده که آلودگی های زیست محیطی جدی را ایجاد

کرده است. استفاده از عوامل بیولوژیک که در بهبود استفاده از عناصر غذایی موجود در خاک و تحریک رشد گیاهی نقش دارند جانشین مناسبی برای افزایش تولید با کم ترین اثرات اکولوژیکی می باشد (Hermosa,۲۰۱۲).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پاییز ۹۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با پنج تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. فاکتورها شامل سه سطح تنش خشکی (۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد آب قابل استفاده تخلیه شده باشد) و قارچ در چهار سطح (تلقیح میکوریزا، تریکودرما، میکوریزا و تریکودرما و عدم تلقیح) بودند.

عمل تلقیح تریکودرما

اعمال *Trichoderma* سه هفته بعد از کشت و بعد از مستقر شدن قارچ میکوریز در گلدان ها انجام گرفت. به ازای هر ۱۰۰۰ گرم خاک حدود ۲/۰ گرم زادمایه *Trichoderma* به کار برده شد، با توجه به این که وزن گلدان ها معادل ۲۹۴۰ گرم می باشد، بنابراین، زادمایه استفاده شده برابر ۶/۰ گرم می باشد.

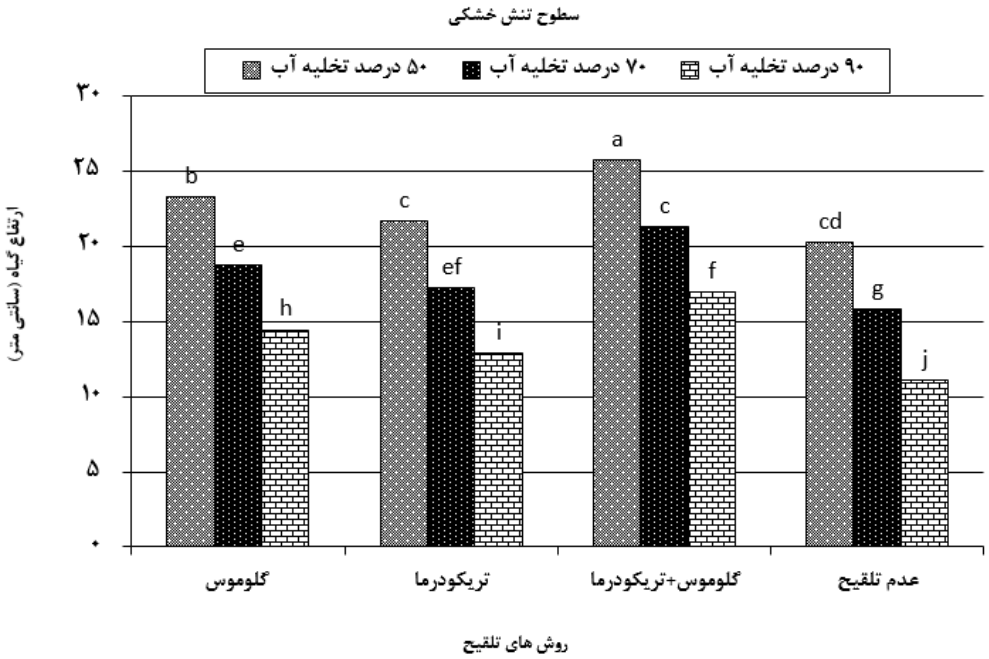
عمل تلقیح میکوریزا

قبل از کشت در گلدان های مربوط به واحدهای آزمایشی میکوریزی حفره هایی به عمق ۳ سانتی متر ایجاد شد و درون حفره ها زادمایه شامل هاگ، ریسه ها و ریشه گیاه شبدر از قبل کلونیزه شده با قارچ *G. intraradices* در هر حفره افزوده شد که میزان زادمایه استفاده شده ۲ گرم بود.

گلدان های پلاستیکی مورد استفاده در این آزمایش دارای قطر دهانه ۵.۱۶ سانتی متر بودند.در گلدان ها حفره هایی به عمق ۳ سانتی متر توسط میله شیشه ای ایجاد شد.سپس گیاهچه ها درون حفره قرار داده شدند. جهت اعمال تیمار تنش خشکی به صورت وزنی میزان درصد رطوبت خاک در دو سطح مکش ۳/۱ اتمسفر FC و ۱۵ اتمسفر PWP توسط دستگاه صفحه فشار تعیین گردید. سپس میزان آب قابل استفاده از تفاضل FC-PWP به دست آمد و آب قابل استفاده در حالت زراعی ۱۰۰ فرض شده و تیمارهای تنش نسبت به آن محاسبه شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده گردید.

جدول شماره ۱ بررسی ارتفاع گیاه شبدر دراثر تلقیح قارچ میکوریزا و قارچ *Trichoderma*

تنش خشکی روش های تلقیح	۵۰	۷۰	۹۰
تلقیح با میکوریزا	۳۱/۲۳	۷۵/۱۸	۴۶/۱۴
تلقیح با تریکودرما	۷۱/۲۱	۲۷/۱۷	۸۶/۱۲
تلقیح میکوریزا+تریکودرما	۷۹/۲۵	۳۵/۲۱	۹۴/۱۶
بدون تلقیح	۲۵/۲۰	۸۱/۱۵	۱۴/۱۱



شکل ۱ ارتفاع گیاه شبدر در اثر تلقیح قارچ میکوریزا و قارچ *Trichoderma*

نتایج و بحث

اثر متقابل تنش‌خشکی و میکوریزا نشان داد که در حضور و عدم حضور میکوریزا با افزایش خشکی از ارتفاع گیاه کاسته شد، قارچ‌های میکوریز آربسکولار به طور معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع گیاه در تمامی سطوح تنش خشکی نسبت به نمونه‌های غیرمیکوریزایی شد. همان طور که در جدول شماره یک مشاهده می شود بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به تلقیحهمزمان قارچ میکوریزا و تریکودرما در پایین ترین سطح خشکی با میانگین ۷۹/۲۵ سانتی متر می باشد.کم ترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمار شاهد وبیش ترین سطح خشکی با میانگین ۱۴/۱۱ می باشد.نتایج Sharma et al.,(۲۰۱۳)نشان داد که تلقیح دانه های برنج با قارچ تریکودرما به طور قابل توجهی باعث افزایش ارتفاع گیاه، طول ریشه، وزن تر و وزن خشک ریشه در مقایسه با تیمارهای شاهد در شرایط گلخانه شده است.تلقیح همزمان قارچ میکوریز وقارچ *Trichoderma* بر روی گیاه فلفل نیز نشان داد که باعث افزایش معنی دار در ارتفاع گیاه، وزن تر و وزن خشک ریشه شده است Parkash(۲۰۰۴).با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش نتیجه می شود که کاربرد همزمان قارچ میکوریزا و تریکودرما تاثیر بیش تری در افزایش ارتفاع گیاه شبدر نسبت به کاربرد هر کدام از قارچ ها به تنهایی داشته است.

منابع

صالح راستین، ن. ۱۳۸۰ کودهای بیولوژیک و نقش آن ها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. ۵-۱.

غلامی، ا. کوچکی، ع، مظاهری، د. و قلاوند، ا. ۱۳۷۸. ارزیابی اثرات گونه های مختلف قارچ میکوریزا از نوع ویسکولار(VAM) بر خصوصیات رشد ذرت. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۴ شماره ۳ صفحه ۱۴-۲۲.

مهربان، ا. داعی، گ. ، مهربان، م. ر.۱۳۸۶.نقش قار چهای همزیست میکوریزا در پیکار با خشک سالی. مجموعه مقالات اولین همایش خشک سالی و راهکارهای مقابله با آن، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، اول اسفند ۱۳۸۶. صفحه ۲۵-۳۲.

Al-Karaki, G. N. and Al-Raddad, A. ۲۰۰۴.Effect of arbuscularmycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance.Mycorrhiza. ۷: ۸۳-۸۸

Cook, R.J. ۱۹۹۳. Making greater use of introduced microorganisms for biological control of plant pathogens. Ann. Rev. Phytopathol. ۳۱:۵۳-۸۰.

Hassani, A., ۲۰۰۵. Effect of water deficit on growth, yield and essential oil herb Badrshbov. Iran. J. Medic. Aroma.Plants. ۲۲(۳), ۲۵۶-۲۶۱. [In Persian with English summary]

Hermosa R., Viterbo A., chet I., and Monte E.۲۰۱۲.Plant-beneficial effects of Trichoderma and of its genes. Microbiology, ۱۵۸:۱۷-۲۵

Howell, C.R. ۲۰۰۲. Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. Plant Disease. ۸۷:۴-۱۰.
Kleifield, O and Chet,I ۱۹۹۲ Trichoderma plant interaction and its effect on increased growth response. Plant Soil ۱۴۴, ۲۶۷ ۲۷۲.
Nahar, K. and Gretzmacher, R.۲۰۰۲. Effect of water stress on nutrient uptake, yield and quality of tomato (lycopersiconesculentum Mill.) under subtropical conditions. Die bodenkultur. ۵۳ (۱): ۴۵-۵۱.
Neumann, E. and George, E. ۲۰۰۹. The effect of arbuscularmycorrhizal root colonization on growth and nutrient uptake of two different cowpea (Vignaunguiculata L. Walp.) genotypes exposed to drought stress. Emir Faculty of food and Agriculture. ۲۱ (۲): ۰۱-۱۷.
Parkash, V. ۲۰۰۴.Mycorrhizal status of some ethno botanical plant of Himachal Pradesh, Ph.D. Thesis KurukshetraUniversity, Kurukshetra
Sharma, KK., in press. Morphological and molecular characterization of rhizospheric isolates of Trichoderma and determination of their biocontrol efficacy (Ph.D. thesis submitted to GBPUAT). Patnagar, India.
Smith, S. E., and Read, D. ۲۰۰۸.Mycorrhizal Symbiosis.Third Edition.Academic Press. San Diego. California.USA. ۷۶۹.
Yedidia, I., Srivastva, A.K., Kapulnik, Y., Chet, I., ۲۰۰۱. Effects of Trichodermaharzianum on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants.Plant Soil ۲۳۵, ۲۳۵ ۲۴۲.
Zehtabian, G. R., Azarnivand, H. and SharifiKashan, M.M. ۲۰۰۱. Effects of doughtand salinity stress on (Panicum antidotal, Agropyronintermedium, Avenabarbata). Journal of Natural Res of Iran. ۵۴(۴):۴۲۱-۹۰۴.

Abstract

The present research was performed in order to study the effect of the mycorrhizal fungus *Rhizophagusirregularis*, and the biological control fungus *Trichodermaasperelloides* on the growth of clover plants under drought stress conditions. The greenhouse study carried out following a completely randomized experimental design included two facors: fungal treatment in four levels (inoculation with *R. irregularis*, with *T. asperelloides*, with both, and with no fungus as control), and drought in three levels (۵۰,۷۰ and ۹۰ of available water discharge). Each treatment was of five replicates. The results indicated that the synchronous application of both fungi was of significant impact on plant growth promotion. The highest growth rate was obtained when both fungi were synchronously applied in the lowest level of drought stress while the lowest growth rate was recorded in the control plants grown under the conditions of the highest level of drought stress.

تولید بایوچار دارای قلیائیت مناسب از پسماندهای چوب نراد و باگاس نیشکر

سکینه نبی‌زاده [۱]، فردین صادق زاده [۲]، بهی جلیلی [۲]، سید مصطفی عمادی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاك دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۲- استادیار گروه علوم خاك دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده
تولید بایوچار روش مناسبی برای بهبود خصوصیات خاک، افزایش ذخیره کربن و کاهش آزادسازی گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. با توجه به قلیایی بودن عمده خاکهای ایران، تولید و استفاده از بایوچارهایی با کیفیت و قلیائیت مناسب بسیار امید بخش خواهد بود. هدف از این تحقیق بررسی برخی خصوصیات شیمیایی از قبیل CEC، EC، pH، درصد ماده آلی و عناصر مغذی بایوچارهای تولیدی از باگاس نیشکر و خرده چوب نراد در دو دمای مختلف (۳۰۰°c و ۶۰۰°c) می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که خصوصیات بایوچار تحت تأثیر دمای تولید شدن و ماده اولیه می‌باشد و و بایوچار تولید شده در دمای پایین از نظر قلیائیت برای خاک های قلیایی و آهکی مناسب می‌باشد.

کلید واژه: بایوچار، باگاس نیشکر، خرده چوب نراد

مقدمه
امروزه تولید بیش از حد ضایعات آلی طی فعالیت‌های کشاورزی به یک نگرانی تبدیل شده است. ضایعات کشاورزی غنی از ترکیبات آلی و سایر عناصری است که گیاه به آن‌ها نیاز دارد. در نتیجه استفاده از آن‌ها در زمین‌های کشاورزی با دیدگاه بهبود خصوصیات خاک خوشایند می‌باشد. البته استفاده از این ضایعات بدون هیچ اصلاحی گاهی موجب ایجاد مشکل می‌شود ((Westerman and Bicudo, ۲۰۰۵). بایوچار، زغال زیستی بدست آمده از تجزیه حرارتی طیف گسترده ای از بیومس غنی از کربن در دمای ۲۰۰ -۹۰۰°c در شرایط کمبود و یا عدم وجود اکسیژن است (Shackley et al, ۲۰۱۲ ;Yao et al, ۲۰۱۲; Ahmad et al, ۲۰۱۴). پیرولیز تکنولوژی‌ای می‌باشد که می‌تواند بیومس را در شرایط نبود اکسیژن به محصولاتی با ارزش بالاتری مثل روغن زیستی و بایوچار تبدیل کند ((Lehman and Joseph, ۲۰۰۹). تولید بایوچار موجب کاهش تولید گازهایی می‌شود که می‌تواند باعث گرمایش جهانی شود (Laird, ۲۰۰۸). افزودن بایوچار به خاک موجب ذخیره کردن کربن در خاک می‌شود و خصوصیت خاک را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این انرژی زیستی که طی فرایند تولید بایوچار به وجود می‌آید دارای پتانسیل جایگزینی سوخت‌های فسیلی است (.(Lehman, ۲۰۰۷ با توجه به ساختار مولکولی، بایوچار از نظر شیمیایی و بیولوژیکی نسبت به شکل کربن اصلی (بیومس) پایدارتر می‌باشد (Shafie et al, ۲۰۱۲). خصوصیات بایوچار تولیدی به دمای تولید و نوع بیومس مصرفی بستگی دارد. بایوچارهایی که از مواد مختلف تهیه می‌شوند، تخلخل، سطح ویژه و مقدار گروه‌های عاملی آن‌ها باهم متفاوت است (Tang et al, ۲۰۱۳). مطالعه ای در زمینه تأثیر کربن سیاه بر روی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک انجام شده است و بیان نمودند که بایوچار به واسطه بار منفی زیادی که دارد، می‌تواند مستقیماً مواد مغذی دارای بار مثبت را نگه دارد و در نتیجه آبشویی مواد مغذی را کاهش می‌دهد (Liang et al, ۲۰۰۶). بسته به نوع ماده خام اولیه و دمای تولید، بایوچار می‌تواند مشکل اسیدیته خاک را برطرف کند و به عنوان منبع مواد مغذی محسوب شود، همچنین بایوچار دارای این پتانسیل می‌باشد که شیمی محلول خاک را تغییر دهد، در نتیجه روی رشد گیاهان تأثیر گذار می‌باشد (Singh et al, ۲۰۱۰).
اکثر مطالعات انجام شده در مورد کاربرد بایوچار بر روی خاک اسیدی بوده و بایوچارهای تولید شده اکثراً دارای pH و EC بالایی هستند ((Singh et al, ۲۰۱۰; Wu et al, ۲۰۱۲). با توجه به اینکه در خاک ایران مقادیر pH و EC بالاست، لذا بقایای کشاورزی و یا سایر منابع زیست توده استفاده شده جهت تولید بایوچار می‌بایست طوری باشند که بعد از فرایند تولید دارای pH و EC پایینی باشند. در نتیجه هدف از این آزمایش بررسی تولید بایوچار از باگاس و نراد و بررسی تأثیر دمای مورد استفاده بر خصوصیات بایوچار های مذکور جهت استفاده از خاک آهکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها
تهیه بایوچار
بایوچارهای استفاده شده از تجزیه حرارتی پسماندهای باگاس نیشکر و خرده چوب نراد تهیه شدند. ابتدا نمونه‌های مواد خام در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردیده، سپس در کوره به مدت ۳ ساعت در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به بایوچار تبدیل خواهند شد.
خصوصیات شیمیایی بایوچار
برای محاسبه درصد عملکرد و خاکستر تولید شده بایوچارها به ترتیب از فرمول ۱ و ۲ استفاده می‌شود.

(۱)

(۲)

برای تعیین pH و EC بایوچارها نسبت ۱:۱۰(آب ۱۰ میلی‌لیتر: ۱گرم بایوچار) از آن‌ها تهیه شده، سپس برای مدت ۱ ساعت شیک شده و به ترتیب با دستگاه pHمتر و ECمتر قرائت گردیدند. مقدار نیتروژن بایوچار به روش کجلدال، درصد ماده آلی بایوچار با استفاده از اختلاف وزن بایوچار و خاکستر باقی مانده حاصل از سوزاندن با آب اکسیژنه بدست آمده است. میزان خاکستر کل بایوچار از طریق قرار دادن بایوچار در دمای ۸۵۰درجه سانتی‌گراد برای مدت ۱۲ ساعت بدست آمد. ظرفیت تبادل کاتیونی بایوچارها از طریق جانشینی تمامی کاتیون‌های قابل تبادل با استات سدیم در pH برابر ۲/۸ و جایگزینی با استات آمونیوم تعیین شد. میزان عناصر کلسیم، پتاسیم، سدیم، فسفر، آهن، منگنز، مس و روی بایوچارها با استفاده از خاکستر بدست آمده از اکسید کردن بایوچارها توسط H_2O_2 اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی بایوچارهای ساخته شده در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. بایوچارهای تولید شده در دماهای مختلف دارای رنج متفاوتی از عملکرد بوده‌اند. بایوچار نراد ۳۰۰°c دارای بیشترین مقدار عملکرد و بایوچار باگاس ۶۰۰°c دارای کمترین میزان عملکرد بوده‌اند. با افزایش در دمای تولید، میزان عملکرد باگاس نیشکر از % ۳۱/۴۹ به % ۲۴/۳۶ و میزان عملکرد بایوچار نراد از % ۴۷/۷۹ به % ۹۴/۳۰ کاهش یافته است (جدول ۱). به طور کلی با افزایش دمای تولید، میزان عملکرد بایوچارها کاهش می‌یابد (Wu et al, ۲۰۱۲). میزان خاکستر تولید شده در دمای ۸۵۰°c برای بایوچار باگاس ۶۰۰°c بیشترین مقدار و برای بایوچار نراد ۳۰۰°c کمترین مقدار بدست آمده است (جدول ۱). با افزایش دمای تولید، میزان خاکستر تولید شده از بایوچار افزایش و میزان مواد فرار کاهش می‌یابد. در نتیجه دمای تولید بالا، موجب به وجود آمدن بایوچارهای پایدارتر و مستحکم‌تری می‌شود (Singh et al, ۲۰۱۰; Wu et al, ۲۰۱۲). افزایش دمای تولید موجب شده تا میزان pH بایوچار باگاس از ۱/۶ به ۱۰ و بایوچار نراد از ۹/۶ به ۵/۸ افزایش یابد. نتایج نشان می‌دهد با افزایش دمای ساخت بایوچار، pH افزایش می‌یابد که به دلیل تجمع اکسیدهای فلزی قلیایی در مواد اولیه طی فرایند تولید می‌باشد (Uzoma et al, ۲۰۱۱). روند تغییر pH با افزایش در دمای ساخت بایوچار با مقدار خاکستر تولید شده مطابقت داشته است. این موضوع به وسیله نمک‌های عناصر قلیایی و قلیایی خاکی (Na, K, Ca, Mg) و کلسیت توجیه می‌شود که از اجزای اصلی سازنده خاکستر می‌باشند (Singh et al, ۲۰۱۰). مقادیر EC اندازه گیری شده در رنج ۳/۰ -۸/۲ $dS.m^{-1}$ قرار دارد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش دمای ساخت بایوچار، EC افزایش می‌یابد. مقادیر EC بالا نشان‌دهنده وجود مقادیر بالای نمک‌های محلول در آب در این بایوچارها می‌باشد. به طور کلی بایوچارهای ساخته شده در دمای پایین دارای گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار و CEC بیشتری می‌باشند (Tan et al, ۲۰۱۵)، در نتیجه ظرفیت خاک برای نگهداری کاتیون‌های مغذی به شکل قابل دسترس برای گیاه افزایش می‌یابد.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی بایوچارهای باگاس نیشکر و خرده چوب نراد

نمونه	عملکرد	خاکستر	pH (۱:۱۰)	EC	CEC
	%			$dS.m^{-1}$	$Cmolc.kg^{-1}$
باگاس نیشکر ۳۰۰°c	۳۱/۴۹	۰۳/۰	۱/۶	۶/۰	۰۵/۸۴
باگاس نیشکر ۶۰۰°c	۳۶/۲۴	۰۸/۰	۱۰	۸/۲	۱۵/۳۱
نراد ۳۰۰°c	۴۷/۷۹	۰۱/۰	۹/۶	۳/۰	۲۵/۲۸
نراد ۶۰۰°c	۹۴/۳۰	۰۲/۰	۵/۸	۱/۱	۹۶/۱۱

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی بایوچارهای باگاس نیشکر و خرده چوب نراد

نمونه	N	OM	Na	Ca	K	Fe	Zn	Cu	Mn
	%		$mg.g^{-1}$						
باگاس نیشکر ۳۰۰°c	۷۲/۰	۴/۹۳	۶۳۳/۱	۲۴۲/۰	۱۵۵/۸	۱۸۰۵/۰	۰۸۸۵/۰	۰۱۱۶/۰	۰۲۱۳/۰
باگاس نیشکر ۶۰۰°c	۷۱/۰	۱۶/۸۷	۹۶۰/۲	۴۸۴/۰	۳۰/۱۱	۵۴۲۳/۰	۱۱۵۵/۰	۰۱۳۵/۰	۰۳۴/۰
نراد ۳۰۰°c	۱۳/۰	۳/۹۳	۵۵۶/۱	۱۸۹/۱	۵۲۷/۰	۴۵۶۱/۰	۰۹۲/۰	۰۰۸۵/۰	۱۲۲۶/۰

۲۸۹/۰	۰۱۰۵/ ۰	۱۵۳/۰	۰۹۱۶/ ۱	۱۱۳/ ۱	۲۰۶/ ۱	۲۶۵/ ۲	۳۳/۷ ۸	۲۱/۰	نراد ۶۰۰ ^{c}

تغییر در دمای تولید بر روی میزان نیتروژن اندازه‌گیری شده تأثیر می‌گذارد (جدول ۲). بدین صورت که افزایش دمای تولید غالباً موجب کاهش میزان نیتروژن بایوچارها می‌گردد (Kim et al, ۲۰۱۳). در این مطالعه با افزایش دمای تولید، درصد نیتروژن نراد افزایش یافته است که احتمالاً به دلیل هضم نشدن کامل بایوچار طی فرایند هضم تر می‌باشد. لازم به ذکر است مقدار نیتروژن بایوچارها به نوع ماده اولیه مورد استفاده، تکنولوژی تولید، شیب حرارتی و دمای تولید بستگی دارد (Lee et al, ۲۰۱۰). با افزایش دمای تولید، میزان ماده آلی بایوچارها کاهش یافته است (جدول ۲). نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که افزایش دمای تولید، موجب افزایش میزان عناصر ماکرو (کلسیم، پتاسیم و سدیم) و عناصر میکرو (منگنز، روی، مس و روی) شده است که با نتایج سایرین مطابقت داشته است(Wu et al, ۲۰۱۲; Singh et al, ۲۰۱۰) .

نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان می‌دهد که بایوچارهای تولیدی در دمای پایین برای اصلاح خاک‌های آهکی مناسب می‌باشند. همچنین به دلیل بالا بودن عناصر مغذی موجود در بایوچارهای تولیدی می‌توان از آن‌ها به عنوان کود مناسب برای اصلاح خاک استفاده کرد. بنابراین تولید بایوچار راهکار مناسبی برای مدیریت بقایای گیاهی است.

منابع

Ahmad M., Rajapaksha A. U., Lim J.E., Zhang M., Bolan N., Mohan D., Vithanage M., Lee S. S. and Ok Y. S. ۲۰۱۴. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water.Chemosphere, ۹۹: ۱۹- ۳۳.

Kim W.K; Shim T; Kim Y. S; Hyun S; Ryu C; Park Y. K. and Jung J. ۲۰۱۳. Characterization of cadmium removal from aqueous solution by biochar produced from a giant Miscanthus at different pyrolytic temperatures. Bioresource Technology, ۱۳۸: ۲۶۶-۲۷۰.

Liang B., Lehmann J., Solomon D., Kinyangi J., Grossman J. and O'Neill B. ۲۰۰۶. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of American Journal, ۷۰: ۱۷۱۹-۱۷۳۰.

Liard D. A. ۲۰۰۸. The charcoal vision : a win- win- win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. Agron Journal, ۱۰۰: ۱۷۸-۱۸۱.

Lee J.W., Kidder M., Evans B.R., Paik S., Buchanan A.C., Garten C.T. and Brown R.C. ۲۰۱۰. Characterization of biochars produced from cornstovers for soil amendment. Environmental Science and Technology, ۴۴: ۷۹۷۰-۷۹۷۴.

Lehmann J. ۲۰۰۷. A handful of carbon. Nature, ۴۴۷: ۱۴۳-۱۴۴.

Lehman, J., Joseph, S., ۲۰۰۹. Biochar for environmental management. science and technology. Earthscan Publishes, pp: ۴۱۶.

Shackley S., Carter S., Knowles T., Middelink E., Haefele S., Sohi S., Cross A. and Haszeldine S. ۲۰۱۲. Sustainable gasification-biochar systems? A case-study of rice-husk gasification in Cambodia, Part ۱: Context, chemical properties, environmental and health and safety issues. Energy Policy, ۴۲: ۴۹-۵۸.

Shafie S.T., Mohd M.A., Salleh., Hang L.L., Rahman M. and Ghani W. ۲۰۱۲. Effect of pyrolysis temperature on the biochar nutrient and water retention capacity. Journal of Purity, Utility Reaction and Environment, ۱۶: ۳۲۳-۳۳۷.

Singh B., Singh B.P. and Cowie A.L. ۲۰۱۰. Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. Australian journal of soil research, ۴۸: ۵۱۶-۵۲۵.

Sohi S.P. ۲۰۱۲. Carbon storage with benefits. Science, ۳۳۸: ۱۰۳۴-۱۰۳۵.

Tan X., Liu Y., Zeng G., Wang X., Hua X., Yanling Gu Y.and Yang Z. ۲۰۱۵. Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solution. Chemosphere.

Tang J., Zhu W., Kookana R. and Katayama A. ۲۰۱۳. Characteristics of biochar and its application in remediation of contaminated soil- Review. Journal of Bioscience and Bioengineering, ۱۱۶: ۶۵۳-۶۵۹.

Uzoma K. C., Inous M., Andry H., Fujimaki H., Zahoor A. and Nishihara E. ۲۰۱۱. Effect of manure biochar on maize productivity under sandy soil condition. Soil use manage, ۲۷: ۲۰۵- ۲۱۲.

Westeman P.W. and Bicudo J. R. ۲۰۰۵. Management considerations for organic wastes use in agriculture. Bioresour. Technol, ۹۶: ۲۱۵-۲۲۱.

Wu W., Yang M., Feng Q., McGrouther K., Wang H., Lu H. and Chen Y. ۲۰۱۲. Chemical characterization of rice straw-derived biochar for soil amendment. Biomass and bioenergy, ۴۷: ۲۶۸-۲۷۶.

Yao,Y., Gao, B. Zhang, M. Inyang, M. and Zimmerman, A. ۲۰۱۲. Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil. Chemosphere, ۸۹: ۱۴۶۷-۱۴۷۱.

Abstract

Biochar production is a promising method to improving soil fertility, increasing carbon storage and decreasing green house gasses. Due to the alkaline soil of Iran, production and use of biochars with proper quality and alkalinity could be very promising approach. This study was undertaken to determine some characteristics of biochars such as pH, EC, CEC,organic matter percentage and elemental nutrients produced from sugarcane bagasse and dicer wood produced chips at two different temperatures (۳۰۰ $^{\circ}C$ and ۶۰۰ $^{\circ}C$). Results showed that biochar properties are influenced by preparation temperature and feedstock.The biochars produced at lower temperature from both feedstock were suitable to use in alkaline/calcareos soils.

ارزیابی آزمایشگاهی و گلخانه ای یک نوع کلات آهن تولید داخل (pzt-Fe)

علی اصغر شهابی [۱]، اسماعیل حقیقت [۲]، محمد صادق حاتمی پور [۳]
۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ۲- کارشناس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ۳- عضو هیأت علمی گروه مهندسی شیمی دانشگاه اصفهان

چکیده

استفاده از ترکیبات آهن به صورت کلات به گونه ای که از پایداری لازم در شرایط خاک برخوردار باشد، از جمله راهکارهای مقابله با کمبود آهن است. مناسب ترین کلات آهن در شرایط خاک های آهکی، سکوسترون ۱۳۸ آهن (Fe-EDDHA) می باشد و در بسیاری از موارد مصرف آن در عرصه باغ ها و مزارع مقرون به صرفه نمی باشد. تلاش های زیادی در جهت تولید کلات آهن مناسب در داخل کشور صورت گرفته تا جایگزینی برای نوع خارجی باشد. این پژوهش بر روی یک نوع کلات آهن تولید داخل(pzt-Fe) محصول شرکت توسعه فناوری حکمت ایرانیان با هدف بررسی کیفیت ترکیب و نیز مقایسه اثربخشی آن در مقایسه با سکوسترون ۱۳۸ آهن (وارداتی) انجام شد. نتایج حاصل از اندازه گیری های آزمایشگاهی نشان داد ،کلات مورد آزمایش تولید داخل در مقابل pH های ۵ ، ۶ ،۷ و ۵/۸ مانند سکوسترون ۱۳۸ آهن کاملاً پایدار بوده به طوری که تغییری در میزان آهن کل اندازه گیری شده در تمامی pH های ذکر شده وجود نداشت. علاوه بر این غلظت آهن کل در کلات آهن تولید داخل وکلات آهن وارداتی (سکوسترون ۱۳۸ آهن) به ترتیب ۵/۷ و ۶ درصد بود. آزمایشات گلخانه ای بر روی سه گیاه سویا، ذرت و کدو که در قالب طرح آماری کاملا تصادفی و در سه تکرار انجام شد نیز نشان داد اضافه کردن کلات آهن تولید داخل به دلیل پایداری در شرایط خاک همانند کلات آهن وارداتی (سکوسترون ۱۳۸ آهن) سبب افزایش میزان آهن قابل جذب در خاک گردیده است. در مورد دو گیاه ذرت و سویا تیمارهای مصرف کلات آهن تولید داخل و کلات خارجی هر دو بطور معنی داری سبب افزایش شدت سبزی برگ و غلظت آهن در اندام هوایی شده بود لکن در ذرت وزن خشک اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان نداد در حالیکه این افزایش وزن خشک در گیاه سویا در هر دو تیمار در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی داری داشت. در مورد گیاه کدو هیچکدام از شاخص های گیاهی مورد اندازه گیری مربوط به تیمارهای مصرف کلات آهن تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشتند.

واژه های کلیدی: کلات آهن ، اثربخشی ، پایداری.

مقدمه

کمبود آهن در گیاهان و به ویژه درختان میوه به عنوان یک عارضه متداول در خاک های آهکی می باشد. یکی از روش های درمان کمبود آهن در این خاک ها استفاده از ترکیبات کلات شده با آهن است. بسیاری از کلات های آهن در pH بالا ناپایدار بوده و برای مصرف در خاک های آهکی مناسب نیستند. Fe-EDDHA با نام تجارتی سکوسترون ۱۳۸ آهن تنها کلات آهنی است که در شرایط خاک های آهکی پایدار است. pH خاک های آهکی معمولا بین ۵/۷ تا ۲/۸ مي‌باشد . پایداری این کلات با آهن سه ظرفیتی بسیار بالا مي‌باشد. هنگامی که آهن متصل به کلات، احیا و دو ظرفیتی شود اتصال بین آهن و عامل کلات کننده بسیار سست شده و این دو از هم جدا مي‌شوند. این عمل در مجاورت ریشهٔ گیاه رخ مي‌دهد. ریشه گیاهان، به ویژه گیاهان راهبردی I، دارای قدرت احیاء کنندگی بالا مي‌باشند. آهن دو ظرفیتی حاصل، جذب ریشه شده و عامل کلات کننده دوباره با آهن دیگری پیوند برقرار مي‌کند (Marschner, ۱۹۹۵).. رسوبات آهن دار موجود در خاك مي‌توانند منبع تأمین آهن برای عامل کلات کننده باشند. به همین علت تنها درصد کمی از آهن جذب شده در گیاه از آهن موجود در کلات بوده و بقیه از آهن بومی خاك تأمین مي‌شود. این روند تا هنگامی که عامل کلات کننده تجزیه میکروبی نشود، ادامه مي‌یابد. قیمت گران کلات های آهن مهمترین عامل بازدارنده مصرف آنها مي‌باشد به گونه ای که در موارد محدودی مقرون به صرفه مي‌باشد (سمر، ۱۳۷۷). در این شرایط تلاش های زیادی توسط محققین داخلی برای تولید کلات آهن مناسب خاک های آهکی کشور صورت گرفته و یا در حال انجام است که بسیاری از این ترکیبات تولید شده در مراحل اولیه ارزیابی در آزمایشگاه، شامل آزمون پایداری کلات مورد نظر در مقابل pH معادل ۸ تا ۱۰، فاقد کارآیی لازم تشخیص داده می شوند و برخی نیز از پایداری خوبی برخوردار بوده و در مرحله ارزیابی اثر بخشی آن در گلخانه یا مزرعه دارای اثرات کم تا نسبتاً خوب هستند. لذا این مطالعه بر روی یک نوع کلات آهن تولید داخل، جهت ارزیابی در مراحل آزمایشگاهی و میزان اثر بخشی آن در شرایط گلخانه بر روی سه گیاه صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

ارزیابی مقدماتی (آزمایشگاهی)

در مرحله ارزیابی مقدماتی، پایداری کلات آهن(pzt-Fe) تولیدی توسط شرکت توسعه فناوری حکمت ایرانیان در مقابل pH های ۵ ، ۶ ، ۷ و ۵/۸ مورد بررسی قرار گرفت. به علاوه از سکوسترون آهن(Fe-EDDHA) به عنوان مرجع و مبنای مقایسه استفاده گردید. در این قسمت از هر دو ترکیب به طور جداگانه محلول ۱ درصد تهیه و سپس محلول ۰۰۱/۰ و ۰۰۰۱/۰ (ده هزار برابر رقت) نیز تهیه و سطوح pH بر آن اعمال گردید. پس از ۲۴ ساعت از زمان اعمال تیمار pH ، وضعیت ظاهری محلول از نظر تشکیل رسوب یا لخته شدن مورد بررسی و سپس غلظت آهن توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد.

آزمایش ستون خاک

جهت بررسی میزان تحرک آهن از منابع مختلف از استوانه هایی به ارتفاع ۴۰ و قطر ۱۵ سانتیمتر استفاده گردید. در کف استوانه ها سوراخ هایی برای خروج زه آب تعبیه شد و تا ارتفاع ۲۰ سانتیمتر از خاک مورد استفاده در آزمایش گلخانه ای پر گردید و سپس محلول ۱ در هزار آهن از ترکیبات مختلف تهیه و به میزان ۲ لیتر به هر کدام از تیمارها (کلات آهن مورد آزمایش و کلات آهن وارداتی) اضافه گردید و طی مدت زمان ۲۴ ساعت زه آب خروجی جمع آوری و غلظت آهن در زه آب اندازه گیری گردید. در این آزمایش به تیمار شاهد ۲ لیتر آب معمولی اضافه گردید. لازم به یادآوری است که هر تیمار آزمایش در سه تکرار انجام شد.

ارزیابی میزان اثر بخشی (آزمایش گلخانه ای)

به منظور بررسی میزان اثر بخشی کلات آهن مورد نظر، آزمایش گلخانه ای بر روی سه گیاه مختلف در قالب سه طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تیمار و در سه تکرار در محل گلخانه تحقیقاتی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان اجرا گردید. گیاهان مورد استفاده ذرت (*Zea mays*)، سویا (*Glycine max*) به عنوان گیاه شاخص و حساس به کمبود آهن و کدو (*Cucurbita maxima*) بود.

آزمایش به صورت گلدانی و کشت در محیط خاک صورت گرفت. قبل از انتقال خاک به گلدان ها خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن شامل: بافت (به روش هیدرومتری) ، درصد آهک (به روش تیتراسیون) ، موادآلی (به روش والکی و بلاک) ، شوری، ازت کل (به روش کجلدال)، فسفر و پتاسیم قابل جذب (به روش استات آمونیوم و دستگاه فلیم فتومتر)، آهن، روی ، مس و منگنز قابل جذب به روش عصاره گیری با DTPA و با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. هر گلدان ۳ کیلوگرمی به منزله یک واحد آزمایشی منظور شد که سه گیاه در آن کشت گردید. ضمناً ابتدا بذر گیاهان در جعبه نشاء در محیط پیت ماس کشت گردید و پس از ۲۵ روز به گلدان های اصلی منتقل شدند. تیمار های مورد استفاده در هر آزمایش به شرح زیر بود.

T۱- تیمار شاهد (عدم مصرف کلات آهن)، T۲- تیمار مصرف کلات آهن تولید داخل (Pzt-Fe) و T۳- تیمار مصرف کلات آهن وارداتی یا (سکوسترون ۱۳۸آهن (Fe -EDDHA)) مصرف کلات آهن در تیمار های دوم و سوم طی دو نوبت و به میزان ۱ گرم برای هر گلدان در هر نوبت و به صورت کود آبیاری بود. اولین نوبت مصرف ۱۵ روز بعد از انتقال نشاء و دومین نوبت یک هفته بعد از نوبت اول بود. پس از گذشت هفت هفته از زمان انتقال نشاء و قبل از برداشت ، شدت سبزی برگ ها با استفاده از دستگاه کلروفیل متر مدل اسپاد ۵۰۲ اندازه گیری شد و بعد از آن گیاهان کف بر گردیده و پس از آماده سازی نمونه ها عملکرد ماده خشک اندام هوایی و غلظت آهن در هر یک از تیمار ها اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج توسط نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین ها توسط آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

خاک مورد استفاده دارای بافت نسبتاً سنگین (لوم رسی) ، فاقد شوری و دارای میزان آهک نسبتاً بالایی بوده و شرایط معمول خاک های منطقه را دارا بود. خاک از نظر مواد آلی فقیر و غلظت فسفر و پتاسیم قابل جذب و عناصر ریز مغذی روی، مس و منگنز به اندازه ای بود که نیاز به افزودن این عناصر به خاک نبود. اندازه گیری غلظت آهن در ترکیبات کلاتی به کار رفته در آزمایش، نشان داد که غلظت آهن درسکوسترون آهن(Fe-EDDHA) برابر ۶ درصد و در نمونه کلات آهن تولید داخل ۵/۷ درصد است. مشاهدات ظاهری مربوط به نمونه های با درجه رقت ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ که با pH معادل ۵، ۶ ، ۷ ، ۵/۸ و ۱۰ تیمار گردیده بودند، پس از گذشت ۲۴ ساعت فاقد هر گونه رسوب و یا لخته شدن بودند ولی در pH معادل ۱۰ کلات آهن تولید داخل به مقدار بسیار جزئی دارای رسوب بود. اندازه گیری مقدار آهن بدون تکان دادن نمونه ها پس از مدت زمان ۲۴ ساعت حاکی از عدم تفاوت معنی دار غلظت آهن در تیمارهای pH معادل ۶ ، ۷ و ۵/۸ بود ولی میزان آهن در نمونه تولید داخل در pH معادل ۱۰ به میزان ۵/۲۲ درصد کاهش یافته بود. از آنجا که pH معمول خاک های زراعی کشور (خاک های آهکی) بیشتر در محدوده ۲/۷ تا ۸ می باشد، لذا این کاهش غلظت در pH معادل ۱۰چندان حائز اهمیت نمی باشد. جدول شماره ۱ نتایج تجزیه واریانس مربوط به غلظت آهن در زه آب خروجی از ستون های خاک را نشان می دهد. چنانکه از این جدول بر می آید، تفاوت معنی داری بین غلظت آهن محلول در زه آب خروجی از تیمارها وجود ندارد و این نتیجه حاکی از عدم تحرک آهن در ستون خاک مورد آزمایش حتی در تیمار سکوسترون آهن بوده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به غلظت آهن محلول در زه آب خروجی از ستون خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		غلظت آهن محلول در زه آب

تکرار	۲	۰۰۹۹/۰ ns
تیمار	۲	۵۵۷۶/۰ ns
خطا	۴	۳۳۵۳/۰

cv=۱۴/۶

.غیر معنی‌دار می‌باشد ns

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر تیمارها بر میزان آهن قابل جذب خاک ، شدت سبزی برگ، وزن خشک و غلظت آهن در اندام هوایی گیاه ذرت را نشان می دهد. چنانکه جدول نشان می دهد تیمارهای مورد استفاده اثر معنی داری (در سطح ۱ درصد) بر میزان آهن قابل جذب ، شدت سبزی برگ و غلظت آهن در اندام هوایی ذرت داشته، ولی این اثر بر وزن خشک اندام هوایی معنی دار نبوده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر تیمارها بر خصوصیات مورد اندازه گیری در آزمایش ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		آهن قابل جذب در خاک	شدت سبزی برگ	وزن خشک اندام هوایی	غلظت آهن در اندام هوایی
تکرار	۲	۶۰/۰ ns	۱۱/۳ ns	۲۵/۱ ns	۴۴/۱۹۲ ns
تیمار	۲	۶۴/۴۰ **	۷۷/۸۴ **	۷۵/۷ ns	۶۴/۴۸۳۰ **
خطا	۴	۲۷/۰	۹۴/۳	۲۳/۶	۱۱/۲۱۱
		cv=۸۴/۶	cv=۱۶/۶	cv=۸۲/۱۳	cv=۷۱/۱۱

** در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده و n.s غیر معنی‌دار می‌باشد.

میزان آهن قابل جذب خاک در تیمارهای کلات آهن در مقایسه با تیمار شاهد بیش از دو برابر افزایش یافت.این نتیجه حاکی از پایداری بالای کلات آهن تولید داخل و قابل رقابت بودن و جایگزین مناسب این ترکیب از نظر پایداری در مقایسه با سکوسترون ۱۳۸ آهن است. شدت سبزی برگ در تیمارهای دوم و سوم در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۲۷ و ۳۹ درصد افزایش یافت. از آنجا که میزان آهن قابل جذب خاک در محدوده کمبود قرار داشت لذا این نتیجه یعنی افزایش شدت سبزی برگ مؤید آن است که هر دو کلات مورد استفاده از کارایی خوبی جهت برطرف کردن زردی برگ ناشی از کمبود آهن را دارا بوده اند. غلظت آهن در تیمارهای دوم و سوم نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری داشت ولی دریک گروه آماری قرار گرفتند که این حاکی از اثرات مثبت و یکسان کلات آهن تولید داخل و کلات خارجی (سکوسترون ۱۳۸) بر غلظت آهن جذب شده توسط گیاه ذرت می باشد. تیمارهای مختلف آزمایش تأثیر معنی داری بر وزن خشک اندام هوایی ذرت نداشت و دلیل آن برداشت زودهنگام بوته ها در آزمایش بود و در صورت رشد بیشتر گیاه، اثرات مثبت آهن جذب شده در افزایش وزن خشک نیز ظاهر می شد. جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر تیمارها بر میزان آهن قابل جذب خاک ، شدت سبزی برگ، وزن خشک اندام هوایی و غلظت آهن در اندام هوایی گیاه سویا را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود تمامی شاخص های فوق بطور معنی داری تحت تأثیر کلات های آهن مورد استفاده در تیمار دوم و سوم قرار گرفته اند.

جدول ۳-نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر تیمارها بر خصوصیات مورد اندازه گیری در آزمایش سویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		آهن قابل جذب در خاک	شدت سبزی برگ	وزن خشک اندام هوایی	غلظت اهن در اندام هوایی
تکرار	۲	۱۱/۰ ns	۳۳/۱ ns	۳۶/۰۰	۰۰/۴ ns
تیمار	۲	۳۷/۴۴ **	۰۰/۹۱ *	۲۲/۰۰	۳۳/۴۷۹۰ *
خطا	۴	۳۳/۰	۳۳/۱۰	۰۳/۰	۳۳/۳۹۹
		cv=۶۱/۶	cv=۶۱/۱۲	cv=۵۶/۱۲	cv=۳۲/۲۰

* در سطح ۵ درصد و** در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و ns غیر معنی‌دار می‌باشد.

کلات آهن وارداتی (سکوسترون ۱۳۸ آهن) سبب افزایش بیشتر غلظت آهن قابل جذب در خاک در مقایسه با کلات تولید داخل شد و این پدیده می تواند بیانگر پایداری بیشتر کلات آهن وارداتی نسبت به کلات آهن تولید داخل در خاک باشد. تیمارهای مورد استفاده اثرات یکسانی در افزایش میزان سبزی برگ ها در مقایسه با شاهد داشت. شدت سبزی برگ با افزایش غلظت آهن در اندام هوایی گیاه انطباق دارد که این امر نشان از تأثیر آهن جذب شده از منابع مختلف کودی بر ساخت کلروفیل و ایجاد سبزینگی بیشتر در این تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد است. هر دو منبع کودی سبب افزایش معنی دار وزن خشک اندام هوایی گردید. جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر تیمارها بر میزان آهن قابل جذب خاک ، شدت سبزی برگ، وزن خشک اندام هوایی و غلظت آهن در اندام هوایی گیاه کدو را نشان می دهد.

جدول ۴ -نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر تیمارها بر خصوصیات مورد اندازه گیری در آزمایش کدو

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		اهن قابل جذب در خاک	شدت سبزی برگ	وزن خشک اندام هوایی	غلظت اهن در اندام هوایی
تکرار	۲	۰۱/۰ ns	۴۴/۱۹ ns	۲۱/۰ ns	۴۴/۳۲۱ ns
تیمار	۲	۱۷/۵۰**	۴۴/۲۳ ns	۵۶/۱ ns	۳۳/۴۹۱۶**
خطا	۴	۵۴/۰	۷۷/۴	۹۴/۴	۶۶/۳۰۶
		cv=۳۹/۸	cv=۱/۶	cv=۰۷/۱۴	cv=۸۳/۱۱

** در سطح ۱ درصد معني‌دار بوده و n.s غير معني‌دار مي‌باشد.

تیمارهای مورد آزمایش بر وزن خشک اندام هوایی ، شدت سبزی برگ و غلظت آهن در اندام هوایی گیاه اثر معنـی داری نداشـتند ولی غلظت آهن قابل جذب خاک بطور معنی داری (در سطح ۱ درصد) افزایش یافت. به نظر می رسـد اگـر چـه مصـرف کلات آهـن سبب افزایش غلظت آهن در خاک گردیده است ولی گیاه کدو با وجود آهک بالای خاک و بالا بودن غلظت بی کربنات ناشی از وجود آهک و به دنبال آن مشکل کمبود آهن که در بسیاری از گیاهان اتفاق می افتد، توانسته است در ایـن شـرایط آهـن مـورد نیـاز خـود را جذب کرده ودر متابولیسم مصرف نماید، لذا مصرف آهـن در خـاک سـبب افزایـش رشـد و همچنیـن افزایـش شـدت سـبزی بـرگ در مقایسه با تیمار شاهد نگردیده است.

منابع

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. ۲nd (ed.), Academic Press, New York.

سمر، سید محمود ۱۳۷۷ رفع کلروز آهن درختان سیب از طریق تماس جزئی ریشه با مواد فاقد کربنات کلسیم پایان نامه دکتری گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران .

Abstract

Iron deficiency in soils could be overcome by using chelated Iron compounds that remain stable in soil conditions. The suitability of Sequestrene® ۱۳۸ for preventing iron chlorosisand protecting iron availability in the most challenging soils that are alkaline or calcareousis already proved, but the high price of this micronutrient is the most prohibitive factor for its vast use by farmers.

Several attempts have been made by Iranian researchers for production of domestic iron chelates. The present study is carried out for investigation and comparison of a domestic iron chelate named pzt-Fe (produced by Hekmat Iranian Technology Development Co., Isfahan, Iran) with Sequestrene® ۱۳۸. The results indicated that pzt-Fe is stable in a wide range of pH's from ۵-۸.۵ and no change is observed in its total iron content at all pH's.

In addition, the iron concentration in pzt-Fe and Sequestrene® ۱۳۸were ۷.۵ and ۶%, respectively.

The results of greenhouse tests on three soybean, corn and squash showed that the action of pzt-Fe addition to soil is the same as that observed by the addition of Sequestrene® ۱۳۸, and this iron chelate can provide plant available forms of iron for an extended period of time.

بررسی وضعیت پتاسیم خاک‌های سطحی مناطق توتون‌کاری شمال کشور

عبدالغفور قلی‌زاده [۱]، علیرضا کریمی [۲]، رضا خراسانی [۲]، فرهاد خرمالی [۳]، مهیار مشتاقی [۴]
۱- دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴- محقق مرکز تحقیقات توتون رشت

چکیده
جهت بررسی وضعیت پتاسیم در خاک‌های سطحی مناطق توتون‌کاری استان‌های گلستان، مازندران و گیلان، شکل‌های مختلف پتاسیم (پتاسیم محلول، پتاسیم تبادلی، پتاسیم غیرتبادلی و پتاسیم ساختمانی) به همراه پتاسیم تیزاب سلطانی اندازه‌گیری و ارتباط آن با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی نشان داد که خاک‌های استان گیلان از نظر تمام شکل‌های پتاسیم دارای کمترین مقدار بوده و استان مازندران از نظر شکل‌های محلول، غیرتبادلی و تیزاب سلطانی و استان گلستان از نظر شکل‌های ساختمانی و کل دارای بیشترین مقدار بودند، که به طور عمده به دلیل بیشتر بودن مقدار رس و سیلت در خاک‌های مازندران و گلستان می‌باشد. همچنین رابطه معنی‌داری در سطح ۱% آماری بین شکل‌های مختلف پتاسیم به جز پتاسیم محلول با درصدهای شن، سیلت و رس مشاهده شد، که این رابطه با درصدهای رس و سیلت مثبت ولی با درصد شن منفی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شکل‌های مختلف پتاسیم، توتون، تیزاب سلطانی،

مقدمه
در بسیاری از خاك‌ها، مقدار کل پتاسیم عموماً زیاد است، اما فقط بخش کوچکی از آن سریعاً در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. پتاسیم موجود در خاك به ترتیب کاهش قابلیت استفاده برای گیاه شامل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی می‌باشد. پتاسیم محلول، پتاسیم موجود در محلول خاك است که با پتاسیم تبادلی در حال تعادل بوده و مقدار آن نسبت به پتاسیم کل خاك بسیار ناچیز و از ۱/۰ تا ۲ درصد متغیر می‌باشد. مقدار پتاسیمی که در محلول خاك وجود دارد، بسته به طبیعت گیاه، ساختار خاك، سطح کودی و میزان رطوبت بین ۱۰ و ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است. پتاسیم تبادلی پتاسیمی است که توسط بارهای منفی کلوئیدهای آلی و معدنی نگهداری می‌شود. بخش نسبتاً کوچکی از پتاسیم کل خاك، تبادلی بوده و در خاك‌ها از کمتر از ۱۰۰ تا بیش از ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر می‌باشد مقدار پتاسیمی که در کمپلکس تبادلی نگهداری می‌شود به نوع و مقدار رس، مواد آلی و pH خاك بستگی دارد. پتاسیم غیرتبادلی، به صورت غیر قابل تبادل و ساختاری در خاك بوده و رها شدن پتاسیم ازاین بخش بستگی به توزیع اندازه ذرات خاك، نوع کانی‌های خاك و کاهش پتاسیم در اثر جذب گیاه یا آبشویی و افزایش آن در اثر کوددهی دارد. پتاسیم ساختمانی، به عنوان ذخیره پتاسیم خاك محسوب می‌شود و منشأ اصلی پتاسیم در خاك‌ها، هوادیدگی کانی‌های حاوی پتاسیم می‌باشد. کانی‌های پتاسیم‌دار خاك به‌طور عمده شامل میکاها و فلدسپارها می‌باشند (مارتین و اسپارکس، ۱۹۸۵).

برای حداکثر رشد گیاه، پتاسیم محلول و تبادلی خاك، به طور مداوم از طریق آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در اثر هوادیدگی یا افزودن کودهای پتاسیمی جایگزین شود (برش و توماس، ۱۹۸۵).

فرشادی‌راد و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با هدف تعیین سهم هر یک از اجزاء خاك در آزادسازی پتاسیم و مدیریت کود در تعدادی از خاک‌های لسی و شبه لسی استان گلستان به این نتیجه رسیدند که متوسط مقدار پتاسیم عصاره‌گیری شده از جزء رس همه خاك‌ها بیشتر از مقدار آن در خاك و جزء سیلت بود و میزان پتاسیم غیرتبادلی استخراج شده از جزء سیلت، نصف مقدار استخراج شده از جزء رس بوده است.

لوگاناتان و همکاران (۱۹۹۵) با تعیین شکل‌های مختلف پتاسیم خاک، میزان جذب پتاسیم توسط گیاه ذرت طی سه بار کشت متوالی در گلدان‌ها را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که تفاوت در میزان پتاسیم کل و پتاسیم غیر قابل دسترس بین رسوبات زمین‌شناسی مختلف به نوع کانی‌ها و رده خاک ارتباط دارد. در خاک‌های اینسپتی‌سول و انتی‌سول بسیار بیشتر (۴۳۵-۳۰۳) ولی در خاک اولتی‌سول بین ۵۷-۲۱ میکروگرم بر کیلوگرم خاک بود.

برای آگاهی از وضعیت پتاسیم در خاك از عصاره‌گیرهای مختلفی استفاده می‌شود. به طور معمول، شکل‌های محلول، تبادلی و غیر تبادلی، به ترتیب توسط آب مقطر، استات آمونیوم مولار و اسید نیتریک جوشان اندازه‌گیری می‌شوند. تیزاب سلطانی به عنوان یک عصاره‌گیر عمومی برای اندازه‌گیری عناصر سنگین و تهیه اطلس‌های ژئوشیمیایی به صورت گسترده استفاده می‌شود (سالمینن و همکاران، ۲۰۰۴). اخیراً آندرسیت رانگل و همکاران (۲۰۱۰)، با تعیین کمی انواع کانی‌های پتاسیم‌دار، نشان دادند که پتاسیم عصاره‌گیری شده با تیزاب سلطانی، همبستگی قابل قبولی با پتاسیم موجود در فیلوسیلیکات‌ها به جز کانی‌های موسکویت و فلدسپات دارد. بررسی حاتمی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که عصاره‌گیر تیزاب سلطانی می‌تواند در شناسایی سریع‌تر خاك‌هایی که دارای کانی‌های سه‌جایی باشند کمک فراوانی نماید. همچنین اندازه ذرات کانی‌ها اثر بسیار مهمی بر آزادسازی شکل‌های مختلف پتاسیم از کانی‌های میکایی و فلدسپات‌ها دارد به طوری که ذرات ریز پتاسیم بیش‌تری را آزاد می‌نمایند.

معمولاً تفسیرهای ارایه شده درباره شکل‌های مختلف پتاسیم، بدون توجه به کانی‌شناسی آن‌ها صورت می‌گیرد. زیرا تعیین کمی دقیق کانی‌های خاك، مشکل و هزینه‌بر است آگاهی از شکل‌های مختلف پتاسیم می‌تواند ما را به تفسیر و نتیجه‌گیری درباره پتاسیم خاك‌ها رهنمون سازد؛ لذا این پژوهش با هدف تعیین شکل‌های مختلف پتاسیم خاک‌های مناطق توتون‌کاری و ارتباط آن‌ها با یکدیگر و پتاسیم عصاره‌گیری شده با تیزاب سلطانی (آندریست رانگل و همکاران، ۲۰۱۰)، بدون اندازه‌گیری نوع و میزان کانی‌ها انجام گرفت.

مواد و روش ها

حدود ۷۰% سطح زیر کشت توتون در سه استان شمالی کشور واقع شده است. مساحت کشت توتون تیپ غربی در سه استان شمالی گلستان، مازندران و گیلان به ترتیب ۲۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۱۴۰۰ هکتار می‌باشد (شرکت دخانیات ایران، ۱۳۹۳)، به همین دلیل، ۲۰ نمونه سطحی در استان‌های گلستان، مازندران و گیلان به‌نحوی تهیه شدند که در مناطق توتون‌کاری پراکنده باشند و تغییرات خاک‌ها را شامل شوند. کلیه نمونه‌ها به منظور آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی از جمله توزیع اندازه ذرات، کربن آلی خاک، کربنات کلسیم معادل (CCE)، اسیدیته، هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) هوا خشک گردید و پس از کوبیده شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. همچنین برای تمام نمونه‌ها پتاسیم محلول خاک در عصاره اشباع، پتاسیم تبادلی، پتاسیم غیرتبادلی و پتاسیم کل به همراه پتاسیم تیزاب سلطانی اندازه‌گیری شد. پتاسیم تبادلی از تفاضل پتاسیم محلول و پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیم، پتاسیم غیر تبادلی از تفاضل پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیم و پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک، پتاسیم ساختمانی از تفاضل پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک و پتاسیم قابل استخراج با اسید فلوریدریک به دست آمدند. جهت وارد کردن داده ها، رسم نمودارها و آنالیز های آماری از نرم افزار های EXCEL و SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

خصوصیات پایه

متوسط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مناطق توتون‌کاری شمال ایران نشان داد (جدول ۱) که متوسط اسیدیته خاک‌های استان گلستان بزرگتر از ۷ و استان مازندران و گیلان کوچکتر از ۷ می‌باشد از نظر میزان هدایت الکتریکی بین خاکها اختلاف زیادی وجود ندارد ولی یک حالت کاهشی از استان گلستان به مازندران و گیلان مشاهده می‌شود. کربن آلی خاک‌های استان گیلان بیشتر از مازندران بوده و کمترین مقدار کربن آلی مربوط به استان گلستان می‌باشد. بررسی توزیع اندازه ذرات نشان داد که خاک‌های گیلان میزان شن بیشتر و مازندران دارای رس و سیلت بالایی می‌باشند. استان‌های گلستان، مازندران و گیلان به ترتیب دارای بافت لومی رسی، لومی رسی سیلتی و لومی می‌باشند. تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی مشابه درصد کربن آلی و عکس درصد مواد خنثی شونده می‌باشد. به این صورت که ظرفیت تبادل کاتیونی از گلستان به مازندران و گیلان حالت افزایشی دارد در حالیکه تغییرات درصد مواد خنثی شونده بصورت کاهشی می‌باشد.

جدول ۱: متوسط خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاکهای سطحی مناطق توتون کاری شمال ایران

	pH	EC (ds/m)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture	O.C (%)	CEC (cmol⁺/kg)	CCE (%)
گلستان	۳۳/۷	۶۹/۰	۷۱/۲۴	۱۴/۴۵	۱۴/۳۰	Clay Loam	۲۶/۱	۷۶/۲۵	۸۶/۱۳
مازندران	۸۴/۶	۶۲/۰	۸۶/۱۵	۵۷/۵۰	۵۷/۳۳	Silty Clay Loam	۵۷/۱	۸۱/۳۰	۳۶/۵
گیلان	۴۴/۶	۵۵/۰	۴۶	۶۷/۳۱	۳۳/۲۲	Loam	۹۰/۱	۸۰/۴۷	۵۰/۲

میزان شکل‌های مختلف پتاسیم

بررسی میزان شکل‌های مختلف پتاسیم خاکها نشان می‌دهد (جدول ۲) که از نظر تمام شکل‌ها خاک‌های استان مازندران دارای بیشترین مقدار و خاکهای گیلان دارای کمترین مقدار بودند و استان گلستان حالت بینابینی را داشت. بالا بودن شکل های مختلف پتاسیم در خاکهای مازندران را می توان به بالا بودن درصد رس و سیلت نسبت به ش ن مرتبط دانست (جدول ۱). حسین پور و همکاران (۱۳۷۹) بیشترین میزان پتاسیم غیر تبادلی را در خاک هایی گزارش کردند که دارای بیشترین درصد رس و اسمکتیت زیاد بودند.

جدول ۲: متوسط میزان شکلهای مختلف پتاسیم خاکهای سطحی مناطق توتون کاری شمال ایران

استان	شکل پتاسیم	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیرتبادلی	پتاسیم ساختمانی	پتاسیم کل	پتاسیم تیزاب سلطانی
		میلی گرم بر کیلوگرم					
	گلستان	۱۴/۲۴	۴۹/۲۳۷	۵۹/۹۴۱	۵۴/۱۰۳۹۸	۷۶/۱۱۶۰۱	۴۸/۲۰۳۴
	مازندران	۳۸/۴۴	۱۴/۳۲۳	۹۵/۱۳۴۸	۶۵/۱۱۴۰۳	۱۲/۱۳۱۲۰	۲۸/۳۰۵۲
	گیلان	۳۱/۲۰	۰۶/۲۴۱	۹۴/۴۲۱	۹۰/۷۲۰۶	۲۱/۷۸۹۰	۱۶/۱۰۵۱

درصد شکل‌های مختلف پتاسیم

متوسط درصد شکل‌های مختلف پتاسیم به پتاسیم کل در خاک‌ها نشان داد (جدول ۳) که در خاک‌های مازندران درصد شکل‌های مختلف پتاسیم به پتاسیم کل همانند میزان آنها بوده و خاک‌های استان مازندران از نظر تمام شکل‌ها (به غیر از درصد پتاسیم ساختمانی) دارای بالاترین درصد بودند ولی اختلافی که در این داده‌ها با داده‌های مربوط به میزان شکل‌های پتاسیم مشاهده می‌شود مربوط به درصد پتاسیم محلول، تبادلی و ساختمانی در خاکهای گیلان می‌باشد که با وجود اینکه این خاک‌ها نسبت به خاک‌های گلستان دارای میزان پتاسیم محلول، تبادلی و ساختمانی کمتری بودند ولی نسبت این شکل‌ها به پتاسیم کل بیشتر از خاک‌های گلستان می‌باشند و این موضوع نیز می‌تواند دلیل کیفیت بالای توتون‌های استحصالی در استان گیلان نسبت به خاک‌های گلستان باشد زیرا بالا بودن درصد پتاسیم محلول و تبادلی و ساختمانی باعث جذب بیشتر پتاسیم شده و باعث افزایش کیفیت توتون های استحصالی در استان گیلان شود.

جدول ۳: متوسط درصد شکلهای مختلف پتاسیم به پتاسیم کل در خاکهای سطحی مناطق توتون کاری شمال ایران

استان	شکل پتاسیم	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیرتبادلی	پتاسیم ساختمانی	پتاسیم تیزاب سلطانی
		درصد				
گلستان		۲۱/۰	۰۵/۲	۱۲/۸	۶۳/۸۹	۵۴/۱۷
مازندران		۳۴/۰	۴۶/۲	۲۸/۱۰	۹۲/۸۶	۲۶/۲۳
گیلان		۲۶/۰	۰۶/۳	۳۵/۵	۳۴/۹۱	۳۲/۱۳

همبستگی بین شکل‌های مختلف پتاسیم

ضرایب همبستگی (r) بین شکل‌های مختلف پتاسیم نشان داد (جدول ۴) که همبستگی پتاسیم محلول با پتاسیم تبادلی و غیر تبادلی به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار می‌باشد در حالیکه همبستگی بین پتاسیم محلول با پتاسیم ساختمانی و کل معنی‌دار نمی‌باشد. همبستگی بین پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد و همبستگی بین پتاسیم غیر تبادلی با پتاسیم ساختمانی و کل و همچنین همبستگی پتاسیم ساختمانی و پتاسیم کل در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. اما همبستگی داده‌های مربوط به پتاسیم تیزاب سلطانی با تمام شکل‌های مختلف پتاسیم در سطح یک درصد معنی‌دار بودند.

همبستگی شکل‌های مختلف پتاسیم با خصوصیات خاک

ضرایب همبستگی (r) بین شکل‌های مختلف پتاسیم با خصوصیات خاک نشان داد (جدول ۴) که همبستگی درصد شن با تمام شکل‌های پتاسیم به جز شکل محلول و تبادلی، منفی و در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. درصد سیلت در خاک‌های سطحی با شکل‌های محلول و تبادلی همبستگی معنی‌داری ندارد ولی با شکل‌های غیرتبادلی، ساختمانی، کل و تیزاب سلطانی همبستگی مثبت و در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. درصد رس در خاک‌های سطحی با شکل‌های محلول، تبادلی و ساختمانی همبستگی ندارد ولی با شکل‌های غیر تبادلی و کل همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد و با پتاسیم تیزاب سلطانی همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد. اسیدیته خاک‌های سطحی با هیچ کدام از شکل‌های مختلف پتاسیم همبستگی معنی‌داری ندارد هدایت الکتریکی با هیچ کدام از شکل‌های پتاسیم همبستگی معنی‌دار ندارد. درصد کربن آلی نیز با هیچ کدام از شکل‌های مختلف پتاسیم همبستگی معنی‌داری ندارد ظرفیت تبادل کاتیونی همبستگی مثبت و معنی‌دار با شکل‌های ساختمانی و کل دارد ولی با سایر شکل‌ها همبستگی ندارد.. بین درصد مواد خنثی‌شونده با شکل‌های مختلف پتاسیم همبستگی مشاهده نگردید.

بین شکلهای مختلف پتاسیم و خصوصیات خاک (r) جدول ۴: ضریب همبستگی

	Kso	Kexch	Knexch	Kmin	Ktotal	Kaquq	SAND
Kso	۱.۰۰	۶۶۳/۰ **	۴۵۳/۰ *	۳۷۲/۰ ns	۴۲۸/۰ ns	۵۹۸/۰ **	-۲۶۹/۰ ns
KEXCH		۱.۰۰	۵۲۱/۰ *	۳۱۸/۰ ns	۴۰۶/۰ ns	۶۱۰/۰ **	-۳۹۸/۰ ns
KNEXCH			۱.۰۰	۷۸۸/۰ **	۸۶۰/۰ **	۸۳۳/۰ **	-۷۴۵/۰ **
KMIN				۱.۰۰	۹۹۱/۰ **	۷۴۴/۰ **	-۶۲۵/۰ **
KTOTAL					۱.۰۰	۸۰۰/۰ **	-۶۷۳/۰ **
KAQUA						۱.۰۰	-۷۷۰/۰ **
	SILT	CLAY	pH	E.C (ds/m)	OC	CEC	CCE
Kso	۲۷۹/۰ ns	۱۹۶/۰ ns	۱۲۲/۰ ns	۲۱۲/۰ ns	۱۸۹/۰ ns	-۱۷۲/۰ ns	۰۰۴/۰ ns

			ns -۰۹۷/۰	ns -۰۶۱/۰			
KEXCH	ns ۳۳۳/۰	ns ۴۱۰/۰			ns ۳۱۰/۰	ns ۱۱۸/۰	
							ns -۳۷۴/۰
KNEXCH	۷۷۵/۰**	۵۳۷/۰*	ns ۲۷۴/۰	ns ۱۱۳/۰	ns -۵۲/۰	ns -۳۹۲/۰	ns -۳۴۹/۰
KMIN	۶۸۷/۰**	ns ۳۹۷/۰	ns ۴۲۸/۰	ns ۲۳۵/۰	ns ۱۷۹/۰	-۵۳۳/۰*	ns -۸۳/۰
KTOTAL	۷۲۷/۰**	۴۴۵/۰*	ns ۴۰۳/۰	ns ۲۱۵/۰	ns -۱۴۴/۰	-/۵۱۰*	ns -۱۴۷/۰
KAQUA	۷۶۵/۰**	۶۱۱/۰**	ns ۲۹۳/۰	ns ۱۹۱/۰	ns -۰۳۴/۰	ns -۳۷۴/۰	ns -۲۰۹/۰

** و *: همبستگی به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد آماری معنی‌دار می‌باشد.
Kso: پتاسیم محلول , Kexch: پتاسیم تبادلی , Knexch: پتاسیم غیر تبادلی , Kmin: پتاسیم ساختمانی, Ktotal: پتاسیم کل, Kaqua: پتاسیم تیزاب سلطانی

منابع

حاتمی، ح.، ع. کریمی، ا. فتوت و ح. خادمی. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر اندازه ذرات و نوع عصاره‌گیر بر شکل های مختلف پتاسیم برخی کانی‌های میکایی و فلدسپات پتاسیم. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاك، جلد ۲۰، شماره ۱: ۱۳۲-۱۱۵.

حسین پور، ع. و م. کلباسی و ح. خادمی. ۱۳۷۹. سرعت آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی از خاك و اجزای ان در تعدادی از خاکهای گیلان. مجله علوم خاك و آب، شماره ۱٤ (۲): ۱۱۳-۹۹.

شرکت دخانیات ایران. ۱۳۹۳. کارنامه آماری اداره کل امور کشاورزی شرکت دخانیات ایران.

فرشادی راد، ا.، ا. دردی پور، ف، خرمالی، و ف. کیانی. ۱۳۹۰. شکل های پتاسیم در خاك و اجزای آن در تعدادی از خاك های لسی و شبه لسی استان گلستان. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاك. جلد ۱۸، شماره ۳:.۱۶-۱.

Andrist-Rangel, Y., Hillier, S., born, I., Lilly, A., Towers, W., Edwards, A., and Paterson, E. ۲۰۱۰. Assessing potassium reserves in northern temperate grassland soils: A perspective based on quantitative mineralogical analysis and aqua-regia extractable potassium. Geoderma, ۱۵۸: ۳۰۳-۳۱۴.

Bertsch, P.M. and G.W. Thomas. ۱۹۸۵. Potassium Status of Temperate Region Soils, P.۱۳۱-۱۶۲. In: R.D. Munson (Ed.), Potassium in Agriculture, ASA. CSSA. SSSA. Madison, WI.

Loganathan, P., A. A. Dickson and N. O. Isirimah. ۱۹۹۵. Potassium supplying capacity of soils formed on different geological deposits in the Niger Delta region of Nigeria. Geoderma. ۶۵. ۱۰۹-

Martin, H.W. and D.L. Sparks. ۱۹۸۵. On the behavior of nonexchangeable potassium in soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. ۱۶: ۱۳۳-۱۶۲.

Salminen, R., Chekushin, V., Tenhola, M., Bogatyrev, I., Fedotova, E., Tomilina, O., Zhdanova, L., Glavatskikh, S.P., Selenok, I., Gregorauskiene ,V., Kashulina, G., Niskavaara, H., Polischuok, A., and Rissanen, K. ۲۰۰۴. Geochemical Atlas of Eastern Barents Region. Elsevier, Amsterdam.

Abstract

To study of potassium status in tobacco cultivation surface soils of Golestan, Mazandaran and guilan provinces, potassium different forms (solution, exchangeable, nonexchangeable and mineral) with Aqua-Regia potassium determined and their correlation with soil physicochemical properties studied. Results showed that Guilan province soils was least in all of potassium forms and Mazandaran province soils in solution and nonexchangeable forms and Aqua-Regia potassium and Golestan province soils in mineral and total forms were maximum. That chiefly is because of the clay and silt increase in Golestan and Mazandaran provinces soils. Also, there was significant correlation among potassium different forms, except for solution potassium, with sand, silt and clay percentages at ۱% probability level. This correlation were positive with clay and silt percentages but were negative with sand percentage.

بررسی عناصر غذایی کم مصرف در برخی از خاک های شالیزاری و غیرشالیزاری استان فارس

عبدالصمد غلامی [۱]، مجید باقر نژاد [۲]، سید علی ابطحی [۲]، حمیدرضا اولیایی [۳]، صدیقه صفرزاده شیرازی [۴]
۱-دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲-استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۳-دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، ۴-استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده

یکی از مهمترین ویژگی های خاکهای غرقاب، پتانسیل اکسید و احیاء است که بر تغییرات الکتروشیمیایی و بیوشیمیایی خاک از جمله حلالیت و قابلیت دسترسی عناصر غذایی بویژه عناصر غذایی کم مصرف مانند روی، مس، و آهن تاثیر دارد. این پژوهش به منظور بررسی و مقایسه شکل قابل استفاده عناصر کم مصرف در برخی از خاکهای شالیزاری و غیرشالیزاری استان فارس و تاثیر شرایط غرقاب بر حلالیت این عناصر در افقهای مختلف انجام شد. ۱۰ پروفیل در اراضی شالیزاری با سابقه کشت برنج بیش از ۵۰ سال و ۱۰ پروفیل در اراضی غیرشالیزاری انتخاب و شکل قابل استفاده عناصر کم مصرف در افقهای مختلف اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که شرایط غرقابی و کشت طولانی مدت برنج، باعث افزایش حلالیت و قابلیت دسترسی تمام عناصر کم مصرف بویژه در افقهای سطحی شده به طوری که نیازی به افزودن این عناصر بویژه آهن در این اراضی نیست.

واژه های کلیدی: شالیزار، غیرشالیزار، عناصر کم مصرف

مقدمه

عناصر کم مصرف برای گیاهان ضروری بوده و کمبود آن ها در انسان نیز سلامتی را به خطر می اندازد. شالیزارها وسیع‌ترین اراضی غرقاب در سطح جهان می‌باشند که تحت تاثیر فعالیت‌های انسان قرار گرفته‌اند. فرایند کاهش زیستی در شرایط بی هوازی به شدت بر چرخه بیوژئوشیمیایی شکل های آلی و غیرآلی کربن، نیتروژن، فسفر، گوگرد و عناصر کم مصرف (وای و همکاران، ۲۰۱۲) و همچنین بر آزادسازی مواد غذایی، تغییر شکل عناصر و اصلاح محیط زیست تاثیرگذار است (لاولی و همکاران، ۲۰۰۴). ویژگی های مختلف فیزیکی (مانند بافت) و شیمیایی خاک ها (مانند وضعیت اکسایش-کاهش، پ هاش خاک، مواد آلی، شوری، نوع کانی های رسی و وجود برخی از ترکیبات شیمیایی غیرآلی مانند کربنات ها و سولفیدها) بر وضعیت و تحرک عناصر کم مصرف اثر میگذارند (گامبرل، ۱۹۹۴).

یکی از مهم ترین ویژگی های خاک های غرقاب، پتانسیل اکسید و احیاء است که بر تغییرات الکتروشیمیایی و بیوشیمیایی خاک از جمله حلالیت، قابلیت دسترسی عناصر غذایی و انحلال و رسوب کانی ها تاثیر دارد. شرایط غرقاب به دلیل تاثیر بر پتانسیل اکسایش-کاهش اثرات زیادی بویژه بر تغییر شکل شیمیایی ترکیبات آهن و منگنز در خاک دارد. چرخه های متناوب اکسایش و کاهش در دوره های طولانی و به دنبال آن تحرک و تجمع یا تخلیه آهن و منگنز با عمق سطح آب زیرزمینی در ارتباط است (کوستانتینی و همکاران، ۲۰۰۶). در شرایط احیایی، آهن و منگنز متحرک شده، در طول افق های خاک به حرکت در می آیند و با رسیدن به مکان اکسیدی تر (با تهویه بهتر) از حالت محلول به شکل نامحلول در آمده و رسوب می کنند. غلظت آهن فرو در خاک های شالیزار تحت تاثیر پ هاش، ظرفیت تبادل کاتیونی، دما، ماده آلی، رس، نوع و مقدار هیدروکسیدهای آهن سه ظرفیتی می باشد ساهراوات (۲۰۰۵). مهمترین تغییرات الکتروشیمیایی که بر شیمی و حاصلخیزی خاکهای غرقاب و رشد محصول تأثیر میگذارد را تغییرات پ هاش، پتانسیل احیاء، هدایت الکتریکی، تبادل یونی می داند. تمام این عوامل، بر قابلیت جذب عناصر غذایی و مصرف آنها بوسیله برنج غرقاب موثر است.

مس از جمله عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه می باشد که کمبود آن عمدتا در خاک های شنی، آهکی و خاک های غنی از مواد آلی اتفاق می افتد. از پارامترهای مؤثر بر حلالیت و قابلیت دسترسی مس می توان به پ هاش، مواد آلی، پتانسیل اکسیداسیون و احیاء اشاره کرد این عنصر به دلیل داشتن اعداد اکسیداسیون مختلف، تحت تاثیر تغییرات پتانسیل احیایی خاک ها قرار می گیرد (بارکر و پیلبیم، ۲۰۰۷). تحقیقات تامپترسون و همکاران (۲۰۰۴) نیز نشان داد که در پ هاش ثابت، متناسب با کاهش پتانسیل احیایی، حلالیت مس کاهش یافت که بخشی از این کاهش را به احیای مس دو ظرفیتی به یک ظرفیتی نسبت دادند. پارامترهای دیگری مانند تشکیل ترکیبات کم محلول سولفیدی، انحلال اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز و تغییر و تحولات مواد آلی نیز ممکن است بر حلالیت این عنصر در شرایط غرقاب تاثیرگذار باشد.

پراکندگی و مقادیر ترکیبات گوناگون آهن و منگنز در خاک تا حد زیادی بوسیله ماهیت مواد مادری، شرایط اقلیمی، فرآیندهای خاکسازی، چرخه های زیستی، نوسانات فصلی آب های زیرزمینی، پتانسیل اکسایش و کاهش، مواد آلی و برهمکنش سایر عناصر غذایی تعیین می گردد. شرایط زهکشی به دلیل تاثیر بر فرآیندهای اکسایش-کاهش خاک، بر شکل های شیمیایی و ترکیبات آهن و منگنز از جمله اکسیدها و هیدروکسیدهای این عناصر و توزیع آنها در نیمرخ خاک اثرات شدیدی دارد (اولیایی و همکاران، ۱۳۸۸). توزیع آهن و منگنز و تجمعات آنها در خاک های دارای آب زیرزمینی بالا با خاک هایی که به طور فصلی اشباع می شوند متفاوت است، به طوری که ترکیبات و تجمعات آهن و منگنز در خاک های با آب زیرزمینی بالا در امتداد حاشیه موئینگی بوده و در خاک

های با اشباع فصلی در مجاورت حفرات ریز با تهویه ضعیف قرار دارند. پتانسیل اکسایش منگنز بالاتر از آهن می باشد این امر بر نحوه توزیع این عنصر در نیمرخ خاک مؤثر بوده و می تواند درجه اکسایش و کاهش خاک باشد (کورنل و شورتمن، ۲۰۰۳)

کاهش آهن فریک در خاک های آهکی بوسیله ریزجانداران کاهنده و تبدیل آن به آهن فرو می تواند منجر به افزایش فراهمی آهن در این خاک ها و تامین این عنصر برای گیاهان شود (والنسیا کانترو و همکاران، ۲۰۰۷). شارما و میترا (۱۹۹۰) علت افزایش قابلیت جذب آهن و منگنز را در شرایط غرقابی، احیاء آهن سه ظرفیتی و کاهش پ هاش در محیط اطراف ریشه و افزایش قابلیت جذب مس را نتیجه کاهش پ هاش خاک و تشکیل کمپلکس های محلول با مواد آلی می دانند. به عقیده این محققین کاهش قابلیت جذب روی به دلیل جذب سطحی این عنصر توسط مواد آلی خاک و پایداری کمپلکس روی-ماده آلی می باشد.بر اساس تحقیقات گیل و ملیو (۱۹۸۳) افزایش قابلیت جذب فسفر را تبدیل شدن فسفات های آهن فریک به فسفات های فرو با قابلیت انحلال زیادتر، افزایش انحلال برخی اسیدهای آلی در شرایط غرقابی و جانشین شدن فسفات با آنیون های آلی نسبت دادند.

با توجه به آهکی بودن خاک های استان فارس و پ هاش قلیایی این خاک ها و کمبود عناصر کم مصرف در آن ها و همچنین اهمیت کشت برنج در ایران و شرایط ویژه آن، این تحقیق برای بررسی شرایط غرقاب بر روی حلالیت و قابلیت استفاده عناصر کم مصرف در برخی از شالیزارهای استان فارس و مقایسه آن با اراضی غیرشالیزاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام پژوهش تعدادی از مناطق شالی‌کاری استان فارس (۱۰ منطقه) با سابقه طولانی کشت برنج (بیشتر از ۵۰ سال) انتخاب گردید. در هر منطقه دو نیمرخ یکی دارای کاربری کشت برنج (شالیزار) و دیگری بکر یا کاربری مرتع یا دیگر محصولات کشاورزی (غیرشالیزار)، بر روی مواد مادری کاملاً یکسان و شیب یکسان و در مجاورت آن حفر گردید.(۱۰ نیمرخ در اراضی شالیزاری و ۱۰ نیمرخ در اراضی غیرشالیزاری حفر شد). از هر افق یك نمونه برداشته و تجزیه های فیزیکی و شیمیایی مانند بافت، پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک،کربنات کلسیم معادل، کربن آلی و سایر تجزیه های لازم انجام شد. شکل های محلول و قابل تبادل عناصر کم مصرف (آهن، روی، مس، و منگنز) بوسیله عصاره گیر DTPA استخراج (لینزی و نورول، ۱۹۷۸) و سپس با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

دامنه تغییرات پ هاش از خنثی تا قلیایی (۷ تا ۴/۸) را نشان می دهد. پ هاش در اراضی شالیزاری تا حدودی کاهش داشت اما این اختلاف معنی دار نیست. میزان کربن آلی حداکثر ۸/۲ درصد در افق Apg شالیزار و حداقل ۱/۰ درصد در افق های زیرین غیرشالیزار متغیر است. این مقدار در شالیزارها بیشتر می باشد که نشان از تاثیر کشت طولانی مدت برنج بر افزایش کربن آلی بویژه در افق های سطحی دارد. لال (۲۰۰۴) کشت برنج تحت شرایط غرقاب را عامل مهمی در نگهداشت کربن آلی بیان کرده و دلیل آن را تجزیه کمتر مواد آلی در شرایط غرقاب نسبت به شرایط هوازی و تشکیل کمپلکس های اکسیدهای آهن با مواد آلی ذکر نموده است. تغییرات تناوبی در شرایط رطوبتی خاک های شالیزاری برخلاف خاک های مجاور تاثیر مهمی بر بازگشت مواد آلی خاک، پویایی عناصر غذایی، پایداری و نگهداشت کربن و حاصلخیزی خاک دارد (ویت و هافل، ۲۰۰۵).

در نیمرخ های هر دو اراضی، میزان کربن با عمق کاهش یافته که این کاهش بویژه در نیمرخ های شالیزار بیشتر بود. علت این امر مقادیر بالاتر کربن آلی در افق های سطحی نسبت به افق های میانی و زیرین اراضی شالیزار می باشد. کاهش کربن آلی در اراضی غیرشالیزاری با شیب کمتری صورت گرفت. درصد بالای رس در افق های بالایی اراضی شالیزاری همراه با مقادیر زیادتر کربن آلی و همچنین افزایش میزان رس های با CEC زیادتر (بویژه اسمکتیت) در این افق ها موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی شده است.

شرایط اکسایش و کاهش متناوب در اراضی شالیزاری در مقایسه با اراضی غیرشالیزاری بر شکل های عناصر کم مصرف تاثیر گذاشته و باعث تغییر در مقدار آنها بویژه در افق های سطحی (۲۰-۰ سانتی متری) و زیرسطحی (۴۰-۲۰ سانتی متری) گردید. در تمام نیمرخ های حفر شده در اراضی شالیزار مقادیر آهن استخراج شده بوسیله DTPA (آهن قابل استفاده) بیشتر از اراضی غیرشالیزاری بوده و در افق های سطحی بیشترین میزان را نشان می دهد. با افزایش عمق در نیمرخ های شالیزاری میزان آهن محلول و تبادلی کاهش می یابد. در نیمرخ های شالیزار دامنه تغییرات آهن قابل استخراج با DTPA از حداقل ۷/۶ در افق های C_g تا حداکثر ۲/۴۴ میلی گرم بر کیلوگرم در افق Apg تعیین گردید. در نیمرخ های غیرشالیزار دامنه تغییرات آهن از ۴/۶ تا ۵/۱۳ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر بود. در بیشتر این نیمرخ ها میزان آهن در افق های سطحی کمتر و در افق های زیرسطحی افزایش یافته و در افق های زیرین کاهش محسوس داشت.

در شرایط احیاء نسبت به شرایط هوازی، مقادیر بیشتری از عناصر کم مصرف در شکل تبادلی بر روی کلوئیدهای خاک قرار می گیرند. کربن آلی نیز بر آهن قابل دسترس خاک دارای اثر مثبت بوده و با تشکیل کمپلکس های آلی-فلزی بر رفتار همه عناصر کم مصرف به استثناء منگنز مؤثر است. کاهش منابع آهن فریک در شرایط بی هوازی غالبا بوسیله فرایندهای میکروبی کنترل می شود (وای و همکاران، ۲۰۱۲). مطالعات سان و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که بر اثر فرایند کاهش زیستی بوسیله باکتری های کاهنده در خاک های با مقادیر زیاد آهن فریک (اکسیدهای آهن آزاد)، مقادیر زیادی آهن فرو نیز تشکیل می شود. ایشان باکتری های کاهنده آهن مانند کلستریدیم و باسیلوس را از مهم ترین گونه ها در کاهش آهن فریک در خاک های شالیزاری پس از غرقاب گزارش کردند.

دامنه تغییرات منگنز قابل استخراج با DTPA به ترتیب از ۱/۱ تا ۲/۱۰ و ۴/۲ تا ۲/۱۴ میلی گرم بر کیلوگرم در نیمرخ های غیرشالیزاری و شالیزاری تعیین گردید. به طور کلی میزان منگنز قابل استفاده در شالیزار بیشتر از غیرشالیزار تعیین گردید که نشان می دهد شرایط غرقاب و احیایی باعث افزایش میزان آن شده است. میزان این عنصر بر خلاف آهن در افق های سطحی اکثر نیمرخ های شالیزار کمتر از افق های زیرسطحی بود. بنا بر اظهارات مورگان و ماسکانگی (۱۹۹۱) دامنه پایداری pH و Eh، برای Mn^{+2} در خاک بیشتر و وسیع تر از Fe^{+2} است. پتانسیل احیاء استاندارد (Eh) سیستم منگنز به طور معمول بیشتر از آهن(۲۳/۱ در برابر ۷۷/۰ ولت) است. بنابراین منگنز سریع تر از آهن به فرم کاهشی درآمده و دشوارتر از آهن اکسید می گردد_درنتیجه منگنز سریع تر تحت تاثیر شرایط کاهشی قرار می گیرد و این ویژگی منگنز باعث می شود تحرک بیشتری در خاک داشته و قادر به طی مسافت بیشتری در طول نیمرخ باشد که این امر می تواند روند افزایشی آن را در افق های زیرین توجیه کند. در شرایط هوازی، اکسیژن به عنوان گیرنده نهایی الکترون در خاک عمل می کند، در حالی که در شرایط بی هوازی، سایر الکترون گیرنده ها در صورت تداوم اکسایش ترکیبات آلی توسط باکتری ها وارد عمل می شوند. سایر الکترون گیرنده های اصلی در شرایط بی هوازی به ترتیب NO_3^-، SO_4^{-2} ، MnO_2،$Fe(OH)_3$، و CO_2 هستند. Mn^{+2} به دلیل پتانسیل اکسایش بالاتر نسبت به Fe^{+2} دارای تحرک بیشتری در خاک است. براین اساس احیاء منگنز پس از آن صورت می گیرد که مقدار عمده نیترات موجود در خاک کاهش یابد.

در تمام نیمرخ های شالیزاری روی قابل جذب بیشتر از نیمرخ های غیرشالیزاری تعیین گردید. که نشان از تاثیر مثبت شرایط غرقاب بر افزایش میزان این شکل از عنصر را دارد. این مقدار از ۳/۰ تا ۷/۲ میلی گرم بر کیلوگرم در غیرشالیزارها و از ۴/۰ تا ۹/۶ میلی گرم بر کیلوگرم در شالیزارها متغیر بود و با افزایش عمق در هر دو نیمرخ میزان آن کاهش پیدا کرد.

در تمامی اراضی شالیزار میزان مس قابل استخراج با DTPA بیشتر از اراضی غیر شالیزار برآورد گردید. دامنه این تغییرات قابل به ترتیب از ۲/۰ تا ۵/۱ و ۷/۰ تا ۹/۲ میلی گرم بر کیلوگرم در نیمرخ های غیرشالیزاری و شالیزاری تعیین گردید. نتایج عباس پور (۱۳۹۰) نشان داد که کاهش پتانسیل احیایی در اثر غرقابی کردن خاک های اسیدی و آهکی سبب افزایش شاخص تحرک مس شد که نشان دهنده افزایش قابلیت دسترسی مس در این شرایط می باشد. ونگ و استانتون (۲۰۰۶) افزایش حلالیت مس را در خاک های غرقابی نسبت به خاک های با زهکشی مناسب مشاهده نمودند.

منابع

اولیائی، ح.ر.، ادهمی، ا.، جعفری، س.، قاسمی ر. و رجائی، م. ۱۳۸۸. توزیع پذیرفتاری مغناطیسی در ارتباط با ترکیبات آهن در برخی خاک های انتخابی استان فارس. پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه‌های ۱۹۱ تا ۲۰۴.

عباس پور، علی. ۱۳۹۰. مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۵، شماره ۴. اثر غرقاب کردن خاک و کاربرد بقایای گیاهی بر توزیع شکل های مختلف مس.

Barker, A.V., and pilbeam D.J. ۲۰۰۷.Handbook of plant nutrition. Taylor and francis Group

Cornell, R.M., and Shwertmann U. ۲۰۰۳.The iron oxides: Structure, properties, reactions,occurance and uses.۲nded.VCH, Weinheim, Germany.

Costantini E.A.C., Pellegrini S., Vignozzi N., and Barbetti R. ۲۰۰۶.Micromorphological characterization and monitoring of internal drainage insoils of vineyard and olive groves in central Italy.Geoderma. ۱۳۱: ۳۸۸-۴۰۳.

Gambrell R.P. ۱۹۹۴. Trace and toxic metals in wetlands- a review. J. Environ.Qual. ۲۳: ۸۸۳-۸۹۱.

Gill, H.S, and Meelu O.P. ۱۹۸۳.Studies on the utilization of phosphorus and causes for its differentialresponsein rice-wheat rotation.Plant Soil. ۷۴: ۲۱۱-۲۲۲.

Lal R. ۲۰۰۴. Offsetting China's CO_2 emission by soil carbon sequestration.Clim. Change ۶۵: ۲۶۳-۲۷۵.

LindsyW.L., and Norvell W.A. ۱۹۷۸. Development of DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J.۴۲: ۴۲۱-۴۲۸.

Lovley D.R., Holmes D.E., and Nevin K.P. ۲۰۰۴.DissimilatoryFe(III) andMn(IV) reduction. Advances in Microbial Physiology. ۴۹: ۲۱۹-۲۸۶.

MoraghanJ.T., and Mascagni H.J. ۱۹۹۱. Enviromental and soil factor affecting micronutrient deficiencies and toxicities. p. ۳۷۱-۴۲۵. In J.J. Mortvedt et al (ed.) Micronutrients in agriculture. ۲nd ed.Soil Science Society of America, Madison, WI.

Sharma A. R., and Mitra B.N. ۱۹۹۰. Response of rice to rate and time of application of organic material.J.Agric. Sci. ۱۱۴: ۲۴۳-۲۴۹.

Sun L., Qu D., and Wei Y. ۲۰۰۸.Effect of illumination on iron oxidereduction in anaerobic paddy soils.ActaPedologicaSinica. ۴۵: ۶۲۸-۶۳۴.

Valencia-Cantero E., Hernandez-Calderon E., Velazquez-Becerra C., Alfaro-Cuevas R., and Lopez-Bucio J. ۲۰۰۷. Role of dissimilatory fermentative iron-reducing bacteria in Fe uptake by common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plantsgrown in alkaline soil. Plant Soil J. ۲۹۱: ۲۶۳-۲۷۳.

Wang G. And Staunton S. ۲۰۰۶. Evolution of water-extractable copper in soil with timeAs a function of organic matter amendments and aeration. European j. Soil Sci. ۵۷: ۳۷۲۳۸۰.

Witt C., and Haefele S.M. ۲۰۰۵. Paddy Soils, P ۱۴۱-۱۵۰. In: Hillel, D. (ed.),Encyclopedia of soils in the environment, Vol. ۳. Academic Press; ColumbiaUniversity, New York, USA.

Yi W., Wang B., and Qu D. ۲۰۱۲.Diversity of isolates performing Fe (III)reduction from paddy soil fed by different organic carbon sources.Afric. J.Biotechnol

Abstract

Reduction and oxidation potentials is one of the important chemical characteristics of waterlogging soils that affect electrochemical and biological changes such as the solubility and availability of nutrients, especially micronutrients such as zinc, copper, and iron. This study was conducted to compare available form of micronutrients in some paddy and non-paddy soils of Fars province and evaluate the effect of waterlogging conditions on these nutrients availability. Ten profiles of paddy fields and ۱۰ profiles of non-paddy land were selected and available form of micronutrients at different horizons was measured. Results showed that waterlogging conditions and long-term cultivation of rice, increased solubility and availability of all micronutrients, especially in the surface horizon. Therefore it is not necessary apply these nutrients especially Fe to this fields.

سینتیک رهاسازی سرب در یک خاک آهکی، متاثر از نانو آهن صفر ظرفیتی سنتز شده با عوامل تثبیت کننده EDTA و DTPA

مجتبی جعفری حقیقی [۱]، محبوب صفاری [۲]، نجفعلی کریمیان [۳]، عبدالمجید ثامنی [۴]
۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشدعلوم خاک دانشگاه شیراز،۲- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه شیراز،۳- استاد بخش علوم خاک دانشگاه شیراز، ۴- دانشیار بخش علوم خاک دانشگاه شیراز

چکیده
به منظور بررسی اثردو نوع نانو آهن صفر ظرفیتی تولید شده بوسیله دو نوع پایدار کننده EDTA و DTPA بر تثبیت سرب، آزمایشی به صورت طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. نمونه‌های آلوده شده به سرب، با سطوح مختلف نانو آهن های صفر ظرفیتیبه مدت ۹۰ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس خوابانیده شدند. به منظور بررسی کارایی این بهسازها از روش های سینتیک واجذب استفاده شد. نتایج نشان داد هر دو نمونه نانو آهن به طور موثرتر سبب کاهش واجذبی سرب در مقایسه با نمونه شاهد شد. کمترینمقدار واجذبی سرب در نمونه نانو آهن کمپلکس شده با DTPA در سطح ۵٪بدست آمد. همچنین مقادیر ضرایب تبیین بالای در تمام نمونه‌های تیمار شده حاکی از برازش بسیار عالی معادله مدل دومرحله ای مرتبه اول در تمام خاکهای تیمار شده داشت.

واژه‌های کلیدی: نانوآهن صفر ظرفیتی، سرب، سینتیک رهاسازی

مقدمه
امروزه مشکل آلودگی محیط زیست به عنوان یک امر مهم مطرح مي‌گردد. اگرچه روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی جهت اصلاح خاک‌های آلوده پیشنهاد شده و مورد استفاده قرار گرفته است اما از سوی دیگر، هزینه‌هاي گزاف این روش‌ها مشکلات عدیده‌ای را به وجود آورده است، در نتیجه شایسته است از روش‌هایی که صرفه اقتصادی نیز درآنها در نظر گرفته شده باشد، مانندتثبیت‌درخاك، استفاده شود. بیشتر تحقیقات تثبیت سرب با استفاده از مکملهای متنوع حاوی فسفر، مانند آپاتایت‌های طبیعی و مصنوعی و هیدروکسی آپاتایت، سنگ‌ها، نمک‌ها با پایه فسفات، فسفات دی آمونیوم فسفات، اسید فسفریک و ترکیبات آنها صورت گرفته است. از آنجا که منابع فسفر خود می‌توانند سبب آلودگی محیط زیست و پدیده یوتریفکاسیون شوند، لذا استفاده از منابع دیگر به منظور تثبیت سرب در خاک امری ضروریاست. استفاده از نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی به عنوان ابزاری چند بعدی برای بهسازی بسیاری از آلاینده های آلی و غیر آلی در محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است (لی و همکاران، ۲۰۰۷). قابلیت‌این ذرات در رفع‌آلودگي‌آب و خاک ازفلزات سنگین نظیر کروم، سرب، آرسنیک و نیز هیدروکربنها بسیار بالاست (لی و همکاران، ۲۰۰۷).امروزه به منظور تولید نانوذرات آهن صفر ظرفیتی از عوامل تثبیت کننده زیادی اس تفاده مي‌ش ود و آزمایش‌ه ای متعددی در این رابطه صورت پذیرفته است که انواع سورفکتانت‌ها ، انواع اندود کنندگان(پوشش‌ها) و ... از این دسته‌اند. همچنین مواد غذایی بر پایه معدنی و نشاسته از جمله موادی هستند که امروزه به عنوان تثبیت‌کننده شناخته شده‌اند. اما تثبیت‌کننده نشاسته دارای پایداری بسیار کمتری نسبت به سایر مواد تثبیت‌کننده است، به همین دلیل در تثبیت برای دوره‌های زمانی طولانی مدت و یا تجاري‌سازی خیلی کمتر از این نوع تثبیت‌کننده استفاده مي‌شود. در عوض امروزه از عامل‌های کي‌لیت برای سنتز در طولانی مدت استفاده مي‌گردد. این عامل‌ها در واقع لیگاندهایی هستند که کمپلکسهای پایداری ایجاد مي‌کنند. از معروف‌ترین عامل های کي‌لیت در سنتز نانوذرات آهن می توان به اتیلن دی آمین ترا استیک اسید(EDTA) ،دی اتیلن تری آمین پنتا استیک اسید(DTPA)، میتوان اشاره کرد (البخش، ۲۰۱۰).با توجه به مقدمه گفته شده، هدف از انجام این تحقیق بررسی دو نوع نانو آهن صفر ظرفیتی تولید شده بوسیله دو نوع پایدار کننده EDTA و DTPA بر تثبیت سرب به عنوان یک عنصر سنگین، با استفاده از روش تحقیقی سینتیک واجذبی، می باشد.

مواد و روش‌ها
نمونه‌برداری خاک از افق سطحی (cm۳۰-۰) سری دانشکده واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام و ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آن بررسی شد (جدول ۱).

جدول ۱-برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

خصوصیات	مقدار

سیلت (درصد)	۳۸
رس (درصد)	۳۵
پ هاش خمیر اشباع	۸/۷
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۶۵/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول (+) بر کیلوگرم)	۸/۱۵
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۵/۳۹
ماده آلی (درصد)	۴/۱
آهن استخراجی با DTPA (میلیگرم بر کیلوگرم)	۱/۴
مس استخراجی با DTPA (میلیگرم بر کیلوگرم)	۹۲/۰
سرب کل (میلیگرم بر کیلوگرم)	ناچیز

به منظور بررسی تغییرات سینتیک واجذب سربنمونه خاک تهیه شده با مقدار ۴۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم مس از منبع نیترات سرب آلوده و سپس نانو آهن های پایدار سازی شده با EDTA(NZE) و DTPA (NZD)در سطوح ۵/۰ و ۲ درصد به هر خاک آلوده تیمار شده بصورت جداگانه افزوده شد و به مدت ۹۰ روز خوابانیده شد و آماده برای انجام آزمایشات سینتیک واجذبی سرب شد. سنتز نانوذرات آهن صفر ظرفیتی پایدار شده با نمک دی سدیم EDTA به صورت زیر انجام گرفت: در این روش سنتز ابتدا مقدار ۱۷۰۳/۴ گرم $FeSO_4.2H_2O$(۱/۰ مولار) را در ۱۵۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر و همچنین مقدار ۴۲۲۴/۷ گرم $EDTA\text{-}Na_2$ (۰۵/۰ مولار) را با ۱۰۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر حل و سپس این دو را در یک بالن ریخته و با همزن الکتریکی شروع به همزدن می کنیم. سپس مقدار ۸۳۷/۲ گرم از $NaBH_4$ (۷۵/۰ مولار) را با ۱۰۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر حل کرده و به صورت قطره قطره به محلول مورد نظر اضافه می‌کنیم. ذرات سیاه رنگ رسوب کرده تولید شده با اتانول شسته شده و بعد از عمل فیلتراسیون و خشک کردن آن را در هاون میسابیم.همچنین به منظور ایجاد نانوذرات آهن صفر ظرفیتی پایدار شدهبا DTPAبه صورت زیر تهیه شد: در این روش سنتز ابتدا مقدار ۱۷۰۳/۴ گرم $FeSO_4.2H_2O$(۱/۰ مولار) را در ۱۵۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر و همچنین مقدار ۴/۰ گرم DTPA (۰۱/۰ مولار) را با ۱۰۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر حل و سپس این دو را در یک بالن ریخته و با همزن الکتریکی شروع به همزدن می‌کنیم سپس مقدار ۸۹۲/۱ گرم از $NaBH_4$ (۵/۰ مولار) را با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر حل کرده و به صورت قطره قطره به محلول مورد نظر اضافه می‌کنیم. ذرات سیاه رنگ رسوب کرده تولید شده با اتانول شسته شده و بعد از عمل فیلتراسیون و خشک کردن آن را در هاون میسابیم(البخش، ۲۰۱۰).

به منظور انجام سینتیک واجذبی سرب، نمونههای ۵ گرمی خاک در لولههای سانتریفیوژ ۵۰ میلی لیتری ریخته و سپس ۳۰ میلی لیتر از عصاره‌گیر EDTA۰۱/۰ مولار به نمونه‌ها افزوده و در دستگاه تکان دهنده به صورت جداگانه و برای دوره‌های زمانی مختلف(۰۸/۰ تا ۲۵/۳۰ ساعت) با سرعت ۱۵۰ دور بر دقیقه تکان داده شد. پس از اتمام هر زمان تکان دادن، لوله‌ها به مدت ۱۵ دقیقه دردستگاه گریز از مرکز قرارداده شد و سپس محلول زلال رویی ازکاغذ صافی عبور و غلظت سرب عصاره‌گیری شده توسط دستگاه جذب اتمی تعیین میشود. مدل دومرحله ای مرتبه اول (Two rst-orderkinetic model) یکی از مدل های قابل اتکا در بررسی پیش بینی رهاسازی عناصر در خاک میباشد که علاوه بر پیش بینی واجذب عناصر، توانایی تفکیک بخش‌های مختلف از عنصر را دارا میباشد. معادله از سه بخش اصلی Q۱، Q۲، و Q۳ تشکیل شده است(رابطه ۱):

$$q = Q_1(1 - e^{-k1t}) + Q_2(1 - e^{-k2t})$$ (رابطه ۱)

$$Q_3 = q_{total} - Q_2 - Q_1$$

که در این معادله

q: میزان عنصر واجذب شده در زمان t

Q_1 (میلیگرم بر کیلوگرم): بخش لبایل (labile) که به آسانی قابل استخراج میباشد (میلیگرم بر کیلوگرم)

Q_2 (میلیگرم بر کیلوگرم): بخش نسبتالبایل (moderately labile) که کمتر قابل استخراج میباشد

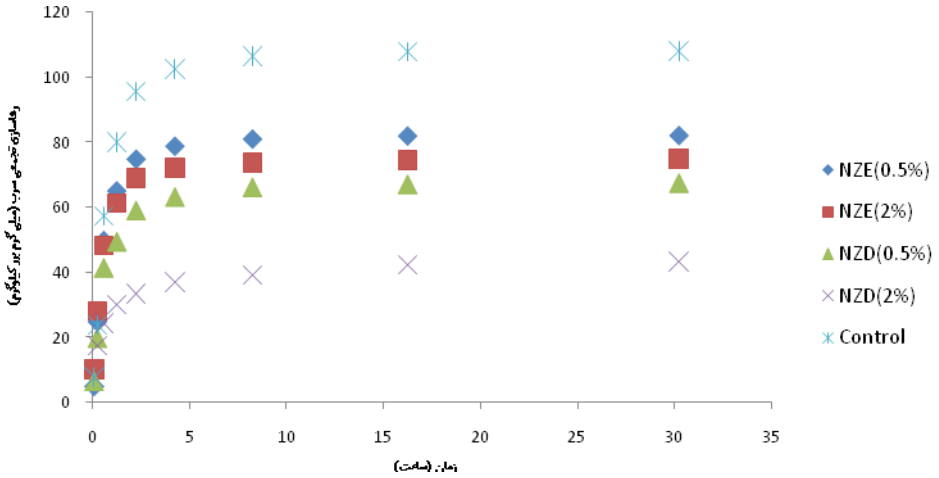
Q_3 (میلیگرم بر کیلوگرم): بخش از عنصر که غیر قابل استخراج میباشد.

qtotal (میلیگرم بر کیلوگرم): غلظت کل عنصر در خاک

K_1 و K_2 به ترتیب ضرایب ثابت برای Q_1 و Q_2 می باشند.

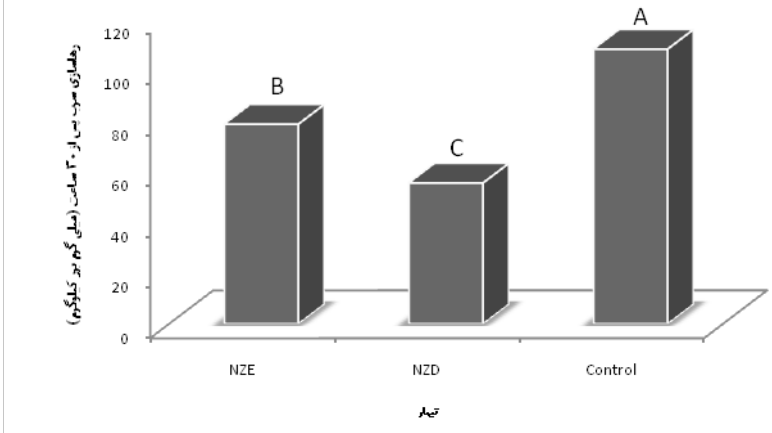
نتایج و بحث

بر طبق نتایج بدست آمده از شکل ۱، همانگونه که مشاهده می‌شود تغییرات واجذب سرب در همه نمونههای تیمار شده خاک دارای الگوی یکسان و به صورت دو فازی مشاهده شد. واجذبی سریع اولیه در زمانهای آغازین واجذب و به دنبال آن واجذبی با سرعتی کمتر و در نهایت رسیدن به تعادل در نمونههای تیمار شده و نمونه شاهد مشاهده میشود.



شکل ۱- آزاد سازی سرب با زمان در خاکهای تیمار شده با دو نمونه نانوآهن صفر ظرفیتی در دو سطح ۵/۰ و ۲ ٪

میزان سرب تجمعی آزاد شده از خاکهای تیمار شده نشان میدهد (نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس) که اثر بهسازهای مختلف و سطوح کاربردی این بهسازها (۵/۰ و ۲٪) در سطح ۱ درصد معنیدار شده است. اثر بهسازهای مختلف بر مقادیر میانگین سرب آزاد شده (میزان رهاسازی تجمعی سرب بعد از ۲۵/۳۰ ساعت)، در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- میانگین رهاسازی تجمعی سرب در انتهای آزمایش واجذب در خاکهای تیمار شده و شاهد

همانگونه که مشاهده میشود، در دو نمونه تیمار شده با نانو آهن صفر ظرفیتی، اختلاف معنیداری در مقایسه با نمونه شاهد مشاهده شد، به نحوی که کاربرد NZE و NZDبه ترتیب سبب کاهش معنیدار سرب آزاد سازی شده به میزان ۳۲/۲۷ و ۷۲/۴۸ درصد در مقایسه با نمونه شاهد شد. تحقیقات زیادی نشان از کاهش تحرک و قابلیت دسترسی عناصر سنگین در حضور نانو آهن صفر

ظرفیتی داشته است (بوپارای و همکاران، ۲۰۱۱؛ دی پالما، ۲۰۱۵). همانطور که از نتایج مشاهده شد، کاربرد کمپلکس کننده DTPA در ذرات نانو آهن صفر ظرفیتی، سبب افزایش بیشتر از تثبیت سرب در مقایسه با کمپلکس کننده EDTA جهت پایداری نانوآهن صفر ظرفیتی شده است که میتواند به مدت طولانی‌تری در خاک سبب تثبیت عناصر سنگین در خاک شود. مدل دومرحله‌ای مرتبه اول یکی از مدل‌های چندگانه مرتبه اول قابل اتکا در بررسی پیش بینی رهاسازی عناصر در خاک میباشد که علاوه بر پیش بینی واجذب عناصر، توانایی تفکیک بخشهای مختلف از عنصر را دارا میباشد (سانتوز و همکاران، ۲۰۱۰). جدول ۲ مقادیر ضرایب ثابت، ضرایبتبیین (R^2) و اشتباه استاندارد برآورد(SE)مدل دومرحلهای مرتبه اول برازش شده بر مقادیر سرب آزاد شده در نمونه خاکهای تیمار شده و شاهد را نشان می دهد.

جدول ۲- ضرایب ثابت، ضرایبتبیین (R^2) و اشتباه استاندارد برآورد (SE) مدل دومرحله ای مرتبه اول پیش بینی واجذبی سرب در نمونه خاکهای تیمار

	Control	NZD(۲%)	NZD(۰.۵%)	NZE(۲%)	NZE(۰.۵%)
Q_1	۲۱/۱۸	۷۰/۱۰	۱۷/۱۳	۰۶/۱۶	۱/۱۷
K_1	۲۰/۰	۲۲/۰	۳۵/۰	۴۶/۰	۲۵/۰
Q_2	۱۸/۹۶	۲۶/۲۶	۱۴/۴۸	۶۰/۵۷	۲۰/۷۲
K_2	۳۳/۱	۷۸/۳	۱۳/۲	۴۲/۲	۷۱/۱
R^2	۹۹۷/۰	۹۹۷/۰	۹۹۴/۰	۹۹۹/۰	۹۹۶/۰
SE	۸۶۰/۳۶	۷۳/۱۱	۴/۲۱	۶۸/۲۲	۸۸/۲۶

مقادیر ضرایبتبیین بالای ۹۹/۰ درصد در تمام نمونههای تیمار شده حاکی از برازش بسیار عالی این معادله در تمام خاکهای تیمار شده دارد. این مدل به طور کلی از آن جهت اهمیت دارد که میتواند نشان دهنده قابلیت دسترسی هر عنصر به صورت کمیباشد. این مدل نشان دهنده دو منبع از هر عنصر میباشد: ۱) Q_1 بخش قابل دسترس (Labile) که به سرعت قابل استخراج میباشد ۲) Q_2 بخش با قابلیت دسترسی بسیار کم (Fairly Labile) که با سرعت بسیار کم قابل استخراج میباشد (سانتوز و همکاران، ۲۰۱۰). مقادیر پایین Q_1 در خاکهای تیمار شده نسبت به نمونه شاهد نشان از اثر بهینه بهسازها در کاهش بخش قابل دسترس سرب دارد. جلالی و سجادی تبار (۲۰۱۳) در بررسی مدل برازش شده دومرحلهای مرتبه اول بر داده های واجذبی شده کادمیم بوسیله EDTA نشان دادند که این مدل برای همه خاکهای مورد مطالعه دارای ضریب تبیین باالای ۹۹/۰٪ (به استثنای دو خاک) بودند و بیان کردند که مدل دوفازی از واجذبی کادمیم به راحتی می‌تواند توسط این مدل پیش بینی شود.

بطور کلی نتایج بدست آمده نشان داد کاربرد هر دو نوع نانو آهن صفر ظرفیتی سبب کاهش معنی‌دار سرب آزاد شده در خاک در مقایسه با نمونه شاهد شده است. همچنین کاربرد نانوآهن صفر ظرفیتی تولید شده با کمپلکس کننده DTPA به طور معنی‌داری در مقایسه با کمپلکس کننده EDTA سبب کاهش بیشتر از سرب در همه زمان‌های واجذبی سرب شد که می‌تواند گزینه‌ای مناسب تر جهت کاربرد در خاک‌های آهکی برای تثبیت سرب استفاده شود. کابرد مدل مدل دومرحله ای مرتبه اول نیز توانست به ط ور قابل قبولی از آنجا که فرایند واجذبی به صورت دو فازی بود، واجذبی سرب را در این خاک ها پیش بینی کند.

منابع

Allabaksh, M. B., Mandal, B. K., Kesarla, M. K., Kumar, K. S., & Reddy, P. S. (۲۰۱۰). Preparation of stable zero valent iron nanoparticles using different chelating agents. *J Chem Pharm Res*, ۲(۵), ۶۷-۷۴.

Li, X. Q., & Zhang, W. X. (۲۰۰۷). Sequestration of metal cations with zerovalent iron nanoparticles a study with high resolution X-ray photoelectron spectroscopy (HR-XPS). *The Journal of Physical Chemistry C*, ۱۱۱(۱۹), ۶۹۳۹-۶۹۴۶.

Boparai, H. K., Joseph, M., & O'Carroll, D. M. (۲۰۱۱). Kinetics and thermodynamics of cadmium ion removal by adsorption onto nano zerovalent iron particles. Journal of hazardous materials, ۱۸۶(۱), ۴۵۸-۴۶۵.

Di Palma, L., Gueye, M. T., & Petrucci, E. (۲۰۱۵). Hexavalent chromium reduction in contaminated soil: A comparison between ferrous sulphate and nanoscale zero-valent iron. Journal of hazardous materials, ۲۸۱, ۷۰-۷۶.

Santos, S., Costa, C. A., Duarte, A. C., Scherer, H. W., Schneider, R. J., Esteves, V. I., & Santos, E. B. (۲۰۱۰). Influence of different organic amendments on the potential availability of metals from soil: A study on metal fractionation and extraction kinetics by EDTA. Chemosphere, ۷۸(۴), ۳۸۹-۳۹۶.

Jalali, M., & Tabar, S. S. (۲۰۱۳). Kinetic extractions of nickel and lead from some contaminated calcareous soils. Soil and Sediment Contamination : An International Journal, ۲۲(۱), ۵۶-۷۱.

Abstract

The effect of two kinds of zero valent iron nanoparticle, synthesized in the presence of EDTA (NZE) and DTPA (NZD), were evaluated to determine their ability to stabilize lead (Pb) in Pb-spiked soil. The Pb-spiked soils were separately incubated with NZE and NZD at the rates of ۰.۵ and ۲% (W/W) for ۹۰ days at ۲۵ ℃. A factorial experiment as a completely randomized design with three replications was studied. The efficacy of amendments treatment was evaluated by desorption kinetic experiment. The results showed that addition of NZE and NZD to soil significantly decreased Pb release, compared to control amendment. The lowest Pb desorption was achieved by NZD at ۵%. Based on the obtained highest values of coefficient of determination ($R^۲$), the two rst-order reaction model could be best fitted for describing Pb release in soil samples.

مطالعه اثرکاربرد کود کمپوست گرانوله و کود بیولوژیک بر خصوصیات کیفی گل همیشه بهار

مجتبی محمودی [۱]، آرزو صمدائی [۲]، ساره رجبی [۱]، مجید الداغی [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان

چکیده
به منظور بررسی تأثیر کود کمپوست گرانوله گوگردی و ازتوباکتر بر غلظت عناصر غذایی در گل همیشه بهار، آزمایشی گلدانی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل چهار سطح کود کمپوست گرانوله گوگردی (صفر، ۱، ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم خاک) و فاکتور دوم شامل دو سطح تلقیح و بدون تلقیح با باکتری ازتوباکتر بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که با مصرف کود آلی گرانوله مقدار نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین با کاربرد توأم کود آلی گرانوله و ازتوباکتر مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در سطح ۵ درصد معنی‌دار شدند. بیشترین مقدار نیتروژن و پتاسیم در تیمار بدون مصرف کود آلی گرانوله مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۵ و ۱۷ درصد افزایش نشان داد.

واژه های کلیدی: کمپوست گرانوله ، ازتوباکتر، همیشه بهار.

مقدمه
کاربرد وسیع نهاده‌های دخیل در امر تولید جهت دستیابی به عملکرد بالا، از یك طرف، و لزوم عاری بودن گیاهان دارویی از بقایای شیمیایی در طی مراحل تولید، فرآوری و عرضه آنها، از طرف دیگر، ضرورت کاربرد نهاده‌های بومسازگار در تولید این گیاهان را بیش از پیش نمایان می‌سازد. لذا، به‌نظر می‌رسد حتی در صورتیکه عملکرد این گیاهان در نتیجه استفاده از کودهای آلی و بیولوژیك، کمتر و یا برابر با عملکرد آنها در نتیجه مصرف کودهای شیمیایی باشد، تولید این گیاهان با استفاده از نهاده‌های طبیعی مثل کودهای دامی و بیولوژیك، راه‌حل مناسبی برای تولید و عرضه‌ی داروهای گیاهی سالم باشد (جهان و همکاران، ۱۳۸۶). کشتارگانیک گیاهان دارویی، احتمال بروز اثرات منفی روی کیفیت دارویی و عملکرد آنها در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت را به حداقل ممکن کاهش می‌رساند(Griffe et al, ۲۰۰۳).

بهکارگیری ریزموجودات مفید خاکزیدر تأمین عناصر غذایی به‌صورتی کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، افزایش تنوع زیستی، تشدید فعالیتهای حیاتی در اکوسیستم خاك، بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیطزیست، از مهمترین مزایای کود بیولوژیك محسوب می‌شود (صالح راستین، ۱۳۸۰). گروه‌هایی از ریزموجودات خاك از طریق ترشح برخی هورمون‌ها و اسیدهای آلی، و در برخی موارد تثبیت نیتروژن اتمسفری، اثرات مثبتی در تحریك رشد گیاه دارند که به آنها ریزوباکترهای تحریك کننده رشد گیاه اطلاق می‌شود. گونه‌های باکتریایی ازتوباکتر از جمله گونه‌هایی است که دارای قابلیت تثبیت نیتروژن بهطریق همیاری با گیاهان بوده که در نظام‌های کشاورزی پایدار مورد توجه ویژه قرار گرفته است (Barea et al, ۲۰۰۵).با استفاده مصرف پنج و ده تن ورمیکمپوست در کشت توت فرنگی صورت گرفت، مشخص گردید که کاربرد ورمیکمپوست، بطور معنی داری تعداد گلها را در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش داد. ورمی کمپوست علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیزمهای مفید خاک (نظیرقارچهای میکوریزا، میکروارگانیزم‌های حل کننده فسفات) درجهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن فسفر و پتاسیم عمل نموده وسبب بهبود رشد و عمل‌کرد گیاهان زراعی می‌شود (Norman et al, ۲۰۰۴).

با توجه به محدود بودن اطلاعات در ارتباط با کاربرد توأم کودهای آلی و بیولوژیك و تأثیر آنها در شرایط ارگانیك بر تولید گیاه همیشه بهار این تحقیق با هدف بررسی اثر کودهای آلی و بیولوژیك بر خصوصیات کیفی گل همیشه بهار انجام شد.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی تأثیر کود کمپوست گرانوله گوگردی و ازتوباکتر بر غلظت عناصر غذایی در گل همیشه بهار، آزمایشی گلدانی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی در در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران در سال ۱۳۹۳درچهار تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل چهار سطح کود کمپوست گرانوله گوگردی (صفر، ۱، ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم خاک) و فاکتور دوم شامل دو سطح تلقیح و بدون تلقیح با باکتری ازتو باکتر بود. باکتری‌فوقاز بانك میکروبی مرکز ملی ذخایر زیستی و ژنتیکی ایران و کود کمپوست گرانوله از کارخانه تولیدی شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران تهیه شد. ابتدا بذرهای گل در جعبه‌هایکشت نشاء و در خاك پیت کشت شدند. خاک گلدان‌ها با کود آلی مخلوط و با باکتری تلقیح شد. نشاءها چهار تا شش برگی، به گلدان‌های اصلی انتقال داده شدند. در مرحله گلدهی جهت تعیین میزان عناصر غذایی در گیاه، نمونه برگ تهیه شد. برای اندازه‌گیری عناصر پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم در برگ از عصاره حاصل از هضم بطریق سوزاندن خشک و عصاره‌گیری با اسید کلریدریک ۲ نرمال

استفاده شد. پتاسیم به روش نشر شعله‌ای (فلم فتومتری[۲])، فسفر به روش آمونیوم مولیبدات وانادات، کلسیم و منیزیم به روش جذب اتمیو همچنین نیتروژن به روش هضم تر با دستگاه کجل تیک اتوآنالیزر[۳] اندازه‌گیری شد (کوتنی، ۱۹۸۰). نتایج بدست آمده با استفادهازنرم افزار MSTATCمورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. گروه‌بندیمیانگین‌هابهروشآزموندانکن در سطح ۵درصدانجام شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای کود آلی گرانوله اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در برگ گل همیشه بهار در سطح یک درصد داشت. همچنین کاربرد توام کود آلی گرانوله و باکتری ازتوباکتر اختلاف معنی‌داری در غلظت نیتروژن، فسفر،پتاسیم و کلسیم در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۱).

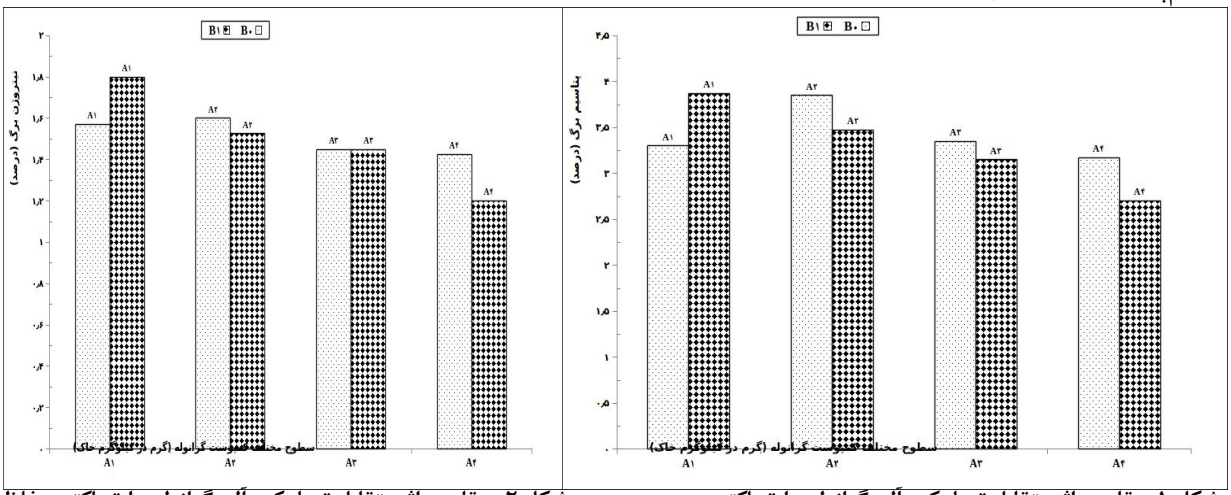
جدول۱- میانگین مربعات غلظت عناصر غذایی درتیمارهای مختلف کمپوست گرانوله و کود بیولوژیک در برگ گل همیشه‌بهار

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
کود آلیگرانوله	۳	۲۰۴/۰**	۰۰۶/۰ ns	۸۹۰/۰**	۲۴۴/۱**	۰۱۸/۰*
ازتوباکتر	۱	۰۰۳/۰ ns	۰۰۵/۰ ns	۱۱۳/۰ ns	۴۸۸/۱**	۰۰۸/۰ ns
کود آلیگرانوله ×ازتوباکتر	۳	۰۷۰/۰*	۰۱۶/۰*	۴۵۴/۰ *	۷۹۹/۰*	۰۰۶/۰ ns
خطا	۲۴	۰۳۸/۰	۰۰۴/۰	۱۸۱/۰	۴۸۱/۰	۰۰۴/۰
ضریب تغییرات(%CV)		۰۴/۱۳	۶۰/۱۳	۶۵/۱۲	۸۹/۱۲	۶۷/۹

ns,*,**به ترتیب معني‌دار در سطح يك درصد و پنج درصد و غیر معني‌دار

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار غلظت نیتروژن و پتاسیم در تیمار تلقیح شده با باکتری ازتوباکتر و بدون مصرف کود آلی (۸۰/۱ و ۷۰/۲درصد) مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۵ و ۱۷ درصد افزایش مشاهده شد. با افزایش سطح کود آلی گرانوله و حضور ازتوباکتر از غلظت نیتروژن برگ کاسته شد و با مصرف ۳ گرم در کیلوگرم کود آلی کمترین غلظت نیتروژن و پتاسیممشاهده شد. در حالیکه گزارشات موجود در زمینه تحقیق روی گیاهان دارویی نشان می‌دهد که کاربرد کودهای آلی این گیاهان باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی در خاک می‌شود که قابلیت جذب آهن، روی، مس، منگنز، فسفر، پتاسیم و نیتروژن را بالا می‌برد که در تولید مواد موثره در این گیاهان نقش مثبت دارد (مرادی، ۱۳۹۰). و به‌نظر می‌رسد نتایج بدست آمده در این پژوهش به دلیل غلظت بالای عناصر سنگین در این کود باشد (شکل ۱ و شکل ۲).

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین مقدار فسفر در تیمار تلقیح شده با باکتری ازتوباکتر و بدون مصرف کود آلی بود که نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین بیشترین غلظت کلسیم در تیمار تلقیح شده با باکتری و مصرف ۳ گرم در کیلوگرم کود آلی -مشاهده شد که نسبت به شاهد ۲۰ درصد افزایش داشت (جدول ۲).پژوهش‌هایی‌بر روی اثر ازتوباکتربر دانه‌یانشاءهای گندم،برنج، ذرت، پیاز،بادمجان،گوجه‌فرنگی و کلم انجام‌شده است که‌نتایج‌مثبتی‌به ویژه در برنج،کلم،بادمجان و گندم‌به‌دست آمد(Suba Rao, ۱۹۸۸)



شکل ۱-مقایسه اثر متقابل تیمار کود آلی گرانوله و ازتوباکتر

شکل ۲- مقایسه اثر متقابل تیمار کود آلی گرانوله و ازتوباکتربر غلظت نیتروژن در برگ گل همیشه بهاربر غلظت پتاسیم در برگ گل همیشه بهار

[۲]Flame photometer
[۳]Auto Analysis kjeltec

A_0، A_1، A_2، A_3: به ترتیب مقادیر صفر، ۱، ۲و ۳ گرم کمپوست گرانوله در کیلوگیلوگرم خاک و B_0و B_1: به ترتیب تیمارهای بدون تلقیح و تلقیح شده با باکتری ازتوباکتر.
*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یك حرف مشابه مي‌باشند در آزمون دانکن درسطح پنج درصد تفاوت معني‌دار ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار کود آلی گرانوله و ازتوباکتر بر غلظت عناصر غذایی در برگ گل همیشه بهار

تیمار	فسفر	کلسیم	منیزیم
	درصد		
A_0B_0	۴۰/۰ab	۲۲/۵ab	۶/۰ b
A_0B_1	۵۰/۰a	۷۵/۴b	۶۰/۰b
A_1B_0	۴۷/۰a	۷۰/۴b	۶۰/۰b
A_1B_1	۴۵/۰ab	۵۲/۵ab	۷۰/۰ab
A_2B_0	۴۵/۰ab	۳۵/۵ab	۶۵/۰ab
A_2B_1	۳۵/۰b	۸۲/۵ab	۷۰/۰ab
A_3B_0	۴۷/۰a	۳۷/۵ab	۷۲/۰a
A_3B_1	۴۰/۰ab	۲۷/۶a	۷۰/۰ab

A_0، A_1، A_2، A_3: به ترتیب مقادیر صفر، ۱، ۲و ۳ گرم کمپوست گرانوله در کیلوگیلوگرم خاک و B_0و B_1: به ترتیب تیمارهای بدون تلقیح و تلقیح شده با باکتری ازتوباکتر.
*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یك حرف مشابه مي‌باشند در آزمون دانکن درسطح پنج درصد تفاوت معني‌دار ندارند.

منابع

۱- جهان، م.، کوچکي، آ .،نصیری‌محلاتي، م و دهقاني پور،ف. ۱۳۸۶. اثرسطوح‌مختلف‌کود دامي و استفاده از قی‌م‌برتولی‌د ارگانی‌ك کدو پوست کاغذی (pepo LCucurbita)، مجله‌پژوهش‌های زراعي ایران، جلد پنجم، صفحه‌های ۲۸۱تا ۲۹۰.
۲- صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای‌نی‌ل‌به‌کشاورزی‌پایدار،مجله‌علوم‌خاك و آب، ویژه‌نامه کودهای‌بی‌ولوژیك، شماره ۲۳، صفحات ۱۹ تا ۲۳.
۳- مرادی، ر.، نصیری محلاتی، م.، رضوانی مقدم، پ.، لکزیان، ا.، نژاد علی، ع. ۱۳۹۰. تأثی‌رکودهای‌بی‌ولوژیك و آلي‌برکمیت و کیفیت اسانس‌گی‌اه رازیانه (Foeniculum vulgare Mill). نشریه‌علوم‌باغباني، جلد ۵، شماره ۱، صفحات ۲۵ تا ۳۳.

۴- Barea J. M., . Pozo M. J., Azcon R.,Azcon-Aguilar C. ۲۰۰۵. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal .of Experimental Botany, ۵۶: ۱۷۶۱-۱۷۷۸
۵- .Cottenie A. ۱۹۸۰. Methods of plant analysis, In: Soil and plant testing: FAO Soils Bulletin ۳۸/۲. ۱۲۰ p
۶- Griffe P., Metha S., Shankar D. ۲۰۰۳. Organic Production ofMedicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants .(MADPs): Forward, Preface and Introduction, FAO
۷- Norman Q., Arancon a., Clive A., Edwards a ., Rola Atiyeh a ., James D., Metzger. ۲۰۰۴. Effects of vermi composts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Bioresource Technology, ۹۳: ۱۳۹-۱۴۴.
۸- .Suba Rao N.S. ۱۹۸۸. Biofertilizers in agriculture. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, ۲۰۸p

Abstract

To study the effects of granular compost and Azotobacter on concentration of nutrient elements in *Calendula officinalisa* pot experiment based on factorial completelyrandomized design was carried out with four replications. The first factor was consisted of four levels ofgranular compost (۰, ۱, ۲ and ۳ g/kg of soil) and second factor was consisted of two levels of inoculation and non-inoculation with Azotobacter. Result showed that with use granular compost N, P and K concentration significant increase in leaf ($p<۰.۰۱$). with combined application granular compost and Azotobacter N, P, K and Ca were significant increase at ۵% levels. Maximum N and K concentration of leaf observed in without use of granular compost treatment that compared to control ۱۵% and ۱۷% more than respective.

بررسی اثر آلودگی آرسنیکبر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه سورگوم (Sorghumbicolor)

محمد بابا اکبری ساری [۱]، سعیده بحرینی [۲]، مهدی تفویضی [۳]
۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان،۲-دانشجوی کارشناسی گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان،۳-دانش آموخته کارشناس ارشدگروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده
هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر آلودگی خاک به فلز آرسنیک بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه سورگوم می‌باشد. بدین منظور، آزمایشی به صورتطرح کامل تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: یک رقم سورگوم و ۶ سطح آلودگی آرسنیک (.صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم آرسنیک در کیلوگرم خاک) بود.خاک با استفاده از نمک سدیم آرسنات به صورت مصنوعی آلوده گردید. اثر آلودگی آرسنیک در سطوح مورد آزمایش، بر شاخص‌های جوانه‌زنی معنی‌دار نبود. با این حال، نتایج به دست آمده نشان داد که غلظت‌های پایین آلودگی آرسنیک (کمتر از ۱۵ میلی‌گرم برکیلوگرم) در مقایسه با تیمار شاهد، اثر تحریک کنندگی بر درصد نهایی ظهور گیاهچه، سرعت ظهور گیاهچه، شاخص ظهور گیاهچه داشت. همچنین پس از جوانه زنی و رشد گیاهچه‌های سورگوم، مشاهده گردید که آلودگی آرسنیک در مقایسه با خاک غیرآلوده، موجب کاهش رشد در گیاهچه‌ها (کاهش ارتفاع) و در غلظت‌های بالاتر موجب بروز علائم سوختگی در برگ گیاهچه‌ها شد.
واژه های کلیدی: آرسنیک، سرعت ظهور گیاهچه، سورگوم، شاخص ظهور گیاهچه، درصد نهایی ظهور گیاهچه

مقدمه
آلودگی آرسنیک در خاک ها و آب های زیرزمینی، یکی از مشکلات موجود در سرتاسر جهان می باشد که بدلیل فعالیت های طبیعی زمین شناسی و مصنوعی ایجاد شده توسط بشر از قبیل: استخراج معادن، صنایع بزرگ، تولید نیمه هادی، تولیدات جنگلی، شستشوی مکان های دفن زباله، کودها، آفت کش ها و فاضلاب ها به وجود می آید(Franciscoet al., ۲۰۰۲).آرسنیک درفرایندهای متابولیکی گیاه تداخل ایجاد نموده و می تواند مانع از رشد گیاه گردیده و اغلب باعث مرگ گیاه می شود (Jiang and Singh, ۱۹۹۴). میزان حساسیت و سمیت فلزاتی نظیر آرسنیک در گیاهان نه تنها متاثر از غلظت و نوع آلاینده می باشد، بلکه مرحله رشد و فرایندهای بیولوژیکی (جوانه زنی، بقای گیاهچه و رشد رویی) نیز دارای اهمیت می باشد.در این بین، جوانه زنی بذر و مراحل اولیه رشد به آلودگی فلزات حساسیت بیشتری دارند به این دلیل که برخی از مکانیسم های دفاعی توسعه پیدا نکرده اند و از این رو در بررسی آلودگی، جزء ملاحظات مهمی می باشند(Liu et al., ۲۰۰۵). درصد جوانه زنی ممکن است انعکاسی از سرعت واکنش بذرگیاه به محیطی باشد که در آن رشد یافته اند. جوانه زنی بذر اولین فرایند فیزیولوژیکی می‌باشد که تحت تاثیر فلزات سنگین قرار می گیرد (Shanker et al., ۲۰۰۵). لیائو و همکاران (۲۰۰۴) گزارش دادند که غلظت های پایین آرسنیک (کمتر از ۱ میلی‌گرم برکیلوگرم)موجب تحریک جوانه زنی و رشد بخش هوایی و ریشه در سرخس چینی (*Chinese brake*) گردید و در غلظت های بالا (۵۰-۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) رشد گیاهچه به طور قابل توجهی کاهش یافت.سورگوم از خانواده گندمیان و دارای توانایی رشد و سازش با شرایط اقلیمی متفاوت را دارا بوده و از توانایی حذف آلاینده ها از خاک برخوردار می باشد (Mc-Catcheon and Schnoor, ۲۰۰۴). با توجه به اهمیت گیاه سورگوم و نیز وجود آلودگی آرسنیک در خاک‌های کشور،هدف از آزمایش حاضر، بررسی رفتار جوانه زنی گیاه سورگوم در خاک آلوده به عنصر آرسنیک بود.

مواد و روش ها
به منظور ارزیابی اثر آلودگی خاک به فلز آرسنیک بر برخی شاخص‌های جوانه زنی گیاه سورگوم، آزمایشی به صورتطرح کامل تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه زنجان اجرا گردید. عوامل آزمایشی شامل یک رقم سورگوم و آلودگی آرسنیک در ۶ سطح (.صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم آرسنیک درکیلوگرم خاک) بود. آلوده سازی خاک به صورت مصنوعی و با استفاده از نمک سدیم آرسنات انجام گردید. خاک ها پس از آلوده سازی به مدت ۶۰ روز روز در شرایط گلخانه‌ای به منظور رسیدن به شرایط طبیعی نگهداری گردیدند. در طی دوره انکوباسیون رطوبت گلدان‌ها در حد ۸۰% ظرفیت مزرعه نگهداری شد. پس از سپری شدن دوره مذکور، ۳۰ عدد بذر سورگوم در هر گلدان کشت گردید.به منظور بررسی برخی شاخص های جوانه‌زنی، تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده به صورت روزانه با فواصل زمانی ۱۲ ساعت، به مدت ۸ روزشمارش گردید و با استفاده از روابط زیر برخی

شاخص‌های جوانه‌زنی نظیردرصد نهایی ظهور گیاهچه (FEP)[۴](رابطه ۱)، شاخص ظهور گیاهچه (EI)[۵] (رابطه ۲)، متوسط زمان ظهور گیاهچه (MET)[۶](رابطه ۳)، و سرعت ظهور گیاهچه (SER)[۷](رابطه ۴)، تعیین گردید.

رابطه (۱) GP= n/N ×۱۰۰

n: تعداد بذرهای جوانه زده N: تعداد کل بذرهای کشت شده

رابطه (۲) (AOSA, ۱۹۸۳): EI = +--- +

رابطه (۳) MET(Ellis and Roberts, ۱۹۸۱)=

در این رابطه n: تعداد گیاهچه‌های ظهور یافته در روز D، و D: تعداد روزهای شمارش از آغاز ظهور گیاهچه‌ها می‌باشد.

رابطه (۴) SER(Ghiasi et al., ۲۰۱۱)=

به منظورتجزیه داده‌ها از نرم افزار SAS ۹.۱ استفاده گردید. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن درسطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج حاصل از اثر آلودگی آرسنیک بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه سورگوم را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج بدست آمده، آلودگی آرسنیک اثر معنی‌داری بر شاخص‌هایاندازه‌گیری شده نداشت. با این حال مشاهده گردید که پس از جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه های سورگوم، علائم سوختگی و کند شدن رشد در گیاهچه‌ها به ویژه در غلظت‌های بالاتر آرسنیک، مشاهده گردید. بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲)، بالاترین میزان درصد نهایی ظهور گیاهچه (۹۴/۹۴ درصد) در تیمار ۱۰میلی‌گرم برکیلوگرم آرسنیک مشاهده گردید که در مقایسه با تیمار شاهد (۹۰درصد) افزایش نشان داد. از طرفی درصد جوانه‌زنی در غلظت های بالاتر از ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم آرسنیک، در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت. بالاترین میزان سرعت ظهور گیاهچه (SER) (۸۱/۱۱) نیز مربوط به تیمار ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم آرسنیک بود که در مقایسه با تیمار شاهد (۲۵/۱۱) افزایش نشان داد.در غلظت‌های بالاتر از ۱۰میلی‌گرم برکیلوگرم آرسنیک مشاهده گردید که سرعت ظهور گیاهچه (SER) کاهش یافت.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مربوط به برخی شاخص‌های جوانه زنی گیاه سورگوم تحت تاثیر آلودگی آرسنیک

		میانگین مربعات			
تیمار آزمایشی	درجه آزادی	درصد نهایی ظهور گیاهچه (FEP)	شاخص ظهور گیاهچه (EI)	متوسط زمان ظهور گیاهچه (MET)	سرعت ظهور گیاهچه ((SER
ارسنیک	۶	۰۴۱۰/۴۳ns	۶۱۷۱/۰ns	۲۵۲۰/۰ns	۶۷۱۴/۰ns
اشتباه آزمایش	۱۴	۴۴۹۲/۴۴	۲۵۶۱/۰	۱۴۱۷/۰	۶۹۳۸/۰
ضریب تغییرات	-	۵۴/۷	۵۷/۱۲	۱۴/۹	۵۳/۷

ns: غیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

در رابطه با مقدار شاخص ظهور گیاهچه (EI)نیز مشاهده گردید که مقادیر این شاخص در غلظت‌های بالاتر از ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم آرسنیک، کاهش یافت و در تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم آرسنیک، در مقایسه با تیمار شاهد، بیشتر بود. در بررسی متوسط زمان ظهور گیاهچه (MET) مشاهده گردید که بیشترین مقدار (۶۰/۴) مربوط به تیمار ۲۵ میلی‌گرم برکیلوگرم آرسنیک بود و در تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم آرسنیک، مقدار این شاخص در مقایسه با تیمار شاهد و سایر سطوح آلودگی آرسنیک، کمتر بود.بر اساس نتایج بدست آمده مشاهده گردید که غلظت‌های پایین آرسنیک (کمتر از ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم) در مقایسه با غلظت‌های بالاتر، اثر تحریک کنندگی بر بذر سورگوم داشته و موجب افزایش شاخص‌های مورد مطالعه در مقایسه با تیمار شاهد (آرسنیک صفر) گردید.مطالعات متعدد نشان داده است که غلظت‌های پایین آرسنیک می‌تواند محرک رشد گیاهان باشد و در مقابل غلظت‌های بالاتر موجب صدمه زدن به گیاهان می‌شود (Han et al., ۲۰۰۳).لی و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی اثر آلودگی آرسنیک بر جوانه زنی گیاه گندم گزارش دادند که غلظت های پایین آرسنیک (۱-۰ میلی‌گرم برکیلوگرم) اثر محرک کننده بر جوانه زنی بذر داشت و با افزایش یافتن غلظت آرسنیک،مقدار جوانه زنی کاهش یافت.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مربوط به برخی شاخص‌های جوانه زنی گیاه سورگوم تحت تاثیر آلودگی آرسنیک

الودگی ارسنیک (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	درصد نهایی ظهور گیاهچه (FEP)	شاخص ظهور گیاهچه (EI)	متوسط زمان ظهور گیاهچه (MET)	سرعت ظهور گیاهچه (SER)
شاهد (صفر)	a ۰۰/۹۰	ab ۰۴/۴	ab ۱۷/۴	a ۲۵/۱۱
۵	a ۰۰/۹۰	۶۶/۴a	b ۷۹/۳	a ۲۵/۱۱
۱۰	a ۴۴/۹۴	۵۹/۴a	b ۸۰/۳	a ۸۱/۱۱

[۴] Final Emergence Percentage
[۵] Emergence Index
[۶] Mean Emergence Time
[۷] Seedling Emergence Rate

۱۵	a ۲۲/۸۲	ab ۹۹/۳	ab ۰۲/۴	a ۲۸/۱۰
۲۵	a ۶۷/۸۶	b ۵۲/۳	a ۶۰/۴	a ۸۳/۱۰
۵۰	a ۶۷/۸۶	b ۵۷/۳	ab ۳۴/۴	a ۸۳/۱۰
۱۰۰	a ۸۹/۸۸	ab ۸۱/۳	ab ۱۰/۴	a ۱۱/۱۱

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به دست آمده در این آزمایش، مشاهده گردید که غلظت‌های پایین آلودگی آرسنیک (کمتر از ۱۵ میلی‌گرم برکیلوگرم)در مقایسه با تیمار شاهد، اثر تحریک کنندگی بر درصد نهایی ظهور گیاهچه، سرعت ظهور گیاهچه، شاخص ظهور گیاهچه داشت. پس از جوانه زنی و رشد گیاهچه‌های سورگوم، مشاهده گردید که آلودگی آرسنیک در مقایسه با خاک غیر آلوده، موجب کاهش رشد در گیاهچه‌ها (کاهش ارتفاع) گردید و در غلظت‌های بالاتر موجب بروز علائم سوختگی در گیاهچه‌ها گردید. با توجه به معنی‌دار نبودن اثر سطوح مورد استفاده در این ازمایش بر شاخص‌های جوانه زنی گیاه سورگوم، پیشنهاد می‌گردد برای بررسی های بیشتر در رابطه با شاخص‌های جوانه زنی گیاهان، یا از کشت آبی و یا از سطوحی با آلودگی بیشتر آرسنیک در خاک استفاده گردد هرچند گیاه در مراحل بعدی رشد و حتی غلظت های بیشتر از ۲۵ میلی‌گرم برکیلوگرم آرسنیک دچار مشکل و سوختگی خواهد شد.

منابع

Association of Official Seed Analysis (AOSA).۱۹۸۳. Seed vigor hand testing book. Contribution No.۳۲ to the handbook on seed testing. Association of Official Seed Analysis. Springfield, IL.

Ellis, R. A. & Roberts, E. H. (۱۹۸۱). The quantification of ageing and survival in orthodox Seeds. SeedScience and Technology, ۹, ۳۷۳-۴۰۹.

Francisco F R, Joni M B, Debby F. ۲۰۰۲. Evaluation of aGFP reporter gene construct for environmental arsenicdetection[J]. Talanta, ۵۸: ۱۸۱-۱۸۸.

Ghiasi, A., Hamidi, A., Khavazi, K. & Parsa, S. ۲۰۱۱. Effect plant growth promoting bacteria(PGPR on wheat germination and seedling vigour indices (cv. Chamran). In: Proceedings of ۱۲ th national soil science congress, ۳-۵ Sep., University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Jiang QQ, Singh BR. ۱۹۹۴. Effect of different forms and sources of arsenic on crop yield and arsenic concentration. Water Air Soil Pollut. ۷۴: ۳۲۱-۳۴۳.

LI, C. X., FENG, S. L., Yun, S., JIANG, L. N., LU, X. Y., & HOU, X. L.۲۰۰۷. Effects of arsenic on seed germination and physiological activities of wheat seedlings. Journal of Environmental Sciences, ۱۹(۶), ۷۲۵-۷۳۲.

Liao XY, Chen TB, Lei M, Huamg ZC, Xiao XY, An ZZ. ۲۰۰۴. Root distribution and elemental accumulations of Chinese brake (Pteris vittataL.) from As-contaminated soils. Plant Soil. ۲۶۱: ۱۰۹-۱۱۶.

Liu, X., Zhang, S., Shan, X., & Zhu, Y. G. ۲۰۰۵. Toxicity of arsenate and arsenate on germination, seedling growth and amylolytic activity of wheat.Chemosphere, ۶۱(۲), ۲۹۳-۳۰۱.

McCUTCHEON, S. C., & Schnoor, J. L. ۲۰۰۴. Phytoremediation: transformation and control of contaminants (Vol. ۱۲۱). John Wiley & Sons.

Shanker A K, Carlos Cervantes, Herminia Loza-Taveraet al., ۲۰۰۵. Chromium toxicity in plants[J]. Environ Internation-al, ۳۱: ۷۳۹-۷۵۳.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of arsenic contamination soil on some germination index of sorghum. For this purpose, the experiment was carried out in a completely randomized design with three replications in greenhouse. The treatments included sorghum and ۶ levels of arsenic contamination (control (zero), ۵, ۱۰, ۱۵, ۲۵, ۵۰ and ۱۰۰ mg As kg^{-1} soil).Soil was artificially contaminated with*sodium arsenate* ($Na_2HAsO_4.7H_2O$)In this study, the effect of arsenic treatment was not significant on germination index.However, the results showed that low concentrations of arsenic (less than ۱۰ mg/kg), the stimulatory effect on the Final Emergence Percentage, seedling emergence rateand emergence index compared to control treatment. Also, after

germination and seedling growth of sorghum, it was observed that arsenic contamination reduced the growth of seedlings (reduced height) compared with non-contaminated soil, and high concentration of arsenic was caused leaf burn on the seedlings.

بررسی تاثیر کلات‌کننده‌ها بر سرب قابل استفاده در ریزوسفر آفتابگردان در یک خاک آهکی

محمد رحمانیان [۱]، علیرضا حسین پور [۲]، حمیدرضا متقیان [۳]، ابراهیم ادهمی [۴]
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۲- استادگروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد ۳- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد، ۴- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج

چکیده
خصوصیات بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی محیط ریزوسفر از جمله فراهمی عناصر در آن با توده خاك متفاوت است. این پژوهش به منظور بررسی تاثیر EDTA، اسید سیتریک و عصاره کود مرغی بر سرب قابل استفاده در ریزوسفر و توده خاك در حضور گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. EDTA و اسید سیتریک در سطوح غلظتی صفر، ۵/۰ و ۱ میلی‌مول بر کیلوگرم خاک و عصاره کود مرغی در سطوح غلظتی صفر، ۵/۰ و ۱ گرم بر کیلوگرم خاک استفاده شدند. برای بررسی تغییرات زیست‌فراهمی سرب از روش‌های مختلف عصاره‌گیری (آب مقطر، مهلیچ ۳، AB-DTPA و DTPA-TEA) استفاده شد. نتایج نشان دادند که ریزوسفر تأثیر معنی‌داری بر مقادیر سرب قابل استخراج در خاك داشت. بیشترین مقدار سرب زمانی که اسیدسیتریک به خاک اضافه شده و کمترین مقدار آن زمانی که عصاره کود مرغی به خاک اضافه شده، عصاره‌گیری شد.

واژه های کلیدی: توده خاك، ریزوسفر، سرب، فراهمی.

مقدمه
امروزه در جوامع صنعتی فلزات سنگین در خاك از طریق فعالیت‌های بشری و فرسایش طبیعی وارد خاک شده و در طولانی مدت محیط زیست و سلامت انسان را به خطر می‌اندازد. فراهمی فلزات سنگین برای گیاهان در خاك به مقدار طبیعی آن عناصر در محلول خاك و ارتباط آنها با عناصر موجود در فاز جامد خاك بستگی دارد. واکنش عناصر غذایی با سطوح فاز جامد خاك به طبیعت فیزیکی و شیمیایی آن سطح و ترکیبات آلی و غیر آلی سازنده ذرات آن سطح بستگی دارد (Barber, ۱۹۹۵). عوامل شناخته‌شده مؤثر بر فراهمی فلزات برای گیاهان خصوصیات شیمیایی شامل pH، CEC ، پتانسیل اکسایش- کاهش، بافت خاك، مقدار رس و ماده آلی می‌باشند (Violante et al., ۲۰۱۰).

برای به دست آوردن اطلاعات جزیی از فراهمی فلزات در خاك و رسوبات از روش‌های مختلف عصاره‌گیری استفاده می‌شود. تعیین اشکال شیمیایی مختلف در بخش‌های مختلف خاك، برای ارزیابی تغییرات تحرك فلزات مختلف تحت خصوصیات متغیر شیمیایی خاك، از اهمیت زیادی برخوردار است (Savonina et al., ۲۰۰۵). روش‌های عصاره‌گیری بر تعیین اشکال شیمیایی فلزات همراه با فازهای ژئوشیمیایی خاك تمرکز دارند که در آن ها از برهم کنش‌های زیستی درون خاك، به ویژه برهم کنش خاك- گیاه چشم‌پوشی می‌شود و بیش تر در این واکنش‌ها اشکال فلزات، تغییر شکل، جذب و تجمع توسط گیاهان تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Feng et al., ۲۰۰۵).

ریزوسفر به عنوان ناحیه در برگیرنده ریشه‌های فعال مؤثر بر ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی خاک در نظر گرفته می‌شود (Chen et al., ۲۰۰۶). در خاک ریزوسفری ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی متفاوت از توده خاک هستند. این ویژگی‌های متفاوت بر جذب عناصر بوسیله گیاهان مؤثر هستند و به دلیل مجاورت خاک در این ناحیه با ریشه پدید آمده‌اند (Marshner, ۱۹۹۵). گسترش ناحیه ریزوسفر تحت تأثیر نوع و گونه گیاه، سن گیاه و بافت خاك می‌باشد. ترشحات ریشه‌ای هم از طریق نشت مواد و هم از طریق ترشح فعال آزاد می‌شوند. در بین فرآیندهای بسیاری که در ریزوسفر رخ می‌دهند، ترشحات ریشه‌ای بیشتر مورد توجه‌اند و اثر مهمی بر میکروارگانیسم‌های خاك و نیز سرنوشت عناصر در خاك دارند (Jones et al., ۲۰۰۴).

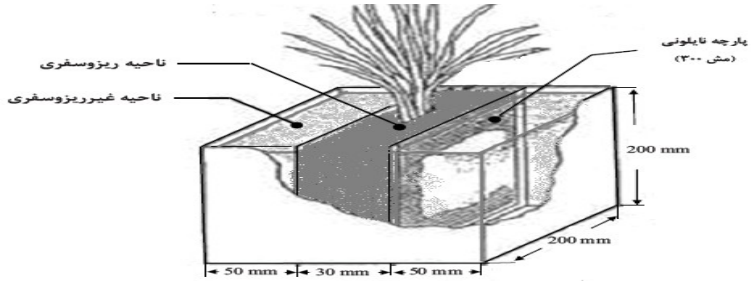
محدود کردن رشد ریشه‌ها با حجم معینی از خاك سبب افزایش تراکم ریشه‌ها شده و نمونه برداری از خاك ریزوسفری را آسان می‌کند. عمل محدود کردن ریشه‌ها معمولاً با استفاده از صفحاتی از جنس استیل ضد زنگ، نایلون یا مواد مصنوعی دیگر انجام می‌شود. این صفحات اجازه عبور آب، گاز و پخشیدگی مواد غذایی را می‌دهند به نحوی که زندگی گیاه تحت تأثیر قرار نگیرد (مشیری، ۱۳۸۸). یکی از وسایلی که به طور گسترده برای مطالعه تغییرات در ریزوسفر استفاده می‌شود ریشه‌دان (rhizobox) می‌باشد (Jaillard et al., ۲۰۰۲) که در آن خاك با استفاده از یک مش ریز جداسازی می‌شود و اجازه می‌دهد که خاك را در فاصله‌های معین تعریف شده از سطح ریشه با برش‌های مساوی جمع آوری کرد (Wenzel et al., ۲۰۰۱).

آفتابگردان به خاطر تولید زیست‌توده بالا و تحمل غلظت بالای فلزات‌سنگین در محلول خاک و همچنین قابلیت انباشت مقادیر زیادی از فلزات‌سنگین به طوری وسیعی در پژوهش‌های گیاه‌پالایی مورد استفاده قرار گرفته است (Lasat, ۲۰۰۲). بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر کلات‌کننده‌ها بر سرب قابل استفاده در ریزوسفر آفتابگردان در یک خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این پژوهش، یک نمونه خاک از لایه ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک‌های واقع در نزدیکی معادن سرب و روی در جنوب شهر اصفهان جمع‌آوری شد. نمونه خاک هوا خشک شده و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، به منظور بررسی‌های آزمایشگاهی آماده شد. اندازه‌گیری تعدادی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه از جمله: بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, ۱۹۸۶)، pH خاک در سوسپانسیون ۱:۲ آب به خاک (Thomas, ۱۹۹۶)، EC در عصاره ۱:۲ آب به خاک (Rhoades, ۱۹۹۶)، کربنات کلسیم معادل (Loeppert and Suarez, ۱۹۹۶)، ظرفیت تبادل کاتیونی (Sumner and Miller, ۱۹۹۶) و مقدار ماده آلی به روش اکسیداسیون تر (Nelson and Sommers, ۱۹۹۶) تعیین شد. مقدار کل عنصر سرب با استفاده از اسید نیتریک ۴ نرمال (Sposito et al., ۱۹۸۲)، و مقدار سرب قابل استفاده در خاک با استفاده از عصاره‌گیر DTPA-TEA (Lindsay and Norvell, ۱۹۷۸)، اندازه‌گیری شد.

این پژوهش در ریزوباکس انجام شد. ریزوباکس‌های مورد استفاده دارای طول ۲۰۰ میلی‌متر، عرض ۱۳۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر شامل سه بخش می‌باشند. بخش مرکزی یا ناحیه ریزوسفری (دارای عرض ۳۰ میلی‌متر) با استفاده از پارچه نایلونی از دو بخش غیر ریزوسفری (دارای عرض ۵۰ میلی‌متر) جدا می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱ – طرحی از ریزوباکس مورد استفاده در این تحقیق

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام شد. در ابتدا عناصر غذایی لازم به خاک هر گلدان اضافه و رطوبت گلدان‌ها به حد ظرفیت زراعی رسانده شد. سپس ۵ بذر در عمق مناسب کاشته شده و پس از استقرار و سبز شدن کامل بذور در پایان هفته دوم، تعداد گیاهان به ۳ بوته تنک گردید. در طول دوره رشد گیاه، سعی شد رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی نگهداشته شود. EDTA و اسید سیتریک در سطوح غلظتی صفر، ۵/۰ و ۱ میلی‌مول بر کیلوگرم خاک (Karczewska et al., ۲۰۱۱) و عصاره کود مرغی در سطوح غلظتی صفر، ۵/۰ و ۱ گرم بر کیلوگرم خاک (Tahmasbian and Safari Sinegani, ۲۰۱۳) به همراه آب آبیاری به طور منظم در طول دوره کشت به گلدان‌ها اضافه شد. بخش هوایی گیاهان ۱۰ هفته پس از کاشت برداشته شد و ریزوباکس‌ها باز و خاک بخش مرکزی (خاک ریزوسفری) با استفاده از الک کردن از ریشه‌ها جدا و در نهایت ریشه‌های باقیمانده در خاک ریزوسفری با استفاده از انبرک برداشته شد. در پایان پژوهش از تمامی تیمارهای آزمایشی نمونه‌های خاک تهیه و پس از انتقال به آزمایشگاه مقدار سرب قابل دسترس خاک‌های ریزوسفری و توده از روش‌های AB-DTPA (Soltanpour and Schwab, ۱۹۷۷)، DTPA-TEA (Lindsay and Norvell, ۱۹۷۸)، مهلیچ ۳ (Mehlich, ۱۹۸۴) و آب مقطر (Abreu et al., ۲۰۰۶) عصاره‌گیری و با دستگاه جذب اتمی (مدل جی بی سی، ۹۳۲) اندازه‌گیری شد. مطالعات آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج جدول ۱، خاک بکار رفته در این پژوهش، خاکی با کلاس بافتی لوم شنی، غیرشور، آهکی و با واکنش قلیایی بود.

جدول ۱: برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منتخب خاک مورد مطالعه

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	$CaCo_3$ (٪)	ماده آلی (٪)	قابلیت هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	pH	سرب قابل استفاده $mg\ kg^{-1}$	سرب کل $mg\ kg^{-1}$	روی کل $mg\ kg^{-1}$	مس کل $mg\ kg^{-1}$
۱۸	۲۵	۵۷	۳۲	۸۲/۰	۴۴/۰	۲/۸	۳/۶	۲۵۰	۸۵۰	۲۵

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کلات کننده‌ها و محیط و اثرات متقابل آنها بر سرب عصاره‌گیری شده با عصاره‌گیرهای مختلف معنی‌دار است (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس اثر کلات‌کننده‌ها بر سرب عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	DTPA-TEA	AB-DTPA	مهلیچ ۳	آب مقطر
کلات	۸	۱۶۸**	۱۰۶**	۴۳۱**	۶۱/۲**
محیط	۱	۹۳/۹**	۶/۴۵**	۶۱۵/۰ ns	۷۹۸/۰**
کلات *محیط	۸	۰۲/۲**	۹۵/۱**	۲۵/۷**	۳۹۷/۰**
خطا	۳۶	۳۸۰/۰	۶۹۰/۰	۶۰/۱	۰۱۰/۰
%CV		۱/۶	۲/۷	۴/۳	۱۷

**، نشان‌دهنده معني‌دار بودن در سطح احتمال يك درصد، *، نشان‌دهنده معني‌دار بودن در سطح احتمال پنج درصد و ns، نشان دهنده نبود تفاوت معني‌دار در سطح آماری مي‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سرب عصاره‌گیری شده با روشهای مختلف در خاك تغییرات زیادی داشت که نشان دهنده مکانیسم متفاوت عصاره‌گیرها در استخراج این عنصر است (جدول ۳). دامنه تغییرات سرب عصاره‌گیری شده به روش DTPA-TEA ۱۹/۳ تا ۸۸/۲۰، AB-DTPA ۳/۵ تا ۷/۱۹، مهلیچ ۳ ۱۸/۲۴ تا ۱۷/۵۰ و آب مقطر ۲۵/۰ تا ۹۶/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. در خاك‌های تیمارشده با کلات کننده‌ها، مقدار سرب عصاره‌گیری شده به ترتیب مهلیچ ۳> DTPA-TEA>> AB-DTPA> آب مقطر بود. همان طور که جدول ۳ نشان مي‌دهد بر اثر افزودن EDTA و اسید سیتریک به خاك، مقدار قابل استفاده عنصر سرب افزایش یافت، اما با اضافه کردن عصاره کود مرغی به خاک مقدار قابل استفاده عنصر سرب به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. سرب عصاره‌گیری شده با آب مقطر فقط زمانی که کلات کننده EDTA به خاک اضافه شده بود قرائت شد و در عصاره‌هایی که کلات کننده‌های اسید سیتریک و عصاره کود مرغی به خاک اضافه شده بود در محدوده تشخیص دستگاه جذب اتمی نبود. به طور کلی سرب عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف در شرایط ریزوسفری تا حدودی کمتر از توده خاک بود. بیشترین مقدار سرب عصاره‌گیری شده مربوط به زمانی بود که کلات کننده اسیدسیتریک به خاک اضافه شده و کمترین مقدار زمانی بود که کلات کننده عصاره کود مرغی به خاک اضافه شده است.

متقیان و همکاران (۱۳۹۱) مس قابل استفاده را با استفاده از ۷ عصاره‌گیر شیمیایی در خاک‌های ریزوسفری و توده در تعدادی از خاک‌های آهکی تحت کشت گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) را تعیین کردند. همچنین، همبستگی بین غلظت مس را با مقادیر مس عصاره‌گیري‌شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف بررسی کردند و گزارش کردند که بین شاخص غلظت و مس عصاره‌گیري‌شده با روش‌های عصاره‌گیری AB-DTPA و مهلیچ ۳ در خاک‌های ریزوسفری و توده همبستگی معنی‌دار (P <۰۵/۰) وجود داشت.

متقیان و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی اثر ریزوسفر گندم بر مقدار روی قابل استفاده در ۱۰ نمونه خاک آهکی استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از ریزوباکس پرداختند. نتایج آنها نشان داد که مقدار روی عصاره‌گیری شده با استفاده از عصاره‌گیرهای مختلف شیمیایی در خاک‌های ریزوسفر گندم بیشتر از خاک‌های توده بود.

متقیان و حسین‌پور (۱۳۹۲) به بررسی روی قابل استفاده ریزوسفر لوبیا و توده ۱۰ خاک آهکی با استفاده از ریزوباکس در شرایط گلخانه‌ای پرداختند. مقدار روی عصاره‌گیری شده با استفاده از عصاره‌گیرهای شیمیایی (به جز مهلیچ ۱ و HCl) در خاک‌های ریزوسفری کمتر از خاک‌های توده بود. نتایج این تحقیق نشان داد که قابلیت استفاده روی در خاک‌های ریزوسفری متفاوت از خاک‌های توده است.

جدول ۲: نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر کلات‌کننده‌ها بر سرب عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف

نوع کلات	غلظت	DTPA-TEA		AB-DTPA		مهلیچ ۳		اب مقطر	
		ریزوسفر	توده	ریزوسفر	توده	ریزوسفر	توده	ریزوسفر	توده
	۰	۲۶/۱۰^{de}	۶۶/۱۰^{d}	۶۱/۱۰^{f}	۴۳/۱۲^{e}	۶۸/۳۷^{ef}	۶۴/۳۵^{f}	۲۷/۰^{d}	۲۵/۰^{d}
EDTA	۵/۰	۹۸/۸^{f}	۶۴/۸^{f}	۱۴/۱۱^{fe}	۴۵/۱۲^{e}	۵۲/۳۷^{ef}	۶۴/۳۸^{e}	۲۵/۰^{d}	۵۵/۰^{c}
(میلي‌مول بر کیلوگرم)	۱	۰۹/۷^{g}	۴۶/۹^{fe}	۸۶/۱۰^{f}	۷۶/۱۳^{d}	۳۹/۳۶^{f}	۱۷/۴۱^{d}	۹۷/۰^{b}	۹۶/۱^{a}
اسید سیتریک	۵/۰	۴/۱۶^{c}	۴۶/۱۷^{bc}	۹۶/۱۵^{c}	۲۲/۱۸^{b}	۹/۴۶^{c}	۹۷/۴۷^{bc}	-	-
(میلی‌مول بر کیلوگرم)	۱	۷۱/۱۷^{b}	۸۸/۲۰^{a}	۷۹/۱۵^{c}	۷/۱۹^{a}	۱/۴۹^{ab}	۱۷/۵۰^{a}	-	-
عصاره کود مرغی	۵/۰	۱۹/۳^{h}	۲۶/۳^{h}	۴۹/۵^{g}	۶۱/۵^{g}	۴۸/۲۴^{g}	۱۸/۲۴^{g}	-	-
(گرم بر کیلوگرم)	۱	۶۴/۳^{h}	۸۸/۳^{h}	۳/۵^{g}	۸۸/۵^{g}	۹۸/۲۴^{g}	۲۹/۲۵^{g}	-	-

میانگین‌های با حروف مشابه (حروف کوچک) در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معني‌دار در سطح ۵ درصد، -، در محدوده تشخیص دستگاه جذب اتمی نبود.

با افزودن عصاره کود مرغی به خاک مقدار قابل استفاده سرب عصاره‌گیری شده به طور معني‌داری نسبت به شرایط کنترل کاهش پیدا کرد. کاهش مقدار سرب قابل استفاده می تواند به دلیل افزایش جذب سرب توسط بخش آلی و افزایش پیوندهای آلی باشد (Tahmasebian and Safari Sinegani, ۲۰۱۳). در نتیجه کاربرد کلات کننده‌های طبیعی بخش آلی و فلزات پیوندشده با مواد آلی در خاک افزایش می‌یابد. صفری سنجانی و احمدی (۲۰۱۲) نشان دادند که در نتیجه کاربرد کلات کننده‌های طبیعی عصاره کود مرغی و

عصاره کود گاوی بخش پیوندشده کادمیم با مواد آلی افزایش یافت. همچنین در مورد سرب این افزایش فقط زمانی که عصاره کود مرغی استفاده شده بود، مشاهده شد.

منابع

متقیان، ح.ر. و حسین پور، ع.ر. ۱۳۹۲. ارزیابی چند عصاره‌گیر جهت تعیین روی قابل استفاده لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در خاك های آهکی تیمارشده و تیمارنشده با لجن فاضلاب. نشریه آب و خاك (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۷، شماره ۴، صفحه‌های ۷۴۲ تا ۷۵۲.

متقیان، ح.ر.، حسین پور، ع.ر.، رئیسی، ف. و محمدی ج. ۱۳۹۱ .اثر ریزوسفر گندم (*Triticum aestivum* L.) بر قابلیت استفاده و شکل‌های روی در تعدادی از خاکهای آهکی. مجله علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، در دست چاپ.

متقیان، ح.ر.، حسین پور، ع.ر.، رئیسی، ف. و محمدی ج. ۱۳۹۱. ارزیابی چند عصاره گیر جهت تعیین روی قابل استفاده گندم (*Triticum aestivum* L.) در خاك های آهکی تیمارشده و تیمارنشده با لجن فاضلاب. مجله علوم آب و خاك (مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، (در دست چاپ).

مشیری، ف. ۱۳۸۸. رفتار شیمیایی روی در ریزوسفر دو رقم گندم روی کارآمد و غیر کارآمد. رساله دکتری تخصصی، دانشگاه تهران.

Abreu C.A., Angela A.M., Furlani C., Furlani P.R., Abreu M.F. and Bataglia O.C. ۲۰۰۶. Quest of Water Extract Analysis of Micronutrients in Soilless Organic Substrates. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۷: ۲۳۲۷-۲۳۳۸.

Barber, S.A. ۱۹۹۵. Soil nutrient Bioavailability. John Wiley and sons. Inc. New York, USA, ۳۸۴p.

Chen, Y.M., Wang, M.K. and Huang, P.M. ۲۰۰۶. Catechin transformation as influenced by aluminum. Journal of Agricultural and Food Chemistry, ۵۴:۲۱۲-۲۱۸.

Feng, M.H., Shan, X.Sh., Zhang, Sh. and Wen, B. ۲۰۰۵. A comparison of the rhizosphere based method with DTPA, EDTA, CaCl۲, and NaNO۳ extraction methods for prediction of bioavailability of metals in soil to barley. Environmental Pollution, ۱۳۷: ۲۳۱-۲۴۰.

Gee G.W. and Bauder J.W. ۱۹۸۶. Particle size analysis. p. ۴۰۴-۴۰۷. In Klute A. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part ۱. ۲nd edition. Agron. Monogr. ۹. ASA and SSSA, Madison, WI.

Jaillard, B., Plassard, C. and Hinsinger, P. ۲۰۰۲. Measurements of H+ fluxes and concentrations in the rhizosphere. In: Rengel, Z. ed. Handbook of Soil Acidity. New York, USA: Marcel Dekker, Pp: ۲۳۱-۲۶۶.

Jones, D.L., Hodge, A. and Kuzyakov, Y. ۲۰۰۴. Plant and mycorrhizal regulation of rhizodeposition. New Phytol. ۱۶۳: ۴۵۹-۴۸۰.

Karczewska A., Orlow K., Kabala C., Szopka K. and Galka B. ۲۰۱۱. Effects of chelating compounds on mobilization and phytoextraction of copper and lead in contaminated soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۲:۱۳۷۹-۱۳۸۹.

Lasat M.M. ۲۰۰۲. Phytoextraction of toxic metals: A review of biological mechanisms, J Environ. Qual. ۳۱: ۱. ۱۰۹-۱۲۰.

Lindsay W.L. and Norvell W.A. ۱۹۷۸. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, ۴۲:۴۲۱-۴۲۸.

Loeppert R.H. and Suarez D.L. ۱۹۹۶. Carbonate and gypsum. p ۴۳۷-۴۷۴. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. (۲nd ed.). Academic Press, London, UK.

Mehlich A. ۱۹۸۴. Mehlich ۳ soil test extractant: A modification of Mehlich ۲ extractant. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۱۵: ۱۴۰۹-۱۴۱۶.

Nelson D.W. and Sommers L.E. ۱۹۹۶. Carbon, organic carbon, and organic matter. p. ۹۶۱-۱۰۱۰. In D.L. Sparks, (ed.) Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Rhoades J.D. ۱۹۹۶. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. p. ۴۱۷-۴۳۵. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Safari Singani A. A. and Ahmadi P. ۲۰۱۲. Manure application and cannabis cultivation influence on speciation of lead and cadmium by selective sequential extraction. Soil Sedimentary Contamination, ۲۱(۳): ۳۰۵-۳۲۱.

Savonina, E.Y., Chernova, R.K., Kozlova, L.M. and Fedotov, P.S. ۲۰۰۵. Fractionation and determination of different lead species in contaminated soils. J. Anal. Chem. ۶۰: ۹. ۸۷۴-۸۷۹.

Soltanpour P.N. and Schwab A.P. ۱۹۷۷. A new soil test for simultaneous extraction of macro- and micro-nutrients in alkaline soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۸:۱۹۵-۲۰۷.

Sposito G.L., Lund J. and Chang A.C. ۱۹۸۲. Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd, and Pb in solid phases. Soil Science Society of America Journal, ۴۶:۲۶۰-۲۶۵.

Sumner M.E. and Miller P.M. ۱۹۹۶. Cation exchange capacity and exchange coefficient. p. ۱۲۰۱-۱۲۳۰. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Tahmasbian I. and Safari Sinegani A.A. ۲۰۱۳. Monitoring the effects of chelating agents and electrical fields on active forms of Pb and Zn in contaminated soil. Environmental Monitoring and Assessment, ۱۸۵:۸۸۴۷-۸۸۶۰.

Thomas G.W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. p. ۴۷۵-۴۹۰. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Violante, A., Cozzolino, V., Perelomov, L., Caporale, A.G. and Pigna, M. ۲۰۱۰. Mobility and bioavailability of heavy metals and metalloids in soil environments. J. Soil Sci. Plant Nutr. ۱۰:۳. ۲۶۸-۲۹۲.

Wenzel, W.W., Kirchbaumer, N., Prohaska, T., Stingeder, G., Lombi, E. and Adriano, D.C. ۲۰۰۱. Arsenic fractionation in soils using an improved sequential extraction procedure. Anal. Chim. Acta. ۴۳۶:۳۰۹-۳۲۳.

Abstract

Biological, physical and chemical characteristics of rhizosphere, especially availability of elements are different from bulk soil. This research was conducted to assessment of Citric acid, EDTA and poultry manure extract effects on the lead availability in rhizosphere and bulk soil, in sunflower (*Helianthus annuus* L.) in greenhouse condition. Citric acid and EDTA were applied to the soil at concentrations level ۰, ۰.۵ and ۱ mmol kg^{-1} soil and poultry manure extract ۰, ۰.۵ and ۱ gr kg^{-1} soil. For assess Pb bioavailability, ۴ extractants (Distilled water, Mehlich۳, AB-DTPA and DTPA-TEA) were used. The results showed that rhizosphere had significant effect on Pb extractable in soil. The maximum amount of Pb when the citric acid added to the soil and the least amount of Pb when poultry manure extract added to the soil, were exteracted.

بررسی اثرگوگرد و ماده آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

سمیه حامدی [۱]، امید قاسمی [۲] و رمضانعلی دهقان [۲]
۱- کارشناس ارشد خاکشناسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۲-عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

چکیده
در کشور ما از یک طرف مصرف گسترده کودهای شیمیایی پر مصرف نظیر نیتروژن و فسفر و از طرف دیگر عدم مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف، آهکی بودن خاک و مقدار کم مواد آلی، موجب از بین رفتن تعادل عناصر غذایی و بروز کمبود عناصر کم مصرف در خاک شده است. لذا برای ایجاد تعادل جذب عناصر و بررسی اثرگوگرد و ماده آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تیمار در چهار تکرار مجموعا ۱۶ تیمار در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل واقع در استان مازندران به اجرا درآمده است. تیمارها شامل : ۱ ـ شاهد (بدون مصرف گوگرد و ماده آلی) ۲ ـ تیمار ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار ۳ـ تیمار ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد به همراه ۵/۷ تن ماده آلی در هکتار ۴ـ تیمار ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد به همراه ۱۵تن ماده آلی درهکتار بوده است. نتایج حاصله از این تحقیق نشان داد که عملکرد دانه گندم و تعداد دانه در خوشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و بهترین میانگین از نظر عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه تیمار ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد با ۵/۷ تن ماده آلی درهکتار مشاهده گردید. وزن هزار دانه، طول سنبله در دانه علی رغم افزایش جزیی معنی دار نگردید.

واژه های کلیدی: گندم، عملکرد، گوگرد، مواد آلی

مقدمه
بیشتر از دو سوم از جمعیت جهان در کشورهای در حال توسعه زندگی می کنند و بیش از ۲۰ درصد از این جمعیت در قحطی بسر می برند و متجاوز از ۵۰ درصد فقر غذایی دارند که خود عامل مهم سلامت و قدرت کار است. جمعیت در کشورهای در حال توسعه روز به روز در حال افزایش است و این در حالی است که امکان گسترش اراضی مزروعی جهت افزایش تولید غذا بسیار کم می باشد و حوادثی نظیر خشکی، بیماری ها و کاهش حاصلخیزی خاک های موجود باعث کاهش میزان محصول می شوند. با عنایت به اهمیت این موضوع دستیابی به روش هایی برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی در واحد سطح از اهمیت ویژه ای برخوردار است (نورمحمدی و همکاران ۱۳۷۶).
از آنجایی که اقلیم خشک ونیمه خشک و اندک ماده آلی در خاکها، نیازمند عزم ملی برای احیا و باروری خاکهای زراعی می باشد. مواد آلی با بهبود خواص فیزیکی خاک از طریق ایجاد ساختمان خاک سبب می‌شود تا ریشه گیاه به راحتی در خاک نفوذ کرده و از آب و هوا و عناصر غذایی موجود در خاک به حد مطلوبی استفاده نماید. همچنین مواد آلی باعث افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک می‌شوند. از نقطه نظر بیولوژیکی، این مواد به منزله غذای تازه برای موجودات ذره‌بینی خاک خواهند بود و باعث فعالیت بیشتر و تکثیر فوق العاده آنها می‌شوند که این‌گونه فعالیتهای بیولوژیکی در خاک نتایج جالبی را از نظر تغذیه گیاه به دنبال دارد(ملکوتی و ریاضی همدانی ۱۳۷۰).
گوگرد، عنصری حیاتی برای تغذیه گیاهان است.نقش گوگرد در گیاهان، به طور عمده ساخت پروتئین، روغن و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی است. مقدار گوگرد مورد نیاز برای برداشت هر تن دانه‌های روغنی ۱۲ کیلوگرم، برای بقولات ۸ کیلوگرم و برای غلات ۴ کیلوگرم است.نتایج آزمایشها نشان داده‌است که اگر گوگرد به همراه مواد آلی و باکتریهای تیوباسیلوس با روش صحیحی جایگذاری شود و رطوبت نیز در حد مطلوب باشد، می‌تواند تا حد ۶۰ درصد عملکرد محصولات کشاورزی را افزایش دهد. شکل قابل استفاده گوگرد توسط گیاهان، به صورت یون سولفات است. ازاین رو برای تبدیل گوگرد به سولفات باید شرایط اکسیداسیون در خاك مهیا باشد (بشارتی و صالح راستین ۱۳۷۸).
اهمیت اقتصادی گندم چه از نظر تولید و چه از نظر تغذیه در دنیا بیش از سایر محصولات کشاورزی می باشد. مهمترین غله دنیا و مهمترین گیاه زراعی روی زمین است که در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می کند و در حقیقت این گیاه از سازگارترین گونه های غلات است. امروزه گندم ۱۵ تا ۱۸ درصد مصرف مواد غذایی مردم جهان را تشکیل می دهد. با توجه به نیاز روزافزون بشر به مواد غذایی و از جمله گندم از طرفی و عدم امکان افزایش سطح زیر کشت در اکثر نقاط جهان، افزایش عملکرد در واحد سطح باید مورد توجه قرار گیرد لذا به منظور بررسی اثرگوگرد و ماده آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحقیق حاضر طراحی و انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه ایستگاه تحقیقات قراخیل مازندران واقع در ۱۰ کیلومتری جاده بابل به قائم شهر با عرض جغرافیایی ′۲۶ °۳۶ درجه شمالی و طول جغرافیایی ′۴۶ °۵۲ درجه شرقی و ارتفاع ۷/۱۴ متر از سطح دریا انجام شد.بافت خاک مزرعه لومی رسی بوده pH در این خاک بطور متوسط ۵/۷ بوده و مواد آلی آن ۱۸/۱ درصد می باشد.

آزمایش در غالب بلوک های کامل تصادفی با ۴ تیمار ۱- شاهد (بدون گوگرد و ماده آلی) ۲- گوگرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (که معادل ۳۰۰ گرم در هر کرت می باشد). ۳- گوگرد به همراه ۵/۷تن در هکتار ماده آلی (کود حیوانی) (که معادل ۵/۷ کیلوگرم در هر کرت می باشد). ۴- ۳۰۰ کیلوگرم در هکتارگوگرد به همراه ۱۵تن در هکتار ماده آلی(کود حیوانی)(که معادل ۱۵ کیلوگرم در هر کرت می باشد). در ۴ تکرار برای یک سال زراعی در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل استان مازندران به اجرا در آمد.

هر کرت شامل ۱۰ ردیف کاشت به فواصل ۱۵ سانتی متر و یک پشته نکاشت به عنوان مرز بین کرت که مساحت هر کرت ۱۰ مترمربع بود. در طول آزمایش مبارزه با علف هرز و آفات و بیماری صورت گرفت.قبل از برداشت نهایی از ۴ خط وسط حدود ۱ مترمربع کف بر نموده و جهت بررسی اجزاء عملکرد فیزیولوژی استفاده گردید. در پایان کار و بعد از رسیدن دانه از ۱۰ پشته کشت شده ۶ پشته پس از حذف حاشیه به اول و انتها برداشت و عملکرد و اجزای عملکرد اندازه گیری شد. سطح برداشت برای تعیین عملکرد کمی و کیفی تیمارها ۳ متر مربع بود. در نهایت تجزیه و تحلیل آماری صورت گرفت و مقایسه میانگین به روش دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد واجزای عملکرد گندم در جدول ۱ نشان داده شده است

جدول ۱ . نتایج تجزیه واریانس عملکرد واجزای عملکرد

منابع تغییر	عملکرد کل گندم	وزن کاه ودانه	وزن هزار دانه	طول سنبله	تعداد خوشه در ۱ متر مربع	تعداد دانه در ۱۰ بوته
تکرار	۷۲۹/۶۰۵۵	۲۵۰/۱۰۳۰۰۶	۲۰۹/۱۱	۳۵۵/۰	۵۶۳/۵۰۵	۲۲۹/۵۲۷
تیمار	**۷۲۹/۱۲۰۳۵	۹۱۷/۳۶۵۱۷۲ns	۲۸۰/۱ns	*۲۸۷/۱	۷۲۹/۶۷۶ns	**۵۶۳/۵۲۸۵
خطا	۰۶۳/۸۰۱۴	۲۵۰/۲۰۸۰۰۶	۲۰۱/۳	۲۸۵/۰	۰۶۳/۸۷۶	۵۶۳/۷۶۹
ضریب تغییرات	۰۴/۷	۸۳/۱۱	۷۷/۶	۳۴/۷	۰۴/۲۰	۱۴/۳۹

نتایج تجزیه واریانس اولیه برای صفت عملکرد دانه گندم وتعداد دانه در ۱۰بوته حاکی از اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بین تیمارها می باشد که می توان به روش دانکن مقایسه میانگین را انجام داد. همچنین نتایج تجزیه واریانس برای صفات وزن کاه و دانه، وزن هزاردانه، طول سنبله و تعداد خوشه در یک متر مربع بین تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نگردید.

مقایسه میانگین به روش دانکن برای صفت عملکرد دانه گندم انجام شد که چهار کلاس تشکیل گردیدکه تیمار مصرف ۳۰۰کیلوگرم گوگرد به همراه ۵/۷ تن ماده آلی در هکتار بالاترین عملکرد درکلاس A وتیمار شاهد (بدون مصرف گوگرد و ماده آلی) با کمترین عملکرد در گروه C قرار گرفته است.

در مقایسه میانگین به روش دانکن برای صفت وزن هزاردانه تمامی تیمارها در یک گروه قرار گرفته اند اما تیمار گوگرد ۳۰۰ کیلوگرم به همراه ۵/۷ تن ماده آلی بالاترین تیمار وتیمار شاهد (بدون مصرف گوگرد وماده آلی) پائین ترین تیمار می باشد، همچنین تیمار گوگرد ۳۰۰ کیلوگرم به همراه ۵/۷ تن ماده آلی نسبت به شاهد ۴/۳ درصد وزن هزاردانه افزایش داشته است.

در مقایسه میانگین به روش دانکن برای صفت طول سنبله سه کلاس تشکیل شده است که تیمار شاهد ومصرف ۳۰۰کیلوگرم گوگرد در هکتاردر گروه B قرار گرفته است وتیمار مصرف ۳۰۰کیلوگرم گوگرد به همراه ۵/۷ تن ماده الی بالاترین تیمار ودر گروه A قرار گرفته است.

در مقایسه میانگین به روش دانکن برای صفت تعداد خوشه در یک متر مربع تمامی تیمارها در یک گروه قرار گرفته اند اما تیمارمصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین تیمار و تیمارشاهد (بدون مصرف گوگرد و ماده آلی) پائین ترین تیمار می باشد، البته تعداد خوشه در یک متر مربع نسبت به شاهد ۶/۱۷ درصد افزایش داشته است .

در مقلیسه میانگین برای صفت دانه در ۱۰ بوته دو کلاس تشکیل شده است که تیمار شاهد در گروه B وبقیه تیمارها در گروه A قرار گرفته اند که در بین این تیمارها مصرف ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد به همراه ۵/۷ تن ماده آلی بالاترین تیمار بوده است که نسبت به شاهد ۳۷درصد افزایش داشته است .

منابع

بشارتی، ح . و صالح راستین، ن . ۱۳۷۸. بررسی تاثیر کاربرد مایع تلقیح باکتری تیوباسیلوس همراه با گوگرد در افزایش قابلیت جذب. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۳ ، شماره ۱، صفحات ۱۳ تا ۳۹

ملکوتی ، م . و ریاضی همدانی، ع . ۱۳۷۰. کود و حاصلخیزی خاک . (ترجمه) انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران.

نور محمدی، ق. و سیادت، ع و کاشانی، ع . ۱۳۷۶. زراعت غلات . انتشارات دانشگاه چمران صفحه ۴۴۶.

Abstract

In our country, the widespread use of a widely used chemical fertilizers such as nitrogen and phosphorus, and on the other hand, avoiding the use of fertilizers containing micronutrients, limestone soil and low organic matter, resulting in the loss of nutrient balances and deficiencies of micronutrients in soil. Therefore, to balance uptake and reviews organic matter on the yield of wheat, an experiment in a randomized complete block design with four replications with four treatments in ۱۶ treatment Gharakail agricultural research stations located in the province has been implemented. Treatments include: (۱) control (no sulfur and organic matter) ۲ treatments of ۳۰۰ kg ha ۳ ۳۰۰ kg sulfur treatment with ۷.۵ tons of organic matter per hectare ۴ ۳۰۰ kg sulfur treatment with ۱۵ ha of organic matter. The results of this study showed that the grain yield and grain number was significant at the ۱% level. And the average grain yield and grain number ۳۰۰ kg sulfur treatment was observed with ۷.۵ ha of organic matter. Grain weight, grain length, despite a slight increase was not statistically significant.

بررسی تاثیر منابع و مقادیر مختلف کودهای آلی در تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه در کشت گندم

محمد زارع مهرجردی [۱]، فرهاد دهقانی [۱]،احمدرضا اخوتیان اردکانی [۲] و عباسعلی واحدیان [۳]
۱- عضو هیئت علمی مرکز تحققیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی یزد، ۲-کارشناس پژوهشی مرکز تحققیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی یزد، ۳- کارشناس مرکز تحققیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی یزد

چکیده
به منظوربررسی تاثیر کودهای آلی و کود های ازته و اثر متقابل آنها بر عملکرد محصول گندم و نیز دستیابی به توصیه مناسب کودهای آلی و شیمیایی آزمایشی در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد به مرحله اجرا درآمد. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در سه تکرار،درکرت هایدائم صورت پذیرفت. تیمارهای آزمایش، منبع کود آلی در دو سطح، مقدار کود آلی در سه سطح و مقدار کود شیمیایی در چهار سطح بود.همانگونه که انتظار میرفت با مصرف کودهای ازته عملکرد و اجزای آن واکنش مثبت نشان داده است. بالاترین میزان عملکرد مربوط به بالاترین میزان کود مصرفی یعنی تامین ۱۰۰ درصد نیاز تعیین شده بر اساس نتایج آنالیز خاک بود. البته در سطوح بالاتر کود آلی مقادیر کمتر کود ازته نیز عملکرد مشابه و حتی بالاتر از حد اکثر مصرف ازت داشتند.

واژه های کلیدی: گندم، کود آلی، کود شیمیایی

مقدمه
هزاران سال است که بشر پی به ارزش مواد آلی در تامین عناصر غذایی گیاه و احیای خاک برده است. افزایش جمعیت و نیاز به تولید غذای بیشتر سبب رشد روز افزون مصرف کودهای شیمیایی شد به طوری که در حال حاضر پنجاه درصد جمعیت جهان غذای خود را با استفاده از کودهای شیمیایی بدست می آورند. رشد جمعیت در کشورهای در حال توسعه سریعتر می‌باشد. میزان نیاز جهانی به غذا در طول سال های ۲۰۳۰-۱۹۹۰ دو برابر شده و انتظار می رود در کشورهای جهان سوم حدود ۳-۵/۲ برابر افزایش یابد (Dailey, ۱۹۹۸).
یکی از اثرات کشاورزی متمرکز، تخریب خصوصیات فیریکی خاک و احتمالاً افزایش فرسایش خاک می‌باشد که دلیل عمده آن، کاهش مقدار مواد آلی خاک است. استفاده از مواد آلی زائد نظیر کودهای دامی، لجن فاضلاب و کمپوست زباله‌ای می‌تواند علاوه بر تعدیل زیان های ناشی از کمبود مواد آلی سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی گردد (گیوسک ویانی و همکاران[۸]،۱۹۹۵). بررسی‌ها نشان داده که افزودن ماده آلی به خاک به میزان قابل توجهی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نظیر قابلیت نفوذ، وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت نگهداری آب، پ‌هاش، ظرفیت تبادل کاتیونی، ازت کل، مقدار فسفر قابل جذب و مقدار ماده آلی خاک تأثیر مثبت دارد (کاباتا و پندیا[۹]، ۲۰۰۰).
اگر چه ماده آلی تنها بخش کوچکی از خاك را تشکیل می‌دهد ، اما ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاك را بهبود می‌بخشد و بیابان زایی را کنترل می‌کند(Rose،۱۹۹۱). ماده آلی در خاک می‌تواند سهم قابل توجهی در ظرفیت تبادل کاتیونی خاک داشته باشد و به عنوان مخزن عناصر غذایی برای گیاهان عمل کند(Hernanz و همکاران، ۲۰۰۲).
در ۶۰ درصد اراضی کشاورزی کشور میزان کربن آلی خاک کمتر از یک درصد می باشد در صورتی که حد مطلوب آن جهت تولید اقتصادی بایستی ۳-۲ درصد باشد. چنین وضعیتی در خاك های کشور بی تردید توان تولید خاک های کشور را مورد تهدید قرار می دهد. سالانه حدود پنجاه میلیون تن بقایای کشاورزی و کود دامی تولید می شود که بازگشت آن به خاک می تواند از تخلیه عناصر غذایی جلوگیری نموده و جایگزین بخشی از کودهای شیمیایی که از منابع تجدید شونده نمی باشند، گردد. از این رو وزارت جهاد کشاورزی در نظر دارد در برنامه چهارم توسعه با استفاده از کلیه منابع ماده آلی و همچنین بهبود مدیریت کشت و کار، میزان ماده آلی خاک های کشور را افزایش دهد تا تولیدات کشاورزی پایدار گردد و خاك قدرت باروری خود را حفظ نماید. با عنایت به کاهش مواد آلی در خاک های زراعی کشور و منافات داشتن آن با کشاورزی پایدار، نیاز به تولیدات بیشتر کشاورزی، حفظ خاك به عنوان یکی از ارکان منابع طبیعی برای نسل آینده و سطح زیر کشت قابل ملاحظه گندم و ذرت در کشور اجرای این طرح ضروری به نظر می رسد.

[۸]- Giusqviani et al
[۹]- Kabata and pendia

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی و کود های ازته و اثر متقابل آنها بر عملکرد محصول گندم و تاثیر آن بر میزان مواد آلی خاک و سطح حاصلخیزی خاک و نیز دستیابی به توصیه مناسب کودهای آلی و شیمیایی آزمایشی در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد طرح زیر به مرحله اجرا در آمد. آزمایش به صورت: اسپلیت فاکتوریل در سه تکرار، در کرت های دائم صورت پذیرفت. تیمارهای آزمایش به شرح زیر بود:

الف- منبع کود آلی: کود دامی گوسفندی و ورمی کمپوست بودند.

ب- مقدار مصرف کود آلی: برای کرت های آزمایشی سه سطح کود آلی C_1=۰ ، C_2=۱۰ و C_3=۲۰ تن در هکتار کود گوسفندی و C_1=۰ ، C_2=۵ و C_3=۱۰تن در هکتار از کود ورمی کومپوست استفاده شد.

ج- مقدار مصرف کود شیمیایی:

مقدار مصرف کود شیمیایی ازته مورد استفاده بر اساس آزمون خاک و به صورت ذیل بود:

T_1= Control, T_2= ۱۰۰% Soil test, T_3= ۷۵% Soil test, T_4= ۵۰% Soil test

قبل از کوددهی و کاشت، خاک مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد (محل اجرای پروژه) یک نمونه خاک برداشت شد و پس از خشک و الک شدن مورد آزمایش قرار گرفت. خصوصیاتی فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد. همچنین نمونه‌های کود دامی و ورمی کمپوست نیز مورد آزمایش قرار گرفتند. کودهای آلی بر مبنای وزن خشک محاسبه و در تیمارهای مختلف اعمال شدند.

کودهای فسفره و پتاسیمی با عنایت به نتایج تجزیه خاک همراه با آماده سازی زمین مصرف شد. کود ازته بر اساس تیمارها صورت گرفت. با توجه به سبک بودن بافت خاک و آبشویی زیاد کود ازته همراه با کاشت مصرف نشد و بعد قسط اول کود همراه با ابیاری دوم بعد از سبز شدن بذرها صورت گرفت. بقیه کود ازته در دو نوبت هنگام پنجه رفتن و خوشه رفتن مصرف شد. در پایان دوره کشت، خوشه‌های یک متر مربع از کرت‌های آزمایشی درو شدند و اجزای عملکرد شامل بیومس، میزان کاه و دانه گندم، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه و تعداد خوشه در متر مربع در هر تیمار اندازه گیری شد. در پایان سال زراعی نتایج آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج آنالیزهای آزمایشگاهی خاک مزرعه (قبل از کاشت) در جدول ۱ آمده است. آب آبیاری مورد استفاده دارای شوری ۶/۳ دسی‌زیمنس بر متر، اسدیته ۵/۷ و نسبت جذب سدیم ۸/۵ می‌باشد. خاک دارای شوری کم بوده که نزدیک به شوری آب آبیاری می‌باشد و محدودیتی برای کشت گندم ایجاد نمی‌کند. خاک دارای بافت سبک همراه با سنگریزه نسبتا زیاد بوده که به همین دلیل ظرفیت نگهداری آب آن پایین است. پایین بودن میزان مواد آلی خاک نشان از سطح پایین حاصلخیزی خاک است.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه قبل از آزمایش (۹۳-۱۳۹۲)

پارامتر	EC	pH	TNV	OC	ازت کل	av.P	av.K	Sand	Silt	Clay	.TEX
واحد	dSm^{-1}			gKg^{-1}		$mgKg^{-1}$			gKg^{-1}		
مقدار	۴.۵	۷.۸	۱۶.۷	۰.۲۵	---	۷.۳	۱۲۸	۶۹.۲	۵.۸	۲۵	SCL

پارامتر	Na	Mg	Ca	Cl	CO_3	HCO_3	Fe	Mn	Zn	Cu	SAR
واحد			$meql^{-1}$				$mgKg^{-1}$				
مقدار	۱۳.۵	۱۱.۸	۳۴.۶	۱۳.۸	۰	۳.۵۰	۱.۵	۲.۹۶	۱.۵	۰.۲۸	۲.۸۰

ترکیب کودهای آلی به عوامل متعددی بستگی دارد که در این قسمت نتایج آنالیز کود دامی گوسفندی و ورمی کمپوست مصرفی در طرح آمده است (جدول ۲). کود های آلی مصرفی مقادیر قابل توجهی عناصر کم مصرف را به خاک محل آزمایش اضافه میکند.

جدول۲. مشخصات کودهای آلی مورد استفاده

مشخصات نمونه	EC۱:۱۰	pH ۱:۱۰	خاکستر	O.C	total N	C/N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Ca	Mg	Na
	ms/cm			%			%		ppm				%		

کود گوسفندی	۸.۳	۷.۹	۲۵.۲	۴۶.۸	۱.۳۰	۳۶	۰.۱۶	۲.۰۰	۲۵۰۰	۳۰	۱۵۲	۳۰	۱.۸	۰.۶	۰.۵۵
ورمی کمپوست	۵.۰	۷.۸	۵۳	۲۶.۶	۱.۶۵	۱۶.۱۲	۰.۵۱	۰.۸۷	۹۴۷۵	۱۴۵	۵۳۶	۵۵	۳.۸	۱.۳	۰.۵۱

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در این آزمایش نشان داد که مقدار مختلف کود آلی و شیمیایی تاثیر معنی‌داری بر تمام صفات داشته است (جدول ۳). برهمکنش مقدار کود شیمیایی با نوع کود آلی بر تعداد خوشه در متر مربع، و برهمکنش مقدار کود شیمیایی و مقدار کود آلی بر تعداد دانه در خوشه تاثیر معنی‌داری نشان داده است.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر کود آلی و نیتروژن بر عملکرد و اجزای آن در گندم

پارامتر	دانه	کاه	بیوماس	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه
تکرار	۱۰/۰	۷۴/۰	۳۵/۰	۰۲/۰	۵۹/۰	۴۱/۷
نوع کود آلی M	۱۰/۰	۰۷/۰	۰۰/۰	۰۱/۰	۴۸/۰	۰۳/۰
مقدار کود آلی C	۳۶/۱۷**	۷۰/۱۳**	۲۳/۱۷**	۳۱/۱۷**	۸۶/۵*	۲۰/۳*
MC	۶۷/۱	۰۰/۲	۸۰/۱	۶۹/۰	۰۷/۳*	۱۴/۴*
مقدار کود شیمیایی T	۲۲/۸۶**	۶۰/۱۰۷**	۶۰/۱۱۴**	۸۹/۳۲**	۳۴/۳۹**	۲۴/۱۷**
MT	۲۹/۲	۱۲/۱	۷۰/۱	۱۹/۳*	۸۷/۱	۲۶/۲
CT	۷۲/۱	۹۸/۱	۷۳/۱	۳۹/۰	۴۰/۲*	۷۲/۲*
MCT	۲۹/۲	۱۲/۱	۷۰/۱	۱۶/۲	۸۷/۱	۷۲/۱

نتایج مقایسه میانگین برای صفات عملکرد و اجزای آن تحت تاثیر نوع کود آلی و مقدار آن نشان داد که نوع کود آلی بر بیشتر صفات به جزء تعداد دانه در خوشه تاثیر معنی‌داری نداشته است ولی مقدار کود آلی در اکثر صفات اختلافات معنی‌داری نشان داده است.بین تمام صفات اندازه‌گیری شده در تیمار عدم مصرف کود آلی (c۱=۰) و مصرف آن اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه تاثیر نوع و مقدار کود آلی بر پارامترهای عملکرد طرح آزمایشی نیتروژنگندم

پارامتر	دانه	کاه	بیوماس	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه
M_1	۸۸/۲a	۶۰/۴a	۴۸/۷a	۲۸/۳۲۵a	۴۸/۳۵b	۹۸/۴۰a
M_2	۸۱/۲a	۶۷/۴a	۴۷/۷a	۰۳/۳۲۶a	۱۸/۳۶a	۹۳/۴۰a
C_1	۴۱/۲b	۰۵/۴b	۴۶/۶b	۱/۲۹۵b	۲۸/۳۳b	۲۸/۴۰b
C_2	a ۹۴/۲	a ۹۲/۴	a ۸۶/۷	a ۶/۳۳۸	a ۵۶/۳۷	۰۹/۴۱ab
C_3	a ۱۸/۳	a ۹۲/۴	a ۱۱/۸	a ۳/۳۴۳	a ۶۶/۳۶	a ۴۸/۴۱

همانگونه که انتظار میرفت با مصرف کودهای ازته عملکرد و اجزای آن واکنش مثبت نشان داده است. بالاترین میزان عملکرد مربوط به بالاترین میزان کود مصرفی یعنی تامین ۱۰۰ درصد نیاز تعیین شده بر اساس نتایج آنالیز خاک بود. البته در سطوح بالاتر کود آلی مقادیر کمتر کود ازته نیز عملکرد مشابه و حتی بالاتر از حد اکثر مصرف ازت داشتند (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسه میزان کود شیمیایی در طرح آزمایشی نیتروژن گندم

پارامتر	دانه	کاه	بیوماس	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه
T1	۳۳/۱c	۲۷/۲c	۶۱/۳c	۸/۲۳۲c	۷/۲۵b	۱/۴۳a
T2	a ۴۹/۳	a ۷۲/۵	a ۲۲/۹	۲/۳۵۹ab	a ۹/۳۸	۱/۴۱b
T3	ab ۴۱/۳	a ۶۹/۵	a ۱۱/۹	a ۹/۳۷۹	a ۱/۳۹	c ۲/۳۹
T4	۱۲/۳b	۸۴/۴b	۹۷/۷b	۸/۳۳۰b	۶/۳۹a	۴/۴۰b

نتایج مقایسات میانگین صفات مورد آزمایش در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج حاصله حاکی از این است که در شرایط عدم مصرف کود آلی عملکرد تحت تاثیر مقدار کود شیمیایی است که با افزایش مقدار کود شیمیاییی عملکرد بیشتر شده است. نکته قابل توجه این است که وزن هزار دانه با افزایش مقدار کود شیمیایی کمتر شده است در صورتیکه عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه زیادتر شده است. در شرایط عدم مصرف کود شیمیایی مصرف کود آلی تاثیری در عملکرد دانه، کاه و بیوماس نداشته است. تاثیر مقدار کود شیمیایی در شرایطی که کود آلی مصرف شده بیشتر است نسبت به عدم مصرف کود آلی بنابراین استفاده توام کود الی و شیمیایی عملکرد بیشتری نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی داشت. اود و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نمودند که با مصرف توأم کود نیتروژن و کود حیوانی، علاوه بر جلوگیری از مصرف بیش از حد کود نیتروژن، عملکرد اقتصادی ذرت علوفه ای افزایش می یابد.

جدول ۶. مقایسه میانگین های اثر متقابل طرح آزمایشی نیتروژن گندم

پارامتر	دانه	کاه	بیوماس	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه
	mg ha^{-1}					gr
$M_1C_1T_1$	F۱۶/۱	G۲۸/۲	G۴۴/۳	IV/۱۳۸	G۲/۱۵	BCDEFG۲/۴۱
$M_1C_1T_2$	DE۸۵/۲	BCDEF۳۵/۵	CDEF۲۰/۸	BCD۰/۳۶۸	ABCD۹/۳۷	CDEFG۳/۴۰
$M_1C_1T_3$	DE۸۶/۲	F۴۲/۴	DEF۲۸/۷	BCDEFV/۳۴۹	ABC۰/۴۱	HV/۳۶
$M_1C_1T_4$	E۶۱/۲	F۳۲/۴	EF۹۹/۶	CDEFGV/۳۰۴	BCDE۳/۳۵	EFGH۸/۳۹
$M_1C_2T_1$	F۲۲/۱	G۱۳/۲	G۳۵/۳	HI۰/۲۱۰	EF۵/۲۸	ABV/۴۳
$M_1C_2T_2$	AB۹۵ /۳	ABC۴۵/۶	AB۴۰/۱۰	ABCV/۳۸۶	ABCD۳/۳۹	DEFG۰/۴۰
$M_1C_2T_3$	ABC۸۷/۳	AB۵۶/۶	AB۴۳/۱۰	A۰/۴۶۰	ABCDE۸/۳۶	BCDEFG۶/۴۰
$M_1C_2T_4$	BCDE۴۵/۳	DEF۰۲/۵	BCDEF۴۴/۸	BCDEF۰/۳۳۴	ABCD۲/۳۹	ABCDEF۸/۴۱
$M_1C_3T_1$	F۵۵/۱	G۴۶/۲	G۰۲/۴	FGHV/۲۶۱	CDE۸/۳۲	A۸/۴۴
$M_1C_3T_2$	ABC۹۲/۳	ABCDE۸۸/۵	ABC۸۰/۹	BCDV/۳۷۱	ABC۵/۴۰	CDEFG۳/۴۰
$M_1C_3T_3$	ABCD۵۵/۳	BCDEF۳۸/۵	BCDE۹۳/۸	BCDE۰/۳۶۱	ABCDE۱/۳۶	BCDEFG۱/۴۱
$M_1C_3T_4$	ABCD۵۹/۳	DEF۹۸/۴	BCDEF۵۷/۸	BCDE۳/۳۵۷	AB۲/۴۳	BCDEFG۲/۴۱
$M_2C_1T_1$	F۳۵/۱	G۲۲/۲	G۵۷/۳	GH۰/۲۳۶	F۸/۲۳	ABC۶/۴۳
$M_2C_1T_2$	CDE۰۳/۳	EFV۸/۴	CDEF۸۲/۷	CDEFG۰/۳۱۹	ABCDE۰/۳۶	ABC۴/۴۳
$M_2C_1T_3$	DE۸۹/۲	EF۸۹/۴	CDEFV۸/۷	BCDEF۳/۳۴۵	ABC۴/۴۰	FGH۹/۳۸
$M_2C_1T_4$	E۵۱/۲	F۱۷/۴	F۶۸/۶	CDEFGH۳/۲۹۹	ABCDEV/۳۶	GH۳/۳۸
$M_2C_2T_1$	F۵۳/۱	G۳۷/۲	G۹۰/۳	DEFGHV/۲۸۰	DEF۰۷/۳۱	ABCDE۶/۴۲
$M_2C_2T_2$	BCDE۲۵/۳	BCDEF۴۰/۵	BCDEF۶۵/۸	BCDEF۰/۳۴۷	ABC۲/۴۰	FGH۱/۳۹
$M_2C_2T_3$	DE۸۹/۲	ABCD۱۹/۶	BCD۰۸/۹	BCDEF۳/۳۴۱	ABCV/۴۰	FGH۱/۳۹
$M_2C_2T_4$	BCDE۳۶/۳	CDEF۲۶/۵	BCDEF۶۲/۸	BCDEF۰/۳۴۹	AV/۴۴	ABCDEFG۶/۴۱
$M_2C_3T_1$	F۱۹/۱	G۱۹/۲	G۳۴/۳	EFGHV/۲۶۹	F۰/۲۳	ABCDE۶/۴۲
$M_2C_3T_2$	AB۹۸/۳	ABC۴۸/۶	AB۴۷/۱۰	BCDEV/۳۶۲	ABCD۳/۳۹	ABCD۲/۴۳
$M_2C_3T_3$	A۴۱/۴	AV۲/۶	A۱۳/۱۱	AB۰/۴۲۲	ABCD۵/۳۹	FGH۵/۳۸
$M_2C_3T_4$	BCDE۲۷/۳	BCDEF۳۰/۵	BCDEF۵۷/۸	BCDEF۳/۳۴۰	ABCD۸/۳۸	DEFG۹/۳۹

منابع

اسکندری. ذ. و م. کلباسی. ۱۳۷۰ . اثر گوگرد و مواد آلی بر فسفر قابل جذب گیاه ذرت و اثرات باقیمانده آن در چند نمونه خاک منطقه اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

بایبوردی . ا و م. ج. ملکوتی . ۱۳۸۴ . بررسی تاثیر منابع مختلف کود آلی بر کمیت و کیفیت پیاز. نهمین کنگره علوم خاک ایران ، تهران .

سماوات. س. و م. کلباسی . ۱۳۷۱ . اثر مواد اصلاح کننده فیزیکی خاک بر بعضی خصوصیات خاک و عملکرد گیاه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان.

صیاد. غ. و ح. کاظمی . ۱۳۷۷ . تاثیر مواد آلی بر روند اصلاح و بهسازی خاکهای شور و قلیا (بررسی تاثیر مواد آلی در بهسازی خواص فیزیکی خاکهای شور و قلیا با استفاده از مدل رایانهای انتقال املاح) پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.

Daily,G.C.,Dasgupta,P.,Bolin, B., Crosson, P.,duGurny, J. ۱۹۹۸. Food production, population growth, and the environment.Scince ۲۸۱, ۱۲۹۱-۱۲۹۲ .

Lal R., Kimble J., Levine E., Whitman C. (۱۹۹۵) : World soils and greenhouse effect : An overview . In :Lal R. et al. (eds) : Soils and Global Change . Lewis Publ., Boca Raton, FL : ۱-۸

Lal,R. R.F.Follett,B.A.Stewart, and J.M.Kimble . ۲۰۰۷. Soil carbon sequestration to mitigate climatechange and advanced food security.SoilScience .Vol -۱۷۲.No,۱۲

Liu X.B., Liu J.D., Xing B., Herbert S.J., Zhang X.Y. (۲۰۰۵) .: Effects of long-term continuos cropping, Tillage, and fertilization on soil carbon and nitrogen in Chinese mollisols. Commun. Soil Sci.Plant Anal., ۳۶: ۱۲۲۹-۱۲۳۹

Loveland P., Webb J. (۲۰۰۳) : Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions : a Review . Soil Till.Res., ۷۰ : ۱-۱۸.

Oad FC, Buriro UA, and Agha SK, ۲۰۰۴.Effect of organic and inorganic fertilizer application on maize fodder production.Asian Journal of Plant Science ۳ : ۳۷۵- ۳۷۷.

Abstract

In order to study the effect of organic fertilizers and nitrogen fertilizers and their interactions on yield of wheat and achieving appropriate recommendations for organic and chemical fertilizers a researchwas carried out in the field of Agriculture and Natural Resources Research Center of Yazd province. The experiment was conducted in split factorial with three replications, in permanent plots.The treatments were : the source of organic fertilizer (on two levels), quantity of organic fertilizer (in three levels) and the chemical fertilizer (in four levels).As expected, with consumption of N fertilizers, yield and its components have shown a positive response. The highest yield was for the maximum level of fertilizer consumption; hence provide ۱۰۰% of requirements based on the results of soil analysis.However, in higher levels of organic fertilizers smaller amounts of nitrogen fertilizer also had similar performance and even higher performance than the maximum nitrogen consumption.

بررسی تاثیر کود دامی درتامین نیتروژن و خصوصیات کمی و کیفی خربزه سوسکی

حمید ملاحسینی [۱]، حمیدرضا رحمانی [۱]
۱-عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی

چکیده
آزمایش در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین به مدت دو سالدر قالب طرح آماری کرتهای یکبار خرد شده (اسپلیت پلات)در ۳ تکراربا تیمار اصلی کود دامی با منبع کود گاوی پوسیده شده درسه سطح صفر(M۰) ، (M۲۰)۲۰ و ۴۰(M۴۰) تن در هکتارو تیمار فرعی ازت با منبع اوره در سه سطح صفر (N۰) ،توصیه بر اساس آزمون خاك (N۲۱۰) و ۵۰درصد کمتر از توصیه (N۱۰۵)اجرا شد.. نتایج مقایسات میانگین صفات بر اساس آزمون دانکن نشان داد که بیشترین عملکرد کل میوه معادل ۳/۲۹ و ۸/۲۸ تن در هکتاربه ترتیب مربوط به تیمارهای M۴۰N۰و M۴۰N۱۰۵ و هر دو از نظر آماری در یک گروه بودند..لذا نتیجه می شود در اراضی تحت کشت خربزه با کاربرد کود دامی به میزان ۴۰ تن در هکتار علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاك می توان مصرف کودهای ازته را بدون کاهش قابل توجهی در عملکرد حتی تا عدم مصرف تعدیل نمود.

واژه هایکلیدی: کود دامی،کود ازته،خربزه

مقدمه:
ابراهیمیو همکاران ،۱۳۸۴ اعلام کردند که باروری و حاصلخیزی یک خاک علاوه بر وابسته بودن به مقدار عناصر غذایی به توازن و تعادل آنها نیز شدیدا وابسته استمتخصصین تغذیه اغلب برای آگاهی از وضعیت تغذیه ای گیاهان نسبت های بین عناصر را به غلظت یا حد آنها ترجیح می دهند،بنابراین استفاده از کودهای دامی که اکثریت عناصر مورد نیاز گیاهان تقریبا به نسبتی که آنها جذب می کنند دارا هستند چرا که در یک تن کود دامی خوب ۴ کیلوگرم N،۳ کیلوگرم P۲O۵،۳/۵ کیلوگرم K۲O،۴ کیلوگرم CaO،۲ کیلوگرم MgO۵/۰ کیلوگرم گوگرد و به مقداری کمتر ریز مغذیها وجود دارد و خاک را در دراز مدت در جهت تعادل پیش خواهد برد . کودها ی دامی شامل دو بخش مایع و جامد می باشند که از لحاظ وزنی ، قسمت جامد سه برابر مقدار مایع آن است . حدود نیمی ازت و پتاسیم و تمام فسفر کود در قسمت جامد آن متمرکز شده است ،ولی از آنجا که فضولات دامی دارای مقدار زیادی ازت قابل جذب است ،این مواد دارای ارزش اقتصادی می باشند . در مجموع میتوان در میان کودهای دامی متداول ترتیب کود مرغی <کود گوسفندی<کود گاوی را از غنای عناصر مورد نیاز گیاهان قائل شد .بطوریکه از نظر ریزمغذیها هم عناصر Mn, Cu, Zn کود مرغی غنی بوده و عنصر آهن هم در کود اسبی بالاترین مقدار را دارد و در این میان کود گاوی حالت بینابین را داراست. الگوی ازتی که به آسانی قابل جذب است در کود دامی جامد برابر ۱۰ درصدو در کود دامی مایع برابر ۵۰ درصد است و تاثیر آنها تقریبا سریع و مشابه کودهای ازتی معدنی می باشد . در حالت کلی فقط ۵۰ درصد ازت موجود در کود دامی را می توان در بیلان کودی منظور کرد در این رابطه باید زمان مصرف کود و سرعت به زیر خاك بردن آن نیز مورد توجه قرار گیرد بطوریکه افت ازت در صورت زیر خاك بردن کود دامی برابر ۱۰ درصد و در صورتی که زیر خاك برده نشوند برابر ۹۰-۴۰ درصد آمونیاك موجود است که این عمل از طریق متصاعد شدن آمونیاك حاصل می شود . آنتون (Antoun,۱۹۸۲)اعلام کرد که ترکیب متوسط عناصر غذایی ازت ،فسفر، پتاس ،کلسیم، منیزیم ،روی،مس،منگنزو آهن در کود گاوی به ترتیب ۲۶/۲،۰۴/۲ ، ۴۲/۱ ، ۴۴/۰ درصد و ۸۵/۲۰۹ ، ۷۸/۵۴ ، ۱۸/۲۳۸ و ۱۳/۱۸۵۶ میلی گرم بر کیلو گرم می باشد.روز لمر و همکاران (۲۰۰۱ Rose Lemer and etal-) اعلام کردند که خربزه با نام علمی C ucumismelo گیاهی یکساله از خانواده Cucurbitaceae است که نیازی کمی به ازت دارد لذا به منظور جلوگیری از آبشویی ازت و همچنین تامین ازت کافی برای گیاه توصیه کردند که کودهای ازته در مجاور گیاه و در دو مرحله شامل یك هفته بعد از گلدهی و دیگری سه هفته بعد از آن مصرف شوند. کسل (Kessel۲۰۰۱-)کاربرد ازت به میزان ۱۱۰ کیلو گرم در هکتار را برای گیاهان خانواده کدوئیان از جمله خربزه توصیه و عنوان نمود که در صورت استفاده از کودهای دامی و یا لگومها مصرف ازت کاهش می یابد همچنین اعلام کرد که ازت معمولا بعد از اینکه گیاه به دوره معینی از رشد رسید استفاده شود زیرا در این گیاهان استفاده از کودهای ازته در اوایل فصل باعث افزایش رشد رویشی گیاه در ابتدای فصل و تولید گلهای ناقص همراه با ریزش گلهای کامل میشود. لاند و داس (۱۹۸۰ Lu nd and Doss-) اثر کاربرد ۴۵ تن کود دامی در هکتار را بر رشد و غلظت نیتروژن محصولات ، تا سه سال پس از مصرف کود مشاهده کردند.کلمنت (۱۹۹۵ C lement-)بیان نمودکه پاسخ گیاه به ماده آلی باقیمانده در خاك در کشتهای متوالی بسته به کیفیت و کمیت ماده آلی ،نوع خاك و شرایط اقلیمی متفاوت است به عنوان مثال در مناطق گرمسیری به دلیل دمای بالا ، بارندگی زیاد و شدت فعالیت میکروبی، ماده آلی به سرعت تجزیه شده و غالباً اثر معنی داری بر عملکرد کشتهای بعدی ندارد.

مواد و روش‌ها

آزمایش درکرتهایی با مساحت حداقل بیست متر مربع در زمینی به مساحت تقریبی ۶۰۰ مترمربع واقع در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین در دوسال اجرا شد .آزمایش در قالب کرتهای یکبار خردشده (اسپلیت پلات)با تیمار اصلی کود دامی با منبع کود گاوی پوسیده شده درسه سطح صفر(M۰) ، (M۲۰) ۲۰ و ۴۰(M۴۰) تن در هکتار و تیمار فرعی ازت با منبع اوره در سه سطح صفر(N۰) ،توصیه بر اساس آزمون خاك وکود(N۲۱۰) و ۵۰درصد کمتر از توصیه (N۱۰۵) بود . قبل از کشت نمونه مرکب ازعمق ۳۰-۰ سانتی متری خاك محل اجرای طرح و نمونه کود دامی مصرفی به آزمایشگاه ارسال و پارامترهای Mn,Fe,Cu,Zn,K,P,N,O.C ،بافت ،آهك ،گچ برای خاك و پارامترهای Mn,Fe,Cu,Zn,K,P,N,O.C برای کود دامی تعیین شدند. مصرف کودهای دامی قبل از کشت و کود ازته در دو مرحله شامل یك هفته بعد از گل دهی وسه هفته بعد از آن بود. کودهای پتاسه ، فسفره و ریزمغذیها براساس آزمون خاك وبا در نظر گرفتن مقدار آنها در کود دامی مصرفی در تیمارها ،بصورت نواری قبل از کشت مصرف شدند. هر کرت آزمایشی شامل دو خط کاشت بطول ۶متر، فاصله بین خطوط(عرض پشته ها) ۳ متر و فاصله بوته ها در روی خطوط ۵/۰ متر بود . نمونه گیری از عمق ۳۰-۰ سانتی متر بعد از برداشت در داخل هر کرت به منظور اندازه گیری پارامترهای M n,Fe,Cu,Zn,K,P,N,O.C انجام شد . عملیات هرس بوته ، گل گیری و همچنین نمونه گیری از برگهای بالغ در مرحله ۳۰ سانتیمتری طول ساقه اصلی جهت تجزیه های NO۳،Mn, Fe,Cu,Zn,K,P,N انجام شد. همزمان بابرداشت محصول پارامترهای کمی و کیفی نظیرعملکرد محصول، متوسط وزن هر میوه ،تعداد میوه دربوته، طول میوه ،قطر میوه ،ضخامت گوشت ، قطر حفره تخمدان، درصد مواد جامد محلول یاقند میوه (Total Solouble Solids =TSS) ،نسبت پوست به گوشت، وزن تر بوته ،وزن خشك بوته اندازه گیری شد . البته لازم به ذکر است که میزان آب آبیاری مطابق توصیه کتاب نیاز آبی و فواصل آبیاری مطابق با زمان آبیاری مرسوم در منطقه هر شش روز یکبار انجام شد . جداول شماره ۱ و ۲ خصوصیات خاك منطقه مورد مطالعه وکود دامی مصرفی را نشان می دهند .

جدول ۱:خصوصیات خاك محل انجام آزمایش

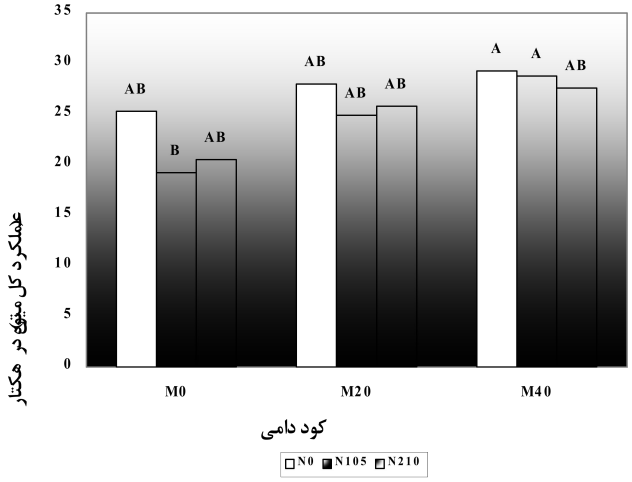
خصوصیات / نمونه خاک	عمق	هدایت الکتریکی	اسیدیته اشباع	مواد خنثی شونده	ازت کل	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن	منگنز	روی	مس	بافت
	Cm	$dS.m^{-1}$		درصد			میلی گرم در کیلوگرم						
سال اول	۳۰	۶۷/۲	۶/۷	۱۶	۰۶۵/۰	۵۴/۰	۲/۷	۲۸۶	۶۸/۵	۷۶/۱۴	۸۴/۰	۲/۱	L
سال دوم	۳۰	۸۵/۲	۷/۷	۲/۱۵	۰۹/۰	۹/۰	۲/۶	۳۰۶	۱/۳	۲/۸	۴/۱	۳/۱	L

جدول ۲:وضعیت عناصر در کود دامی مورد استفاده

خصوصیات / نوع کود	ازت کل	فسفر کل	پتاس کل	کربن آلی	آهن	منگنز	روی	مس
	درصد				میلی گر م درکیلوگرم			
دامی	۴/۲	۹/۰	۸/۴	۴۷	۲۵/۰	۲۵۳	۱۲۶	۳۲

نتایج و بحث

نتایج مقایسه صفات مورد مطالعه درسطح تیمارهای کود حیوانی نشان داد که بیشترین مقدار صفات عملکرد کل میوه ،قطر میوه ،ضخامت گوشت ،تعداد میوه ،وزن یك میوه ،درصد قند و نسبت پوست به گوشت به ترتیب ۶/۲۸تن در هکتار،۱/۴،۱۶/۵ سانتی متر،۴/۲،۳/۲۵ کیلو گرم،۵/۷ درصدو ۶/۰ مربوط به تیمار کود دامی M۴۰ و بیشترین مقدار صفات طول میوه و قطر حفره تخمدان به ترتیب ۹/۲۸ و ۸/۸ سانتی متر مربوط به تیمار کود دامی M۲۰ بود.نتایج مقایسات صفات مورد مطالعه درسطح تیمارهای کود ازته نشان داد که بیشترین مقدار صفات عملکرد کل میوه ،طول میوه ،ضخامت گوشت ،تعداد میوه ووزن یك میوه به ترتیب ۵/۲۷تن در هکتار،۴/۲۴،۲/۲۸ سانتی متر،۴/۲۴و ۶/۲ کیلو گرم مربوط به تیمار کود ازته N۰ و بیشترین مقدار صفات قطر میوه ، قطر حفره تخمدان، درصد قند و نسبت پوست به گوشت به ترتیب ۶/۱۶،۷/۸ سانتی متر،۳/۷ درصد و ۶/۰ مربوط به تیمار کود ازته N۲۱۰ بود

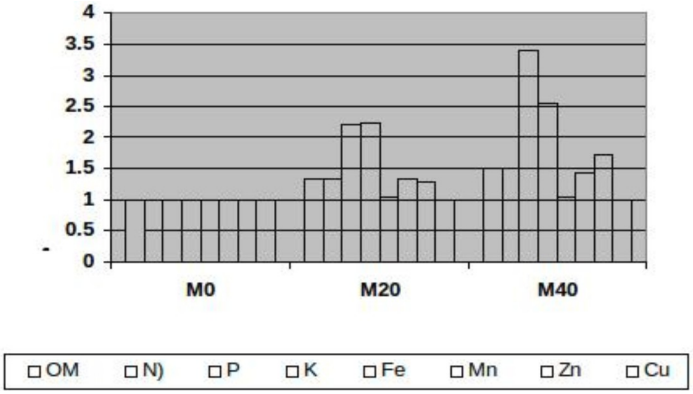


شکل۱:میانگین عملکرد کل میوه در سطح تیمارهای کود دامی و کود ازنه

نتایج مقایسه میانگین عملکرد کل میوه در اثر متقابل تیمارها مطابق شکل ۱ نشان می دهد که بیشترین عملکرد کل میوه معادل ۳/۲۹ و ۸/۲۸ تن در هکتاربه ترتیب مربوط به تیمارهای M۴۰N۰و M۴۰N۱۰۵ بوده و هر دو از نظر آماری در یک گروه قرار دارند.نتایج جدول ۳ نشان می دهد که افزایش مصرف کود دامی تاثیر قابل توجهی بر خصوصیات فیزیکی خاك در مدت کوتاه فصل رشد گیاه نداشته است .

جدول۳:وضعیت برخی خصوصیات فیزیکی خاك در تیمارهای کود دامی

	درصد وزنی رطوبت در فشار ۳۳/۰ اتمسفر (درصد)	درصد وزنی رطوبت در فشار ۱۵ اتمسفر (درصد)	رطوبت قابل استفاده (درصد)	جرم مخصوص ظاهری (g/cm۳)
بدون مصرف کود دامی .M۰	۳/۲۳	۲/۹	۱۴	۶/۱
مصرف ۲۰ تن کود دامی .M۲۰	۱/۲۴	۷/۹	۴/۱۴	۶/۱
مصرف ۴۰ تن کود دامی .M۴۰	۳/۲۳	۳/۹	۱۴	۶/۱



شکل۲:مقدارافزایش عناصر غذایی خاك در تیمارهای کود دامی

وضعیت افزایش عناصر غذایی خاك در تیمارهای کود دامی مطابق شکل ۲ نشا ن می دهد که در تیمارهای مصرف کود دامی بیشترین و کمترین مقدار افزایش به ترتیب مربوط به عناصر فسفر، پتاس و مس و افزایش متوسط مربوط به عناصر ازت ،منگنزو روی می باشد .

نتیجه گیری

نتایج بررسی اثر کود حیوانی(ماده آلی) و سطوح مختلف کود ازته روی خصوصیات کمی کیفی خربزه سوسکی نشان دا دکه مصرف کود حیوانی(ماده آلی) باعث افزایش حاصلخیزی خاك نظیرافزایش ازت کل ،ماده آلی ،فسفر ،پتاس ،آهن ،منگنز و روی و بدنبال آن افزایش صفاتی نظیر عملکرد کل میوه ،تعداد میوه در بوته،طول میوه ،قطر میوه و ضخامت گوشت میوه و درصد قندگیاه شده اند ودر تیمارهای مصرف ۲۰ و ۴۰ تن کود دامی ازت خاك به ترتیب به میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد افزایش یافته است. لذا نتیجه می شود در اراضی تحت کشت خربزه با مصرف ۴۰ تن در هکتار کود حیوانی ،علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاك مصرف کودهای ازته را بدون کاهش قابل توجهی در عملکرد حتی تا عدم مصرف تعدیل نمود

منابع

- ابراهیمی،س.، بهرامی ،ح، همایی مو.ملکوتیم.ج.۱۳۸۴.نقش مواد آلی در افزایش سطح حاصلخیزی خاکهای زراعی،نشریه فنی شماره ۴۰۱،انتشارات سنا.

.Antoun,۱۹۸۲.Organic material and soil productivity in the Near East,FAO.Soil Bulletin ,No.۴۵:۲۷۹p-

Clement, A., Ladha, J. K.andChalifour. F. P.۱۹۹۵. Crop residue effects on nitrogen mineralization ,microbial -
.biomass and rice yield in submerged soils. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۹: ۱۵۹۵-۱۶۰۳

,Kessel,ch.۲۰۰۱.Fertilizingcucurbits(cucumber,muskmelon,watermelon,pumpkin-
.squash). Horticulture Crop Nutrition Specialist,OMAF.From Publication ۳۰۳

Lund, Z. F. , and Doss. B. D. ۱۹۸۰. Residual effects of dairy cattle manure on plant growth and soil properties. -
.Agron. J. ۷۲: ۱۲۳- ۱۳۰

Rosie lemer, B. and Dana. M.۲۰۰۱.Home gardener Guide,purdue University Cooperative ExtentionService.Weat-
.Lafayette

Abstract

This study was carried out to evaluate effect of Manure and Nitrogen Fertilizer on Quality and Quantity Trials of Suski Melon.. The experiment design was split plot .The main factor was manure in three level , control (M۰), use of manure at the rate of ۲۰ ton/ha (M۲۰), use of manure at the rate of ۴۰ ton/ha (M۴۰). The sub factor was nitrogen with urea fertilizer in three level , control (N۰), base on soil test(N۲۱۰) and ۵۰% less than soil test (N۱۰۵). The mean comparisons of results according to Duncan's multiple range test showed that the highest total yield of fruit were ۲۹.۹ and ۲۸.۸ T/ha resulted in treatment of M۴۰N۰ and M۴۰N۱۰۵ respectively. On the whole, base on these results, in lands of Melons with use of manure at rate of ۴۰T/ha can decrease to use nitrogen fertilizer without decrease significant in yield.

اثر مصرف آهن بر روی عملکرد و اجزای آن در بادام زمینی

محمد فیضیان [۱]، علی عبداللهی آرپناهی [۲]، محمود پنج تن دوست [۳]، علی سروش زاده [۴]، فائزه قناتی [۵]
۱-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه لرستان، ۲- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه لرستان، ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه تربیت مدرس، ۴- استادیار گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس، ۵- دانشیار گروه علوم گیاهی دانشگاه تربیت مدرس لرستان

چکیده
به منظور بررسی اثر محلول پاشی و مصرف خاکی آهن (سکوسترین ۱۳۸(Fe-EDDHA)) بر روی برخی از خصوصیات کیفی گیاه بادام زمینی رقم نورث کارولینا ۲ (NC۲) دو آزمایش در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۵ در شهرستان بندر کیاشهر استان گیلان به اجرا درآمد. تیمارهای محلول پاشی در پنج سطح (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم آهن در یک لیترآب) در مراحل شاخه دهی و گلدهی و تیمارهای خاکی نیز در پنج سطح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار) فقط در زمان کاشت اعمال شدند. تجزیه واریانس در هر دو روش کاربرد آهن بر خصوصیات صفت های ضریب تسهیم، سرعت رشد غلاف، تعداد غلاف رسیده در هر بوته، وزن صد دانه، درصد مغز دهی و در نهایت عملکرد غلاف و دانه، افزایش معنی داری مشاهده می شود. به طوری که حداکثر میانگین این صفات در اثر مصرف تیمارهای ۴ گرم آهن در لیتر و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار به ترتیب در روش های محلول پاشی و مصرف خاکی به دست آمد. در هر دو روش کاربرد آهن، احتمالاً با افزایش مقدار آهن سرعت رشد غلاف و نیز شاخص سطح برگ و در نتیجه سرعت رشد گیاه به مقدار بیشتری افزایش پیدا کرده است که این امر بر تعداد گل های بارور و همچنین رشد و تولید پگ در بوته های بادام زمینی اثر مثبتی گذاشته است و نتیجه آن افزایش تعداد غلاف رسیده در بوته های بادام زمینی بوده است. افزایش غلظت آهن در هر یک از دو روش نیز اثر معنی داری بر وزن صد دانه بادام زمینی داشت که اختلاف معنی داری نیز با شاهد داشت.

واژه گان کلیدی : بادام زمینی، آهن، عملکرد، اجزای عملکرد

مقدمه
کمبود آهن یکی از بزرگترین مشکلاتی است که در هنگام کاشت گیاهان به خصوص بقولات در زمین های قلیایی با آن مواجه می شویم. بادام زمینی از جمله بقولاتی است که باوجود داشتن استراتژی نوع در جذب آهن (در شرایط کمبود آهن)، عملکرد آن کاهش می یابد (Barker and Pilbeam, ۲۰۰۶). به علت اینکه آهن در بسیاری از فرایندهای رشد گیاهی از جمله ساخت کلروفیل، انتقال انرژی، فرایندهای تنفس و فتوسنتز، تثبیت و احیاء نیتروژن و در نتیجه پروتئین سازی شرکت دارد، لذا کمبود آن در گیاه به کاهش عملکرد می‌انجامد (Marschner, ۱۹۹۵).

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی اثر محلول پاشی و مصرف خاکی آهن (سکوسترین ۱۳۸(Fe-EDDHA)) بر روی برخی از خصوصیات کیفی گیاه بادام زمینی رقم نورث کارولینا ۲ (NC۲) دو آزمایش در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۵ در شهرستان بندر کیاشهر استان گیلان به اجرا درآمد. تیمارهای محلول پاشی در پنج سطح (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم آهن در یک لیترآب) در مراحل شاخه دهی و گلدهی و تیمارهای خاکی نیز در پنج سطح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار) فقط در زمان کاشت اعمال شدند. ضریب تسهیم[۱۰] نیز با استفاده از روش ویلیامز و همکاران (Ntare and Williams, ۱۹۹۸) تعیین گردید. با استفاده از رابطه (Ntare, ۱۹۹۹) درصد مغز دهی محاسبه شد. عملکرد دانه در کلیه کرت های آزمایشی از رابطه زیر محاسبه گردید (لباسچی و همکاران، ۱۳۷۳) :

درصد مغزدهی × عملکرد غلاف = عملکرد دانه بادام زمینی

[۱۰]- Partitioning Factor OR Partitioning coefficient

نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس در هر دو روش کاربرد آهن بر خصوصیات صفت های ضریب تسهیم، سرعت رشد غلاف، تعداد غلاف رسیده در هر بوته، وزن صد دانه، درصد مغز دهی و در نهایت عملکرد غلاف و دانه، افزایش معنی داری مشاهده می شود. به طوری که حداکثر میانگین این صفات در اثر مصرف تیمارهای ۴ گرم آهن در لیتر و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار به ترتیب در روش های محلول پاشی و مصرف خاکی به دست آمد (جدول ۱).

از آنجایی که ضریب تسهیم از نسبت سرعت رشد غلاف به سرعت رشد گیاه محاسبه می شود در نتیجه عواملی که بر سرعت رشد غلاف اثر مثبت داشته باشند باعث افزایش ضریب تسهیم می شوند. ضریب تسهیم بالاتر از یك نشان دهنده افزایش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در قسمت های هوایی به سمت غلاف های در حال رشد در اواخر دوره رشد می باشد (Smart, ۱۹۹۴).

در هر دو روش کاربرد آهن، احتمالا با افزایش مقدار آهن سرعت رشد غلاف و نیز شاخص سطح برگ و در نتیجه سرعت رشد گیاه به مقدار بیشتری افزایش پیدا کرده است که این امر بر تعداد گل های بارور و همچنین رشد و تولید پگ در بوته های بادام زمینی اثر مثبتی گذاشته است و نتیجه آن افزایش تعداد غلاف رسیده در بوته های بادام زمینی بوده است.

افزایش غلظت آهن در هر یک از دو روش نیز اثر معنی داری بر وزن صد دانه بادام زمینی داشت که اختلاف معنی داری نیز با شاهد داشت. تحقیقات زیادی نشان دادند، بوته های بادام زمینی که از آهن استفاده می کنند مغز هایی بزرگتر و با کیفیت بهتر تولید می نمایند (Singh et al., ۱۹۹۰). به علاوه آهن مصرفی می تواند در افزایش تعداد دانه نیز موثر باشد، زیرا که با مصرف Fe-EDDHA، آهن قابل استفاده گیاه در خاک افزایش پیدا می کند (Schenkeveld et al., ۲۰۰۸؛ Phiv et al., ۲۰۰۴).

با توجه به جدول ۱ مشاهده می شود که اثر افزایش غلظت آهن در هر دو روش مصرف بر درصد مغز دهی بادام زمینی اثر افزایشی معنی داری داشت. این امر می تواند ناشی از تولید دانه هایی بزرگتر و در نتیجه سنگین شدن دانه ها در تیمار های مصرفی آهن باشد. به نظر می رسد این امر ناشی از فراهم شدن محیط تغذیه ای مناسب تری برای غلاف های در حال رشد بادام زمینی بوده است

با افزایش مقدار آهن در هر دو روش مصرف، عملکرد غلاف بادام زمینی افزایش پیدا کرد. به نظر می رسد که افزایش سرعت رشد گیاه (۶/۲۶ گرم در متر مربع در روز) و همچنین تسهیم بیشتر مواد پرورده فتوسنتزی (۵۱/۱ درصد) (جدول ۱) نهایتا منجر به افزایش عملکرد غلاف در تیمار ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار (۶/۴ تن در هکتار) شده باشد. همبستگی معنی داری نیز بین آهن جذب شده از خاك توسط گیاه و عملکرد غلاف در سویا گزارش شد (Phiv et al., ۲۰۰۴).

همانطور که ملاحظه می شود مقدارهای آهن در هر دو روش افزایش معنی داری بر عملکرد دانه بادام زمینی داشت. افزایش سرعت رشد غلاف موجب افزایش ضریب تسهیم و در نتیجه افزایش تعداد گل های بارور شده که این امر نیز بدنبال خود سبب افزایش تعداد غلاف های رسیده و در نتیجه بهبود درصد مغز دهی، وزن صد دانه و نهایتاً عملکرد غلاف دانه شد. همانطور که مشاهده می شود تیمارهای آهن موجب بهتر شدن ضریب تسهیم و در نتیجه انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت دانه های در حال رشد شده اند(جدول ۱).

در سویا نیز مشاهده شده که در اثر مصرف کودهای آهن دار از جمله Fe-EDDHA علاوه بر افزایش عملکرد دانه (۵۰%)، غلظت آهن دانه (۳۰%) نیز افزایش یافت (Schenkeveld et al., ۲۰۰۸).

منابع

جدول ۱ - مقایسه میانگین اثر تیمار های آهن در صفت های ضریب تسهیم، وزن صد دانه، درصد مغز دهی، تعداد غلاف رسیده در هر بوته، عملکرد دانه و غلاف در بادام زمینی

روش مصرف	مقدار Fe-EDDHA مصرفی	ضریب تسهیم	تعداد غلاف رسیده در هر بوته	وزن صد دانه (gr)	درصد مغز دهی	عملکرد دانه ($kg\,ha^{-1}$)	عملکرد غلاف ($kg\,ha^{-1}$)
محلول پاشی (gr/lit)	۰	۱/۰۱d	۲۰/۱۲d	۶۶/۳۱c	۰/۶۳c	۱۷۸۰/۶۶ d	۲۷۸۹/۶۴e
	۱	۱/۰۱d	۲۱/۱۲c	۶۶/۹۸c	۰/۶۴c	۱۸۲۹/۴۶ d	۲۸۳۳/۲۰d
	۲	۱/۰۷c	۲۱/۸۷c	۶۹/۲۸b	۰/۶۶b	۱۹۵۴/۰۸c	۲۹۲۸/۱۷c
	۳	۱/۲b	۲۳/۲۵b	۶۹/۷۶b	۰/۶۸ab	۲۱۶۷/۷b	۳۱۶۴/۵۵b
	۴	۱/۳۴a	۲۴/۵۸a	۷۱/۱a	۰/۶۹a	۲۴۲۸/۶۷a	۳۴۹۴/۶۱a
مصرف خاکی ($kg\ ha^{-1}$)	۰	۱ e	۲۰/۱۲ e	۶۶/۳۱ e	۰/۶۲ e	۱۷۸۴/۲۳ e	۲۷۸۷/۱۶ e
	۵	۱/۰۷ d	۲۱/۶۶ d	۶۹/۲۱ d	۰/۷۳ d	۲۱۶۴/۸۸ d	۲۹۵۶/۲۳ d
	۱۰	۱/۱۴ c	۲۳/۷۵ c	۷۲/۲ c	۰/۷۵ c	۲۵۶۵/۱۰ c	۳۳۸۷/۰۶ c
	۱۵	۱/۴۱ b	۲۷ b	۷۵/۰۸ b	۰/۷۸ b	۳۱۸۶/۲۰ b	۴۰۷۷/۷۳ b
	۲۰	۱/۵۱ a	۲۸/۷۵ a	۷۷/۹۶ a	۰/۸۰ a	۳۶۸۵/۲۴ a	۴۵۹۴/۸۹ a

در هر یک از روش های مصرف میانگین های هر ستون که دارای حروف مشابه هستند، از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند ($P \leq 0.05$).

Barker, A. V. and D. J. Pilbeam. ۲۰۰۶. Handbook of plant nutrition. Taylor & Francis Group. Boca Raton, London and New York. Pp: ۳۲۹-۳۵۰.
Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. In: Marschner, H.: Function of mineral nutrients: Microelements. Pp. ۳۱۳-۳۲۴. ۲nd edition, Academic Press Inc., London.
Ntare, B. R. and J. H. Williams. ۱۹۹۸. Heritability of components of a simple physiological model for yield in groundnut under semi-arid rain fed conditions. Field Crops Res., ۵۸: ۲۵-۳۳.
Ntare, B. R. ۱۹۹۹. Early generation testing for yield and physiological components in groundnut (Arachis hypogaea L.). Euphytica, ۱۰۷: ۱۴۱-۱۴۷.
Smart, J. ۱۹۹۴. The groundnut crop: A scientific basis for improvement. London. Chapman & Hall, Pp: ۷۳۴.
Singh, A. L., Y. C. Joshi and V. Chaudhari. ۱۹۹۰. Effect of different sources of iron and sulfur on leaf chlorosis, nutrient uptake and yield of groundnut. Fertilizer Res., ۲۴ (۲): ۹۷-۱۰۳.
Phiv, C. T., C. Hongprayoon, P. Srinives, A. Kumlung and Y. Osotsapar. ۲۰۰۴. Soybean Yield and Nutrient Composition as Affected by Soil and Foliar Fertilizations. Plant and Soil. ۲۸۴: ۱۰۲۴-۱۰۳۶.
Schenkeveld, W. D. C., R. Dijcker, A. M. Reichwein, E. J. M. Temminghoff and W. H. van Riemsdijk. ۲۰۰۸. The effectiveness of soil-applied FeEDDHA treatments in preventing iron chlorosis in soybean as a function of the o, o-FeEDDHA content. Plant and Soil, ۳۰۳: ۱۶۱-۱۷۶.

Abstract

The effect of foliar and soil application of iron (Sequestrine ۱۳۸ (Fe-EDDHA)) on a number of qualitative characteristics of varieties of peanuts North Carolina ۲ (NC۲), two experiments in a randomized complete block design (RCBD) with three repeat crop carried in ۲۰۰۶ in the Kiashahr of Gilan province. The treatments sprayed at five levels (۰, ۱, ۲, ۳ and ۴ g of iron per liter of water) in the process of branching and flowering treatments and soil in five levels (۰, ۵, ۱۰, ۱۵ and ۲۰ kg of iron per hectare) only were applied at planting. analysis of variance of two iron using application methods on sharing ratio, the growth rate of pod, the number of pods in each plant, seed weight, kernel percentage and the yield of pods and seeds, showed a significant increase. The maximum average of these characteristics were observed in ۴ g of iron per liter and ۲۰ kg of iron per hectare, in the methods of spraying and soil usage, respectively.in two fe application methods, By increasing the amount of iron, pod growth rate and leaf area index, and therefore the higher growth rate increased and therefore has a positive effect on the number of fertile flowers as well as the development and production of peanut peg plant, resulting in an increase in the number of pods per plant in peanuts. Also Increased iron concentration in each of the two methods has significant effects on grain weight peanuts that showed significant differences with the control.

بررسی اثر مقادیر سولفات پتاسیم بر کارایی جذب و مصرف پتاس ارقام گلرنگ

خداداد ده مرده [۱]،محمدرضا پهلوان راد [۲]، فریدون نورقلی پور [۳]،علیرضا اکبری مقدم [۱]، نادر محمدنیا [۱]
کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، ۲- دکتری و هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، ۳- دکتری و هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
به منظور تعیین کارایی و عکس العمل ارقام مختلف گلرنگ از لحاظ جذب و مقدار مصرف پتاس، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو فاکتور رقم و مقدار کود پتاسه با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک اجرا گردید. فاکتور اول شامل دو رقم گلرنگ(صفحه و گلدشت) و فاکتور دوم مشتمل بر شش سطح کودی ۰،۵۰،۷۵،۱۰۰،۱۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم در خاکهایی با شرایط مقدار پتاس ۱۱۰ppmخاک می باشد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط به طول ۶ متر که فاصله خطوط ۵/۰ متر در نظر گرفته شده، بطوریکه تراکم کاشت در هر کرت آزمایشی ۲۵ بوته در مترمربع می باشد. نتایجحاصل از اندازه گیریها نشان دادند که بیشترین کارایی جذب و مصرف برای رقم گلدشت به ترتیب ۹۶/۸۵ و ۰۳۴۲/۰ بدست آمد.

واژه‌های کلیدی:گلرنگ، سولفات پتاسیم،کارایی جذب، عملکرد.

مقدمه
گلرنگ دارای کیفیت روغن مناسبی بوده و با توجه به واردات حجم زیادی از روغن خوراکی مورد نیاز کشور، نیاز شدیدی به افزایش عملکرد دانه‌های روغنی وجود دارد. بدون شک مدیریت مصرف متعادل و موثر کود برای حصول به حداکثر عملکرد و افزایش کیفیت، ضروری است (Grant و ۱۹۹۳ ،Bailey). رشد، نمو و عملکرد گیاهان تحت تاثیر کمبود یا فزونی عرضه هر یک از عناصر غذایی و یا مواد سمی قرار می گیرد. در حال حاضر ارقام پیشنهادی نسبت به گذشته تغییر کرده و ارقام جدید از پتانسیل تولید دانه بیشتری نسبت به قبل برخوردارند. تحقیقات انجام گرفته در زمینه توصیه کودی گلرنگ در کشور محدود می باشد (امام و نیک نژاد، ۱۳۸۳)
پتاسیم عامل مهم پتانسیل اسمزی در سلولها می باشد. پتاسیم عنصر کلیدی در عملکرد سلول های نگهبان روزنه می باشد، همچنین کمبود پتاسیم منجر به بسته شدن روزنه ها می شود، که به نوبه خود تعرق را کاهش می دهد و جذب آب به وسیله گیاه فتوسنتز کاهش می یابد (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۳). بنا به نظر Jacobsen (۱۹۹۶) گلرنگ با عملکرد حدود ۲۲۰۰ کیلوگرم در هکتار حدود ۷۷ کیلوگرم نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم اکسید فسفر و ۶۳ کیلوگرم اکسید پتاسیم از هر هکتار خاک جذب می نماید. Zed Rengel (۲۰۰۸) اظهار داشتند، بهتر است قبول کنیم که تنوع ژنوتیپی در راندمان استفاده از پتاسیم در تمام گونه های مهم زراعی وجود دارد و اگر چه مطالعات متعدد به منظور شناسایی تفاوت داخلی گونه های گیاهی در بهره وری از پتاسیم انجام گرفته است اما این تعداد بررسی کافی نبوده و نمی تواند ارزیابی دقیق از تفاوت مکانیسم و یا نشانگرهای مولکولی مکانیسم های کلیدی بهره وری پتاسیم در بین ارقام داشته باشد.
(Soleimanzadeh et al, ۲۰۱۰) درتحقیقی بر روی آفتابگردان نشان داد که پتاسیم به طور قابل توجهی در افزایش تعداد دانه در طبق، شاخص برداشت و عملکرد روغن موثر است.

مواد و روشها:
به منظور تعیین کارایی و عکس العمل ارقام مختلف گلرنگ از لحاظ جذب و مقدار مصرف پتاس، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو فاکتور رقم و مقدار کود پتاسیم با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک اجرا گردید. ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک در ۲۰ کیلومتری جنوب شهرستان زابل و شمال شهرستان زهک با عرض جغرافیایی ۵۴/۳۰ و طول جغرافیایی ۴۱/۶۱ و با ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا واقع شده است. نتایج تجزیه نمونه خاک و خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده و داده های هواشناسی بطور جداگانه در جداول ۱،۲،۳،۴و ۵ قابل مشاهده است. فاکتور اول آزمایش شامل دو رقم گلرنگ (صفحه و گلدشت) و فاکتور دوم مشتمل بر شش سطح کودی ۰،۵۰،۷۵،۱۰۰،۱۲۵و ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار کود سولفات پتاسیم در خاکهایی با شرایط مقدار پتاس ۱۱۰ ppmخاک می باشد. هر کرت آزمایشی شامل ۴خط به طول ۶متر که فاصله خطوط ۵/۰ متر در نظر گرفته شده بطوریکه تراکم کاشت در هر کرت آزمایشی ۲۵ بوته در متر مربع بوده است. میزان آب مصرفی بر اساس نیاز آبی و شرایط اقلیمی منطقه مصرف گردید. کلیه عملیات زراعی در مرحله داشت: شامل مبارزه با علف های هرز، دفع آفات، کنترل بیماریها، وجین و غیره به طور منظم و یکنواخت برای کرت ها انجام گرفت. نتایج حاصل

از داده ها به کمک نرم افزار MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین ها به روش آزمون Duncan انجام شد. از روابط ذیل برای تفسیر نتایج روند پتاسیم در گیاه استفاده شد

شاخص کارآیی در جذب پتاسیم (K-uptake) میزان توانایی گیاه در جذب پتاسیم را نشان می دهد مقدار پتاسیم جذب شده توسط گیاه از واحد پتاسیم مصرفی است که از رابطه زیر بدست می آید.

K acqu = K uptake (deficient)/ K uptake (adcquate) (۲)

شاخص کارآیی در مصرف potassium Utilization Efficiency

این شاخص از تقسیم ماده خشک به کل فسفر جذب شده بدست می آید که نشان دهندة تولید ماده خشک گیاهی به ازای واحد پتاسیم جذب شده می باشد و رقمی که بتواند فعالیتهای متابولیکی خود را در غلظت پایین پتاسیم تنظیم نماید و ماده خشک بیشتری نسبت به واحد پتاسیم جذب شده تولید نماید رقم کارا در مصرف پتاسیم شناخته می شود.

KUE =SDM/ K uptake (۳)

هدف از انجام این آزمایش توصیه های مناسب به زراعی (کود سولفات پتاسیم) برای گیاه گلرنگ با توجه به شرایط منطقه است نتایج تجزیه نمونه خاک و خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده و داده های هواشناسی منطقه مورد آزمایش

جدول ۱ - مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

سال	منطقه	بافت	EC	PH	OC	P	K	Fe	zn	Mn	Cu	B
			Ds/m		%			Mg.kg^{-1}				
۹۲-۱۳۹۱	ایستگاه زهک	لومی شنی	۵/۲	۴/۸	۳۷/۰	۵/۶	۱۰۰	۸۴/۲	۵۷/۱	۲/۳	۵۸/۰	۱

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

EC	PH	CL	$Ca^{tt}+mg^{tt}$	Hco۳	^{+}Na	SAR
دسی زیمنس برمتر	میلی اکی والان در لیتر					
۲	۳/۷	۵/۸	۳۴	۱/۵	۱۱	۶۷/۲

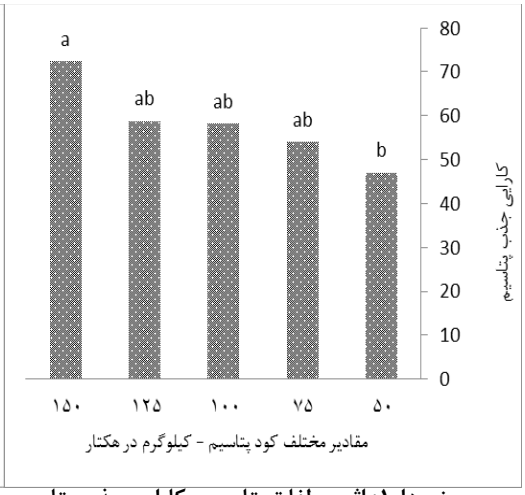
سال	ماه	نام منطقه: درجه حرارت حداکثر	درجه حرارت حداقل	درجه حرارت میانگین	بارندگی	درصد رطوبت
۹۲-۹۱	شهریور	۴۴	۴/۱۴	۱/۳۰	۰	۱۵
	مهر	۴۲	۶/۹	۲۵	۰	۱۹
	آبان	۸/۳۵	۴	۲/۱۹	۵/۱	۳۷
	آذر	۲۵	۶/۱	۴/۱۲	۲/۱۱	۵۴
	دی	۲۷	-۲/۶	۶/۷	۰	۴۵
	بهمن	۶/۲۶	-۵/۱	۷/۱۳	۴/۲	۴۲
	اسفند	۳۶	۲/۳	۸/۱۷	۳	۳۷
	فروردین	۲/۳۰	۱۴	۴/۲۷	۳/۵	۵/۲۷
	اردیبهشت	۹/۳۵	۷/۱۹	۲/۱۶	۰	۲۰
	خرداد	۴۱	۹/۲۴	۶/۳۲	۰	۱۵

کارایی جذب پتاسیم

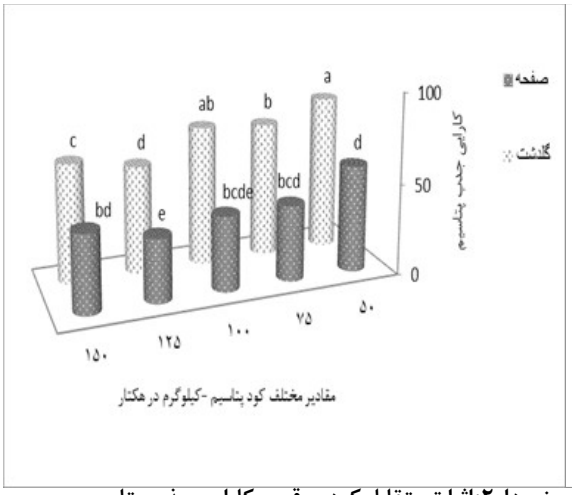
نتایج مقایسه میانگین ها (جدول ۶) نشان می دهد که اثر رقم بر کارایی جذب پتاسیم معنی دار است. رقم گلدشت با ۱۲/۵۴درصد جذب پتاسیم کارآمدتر در بین دورقم بود. Damon و همکاران (۲۰۰۷) تفاوت درون گونه ای برای کارایی جذب و مصرف پتاسیم را برای گلرنگ و آفتابگردان گزارش کردند.همچنین Svecnjakو Rengel در سال ۲۰۰۶ یک تفاوت ژنوتیپی را برای ارقام کلزا از جهت کارایی مصرف نیتروژن گزارش و اعلام داشتند که ارقام کارآمد از جهت نیتروژن بیوماس گیاهی بالاتری تولید کردند و غلظت های کمتری از نیتروژن در اندام هوایی نسبت به ارقام غیر کار آمد داشتند.

براساس نتایج مقایسه میانگینها (جدول ۶)کارایی جذب پتاسیم تحت تاثیر مقادیر مختلف کود پتاسیم قرار گرفت و در سطح یک درصد معنی دار شد. صدرزاده و همکاران (۱۳۸۶) طرح تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری و پتاسیم را بر تجمع عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در دو نهال زیتون انجام دادند. تیمارهای پتاسیم شامل صفر ،۵۰، ۱۰۰ گرم سولفات از منبع سولفات پتاسیم برای هر درخت بود نتیجه گرفتند که کاربرد سولفات پتاسیم در خاک موجب افزایش کارایی جذب پتاسیم در برگ و ریشه گیاهان نسبت به تیمار شاهد می شود(نمودار ۲).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴۳) نشان می دهد اثرات متقابل کود در رقم بر روی کارایی جذب در سطح یک درصد معنی دار بود بیشترین کارایی جذب پتاسیم را تیمار V1K2(رقم گلدشت و پنجاه کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هکتار) ۹۶/۸۵ درصد داشت (نمودار ۱).



نمودار۱ : اثر سولفات پتاسیم برکارایی جذب پتاسیم



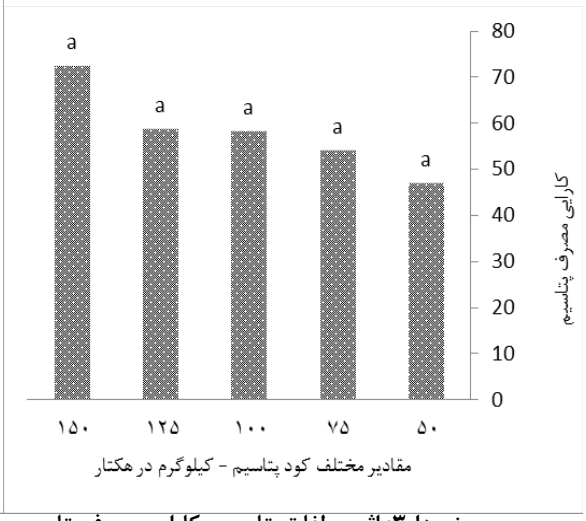
نمودار۲:اثرات متقابل کود و رقم بر کارایی جذب پتاسیم

کارایی مصرف پتاسیم

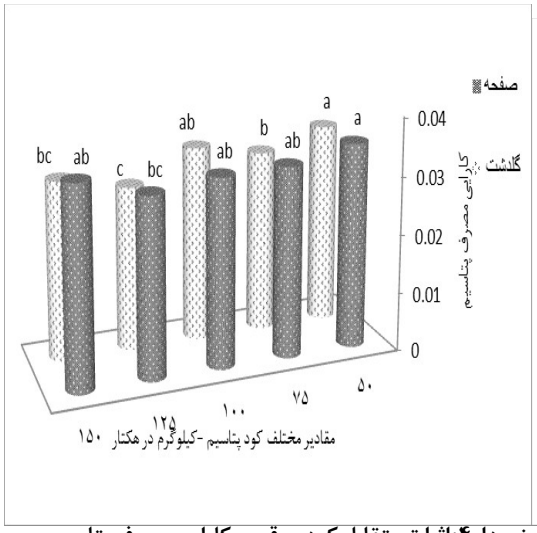
جدول مقایسه نشان می دهد که اثر رقم برکارایی مصرف پتاسیم در سطح یک درصد معنی دار شد، بیشترین کارایی مصرف پتاسیم را رقم صفحه برابر با ۰۳۴۰۵/۰ میلی گرم در پنج بوته داشت.

جدول مقایسه نشان می دهد که اثر کود برکارایی مصرف پتاسیم در سطح یک درصد معنی دار نشد و تمامی تیمارها در یک گروه آماری (گروه a) قرار گرفتند. معالوصف بیشترین کارایی مصرف پتاسیم را تیمار کودی $K_۲$ (پنجاه کیلوگرم در هکتار) برابربا ۰۳۵۲۴/۰ میلیگرم در پنج بوته داشت کمترین مقدار را نیز تیمار $K_۵$ (صدو بیست وپنج کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم) که از بیشترین ماده خشک دارا بود برابر با ۰۳۰۶۲/۰میلی گرم در پنج بوته داشت(نمودار ۳).

جدول (۶) مقایسه میانگین ها نشان می دهد که اثرات متقابل برکارایی مصرف پتاسیم در سطح یک درصد معنی دار شد (نمودار ۴).



نمودار۳: اثر سولفات پتاسیم برکارایی مصرف پتاسیم



نمودار۴:اثرات متقابل کود و رقم بر کارایی مصرف پتاسیم

منابعتغییر	درجه آزادی	کارایی جذب پتاسیم	کارایی مصرف پتاسیم
تکرار	۲	ns۳۱۲/۱	ns ۷۹۶/۱
رقم	۱	۶۲۵/۶**	۶۵۱۳/۰**
کود	۴	۹۷۱/۱۸*	۹۱۶۲/۴**
کود*رقم	۴	ns ۰۷۱۲/۰	۴۶۵/۰**
خطا	۱۶	۳۳۸/۷۰	۴۷/۱۲۰
%Cv		۳۵/۹	۶۰/۱۰

جدول (۶): تجزیه واریانس برخی از خصوصیات گیاه گلرنگ بر اساس میانگین مربعات

منابع

امام،ی و م. نیك نژاد. ۱۳۸۳. مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. چاپ دوم، ترجمه، انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز ، ایران.

محمدیان ر، احمدي م، کلارستاقی ك و غالبی س ۱۳۸۳ . بررسی تاثیر کاربرد پتاسیم در دورههای مختلف آبیاری نشتی بر عملکرد کارایی مصرف آب دو ژنوتیپ چغندرقند ۲۰(۱): ۷۲-۵۵ چغندرقند

میرزاخانی ،محمد. ۱۳۸۹. مقایسه عملکرد روغن و برخی صفات زراعی ارقام بهاره گلرنگ پیش سرمایی شده با ارقام پاییزه .فصلنامه پژوهش های علوم گیاهی شماره پیاپی ۱۹. سال پنجم . شماره ۳. پاییزه

Damon ,P.M.,Osborne,D.and Rengel,Z.۲۰۰۷.Canola genotyps differ in potassium efficiency during vegetative growth.Euphytica.۱۵۶:۳۸۷-۳۹۷

Hasegawa, P. M., R. A. Bressan, J. M. Zhu and H. J. Bohnert. ۲۰۰۰. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annu. Rev. Plant Physiol. ۵۱ : ۴۶۳-۴۹۹.

Soleimanzadeh H, Habibi D, Ardakani MR, Paknejad F, Rejali F. ۲۰۱۰. Response of sunflower (Helianthus Annuus L.) to drought stress under different potassium levels.World Applied Sciences Journal. ۸(۴) : ۴۴۳-۴۴۸.

Svenjak,Z.,and Rengel,Z.۲۰۰۶. Canola cultivars differ in nitrogen utilization efficiency at vegetative stage.Fild Crop Res.۹۷:۲۲۱-۲۲۶

Zed Rengel, et al,. ۲۰۰۸. Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use, Physiologia Plantarum ۲۰۰۸, ISSN ۰۰۳۱-۹۳۱۷.

Abstract

In order to determine the performance and response of safflower varieties in terms of absorption and potassium intake, experiment design Randomized complete block design with three replications with two factors of variety and the amount of potassium in agriculture and natural resources research station is running Zahak .The first factor and the second factor consisted of six two-digit page Goldasht ۱۲۵,۱۰۰,۷۵,۵۰,۰ and ۱۵۰ kilograms of fertilizer per hectare of fertilizer potassium sulphate soils, soil conditions, ppm ۱۱۰ Mqdarptas Each plot contains four lines in length ۶ meter line spacing ۰.۵ m considered as plant density of ۲۵ plants per square meter of each plotThe results of measurements showed that the highest efficiency of absorption and utilization for the ۸۵.۹۶ and ۰.۰۳۴۲ respectively Goldasht respectively.

اثر خاك‌پوش‌هايپلي‌اتيلنبر عملکرد و زودرسيطالبی

مصلح الدین رضایی [۱]، سعید دوازده امامی [۱]، بابک خیامباشی [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده
یکیازروشهایموثرجهتبالابردنکاراییآبآبیاریدرزراعتطالبیاستفادهازمالچپلاستیکیدر بین ردیفها در کففاروهااست.مطالعهحاضرباهدفامکانافزایشراندمانمصرفآبو زود رسی درزراعتطالبیبااستفادهازطرحآماری بلوکه ای کامل تصادفی درسهتکراردرردشت اصفهان اجراگردید.؛ تیمارهای ازمایشیشاملاستفادهازپوششنایلونشفاف و مشکی وزمین لخت (بدونپوشش)بود. میزان آبآبیاریدرکشتباپوشش پلاستیکی و زمین لخت بهترتیب ۲۷۵و ۴۳۰ مترمکعبودفعاتآبیاریدرآنهابهترتیب ۹و ۱۵ نوبت بود. اثر مالچ پلاستیکی بر عملکردمیوه، تعداد کل میوه، عملکرد میوهمرغوب، عملکرد میوهنامرغوب، تعداد میوه مرغوب، تعداد میوه نا مرغوب، تعداد میوهدربوته، وزن یکمیوه، عملکردیکبوته و زود رسی در حد احتمال ۵% معنی دار بود و مقایسه میانگین عملکرد تیمار های مالچ پلاستیکی شفاف و مشکی با یکدیگر غیر معنی دار ولی با خاک لخت معنی دار بود.مالچ پلاستیکی مشکی و شفاف بیشترین و زمین لخت کمترین میوه های اول فصل را تولید نمود.
واژه گانکلیدی: طالبی،مالچپلاستیکی

مقدمه
ارزشنسبتاً بالایاغلبسبزیجاتوصیفی جات بهبود محیط رشد آنها را برای افزایش سرعت رشد محصولات، بهبود کیفیت و افزایش طول دوره رشد و در نتیجه افزایش میزان محصول اقتصادی می‌سازد (فرهادی، ۱۳۸۲).استفاده از مالچ پلاستیکی جهت زود رسی و صرفه جویی در مصرف آب از روشهای متداول در کشت میوه‌های جالیزی بخصوص طالبی میباشد. این روش در سالهای اخیر توسعه یافته و با استفاده از روش ابیاری تیپ جایگاه خ ود را در بین کشاورزان باز نموده است.خاکپوش عبارت است از کاربرد یاایجادهرنوعپوششخاککهمانعیجهتانتقالحرارتیابخارآبایجادکند (Rosenberg، ۱۳۷۴).
آثار سودمند خاکپوش های حفظ رطوبت خاك با کاهش تبخیر مستقیم از خاک بخصوص در شرایط بادی (Fuches و ۲۰۱۱ ،Hadas) است.در هندوانه بی بذر علاوه بر دو هفته زود رسی، عملکرد در تیمار خاکپوش پلاستیکی ۷۶ در مقایسه با ۴۹ تن در هکتار در تیمار بدون خاک پوش بدست آمد (Lang و ۱۹۷۷ ،Combrink). درگیاهان زراعیهرچندکاربردخاکپوش‌هایپلاستیکیجهتافزایشدرجهحرارتخاکدربهاربکار می‌رود اما درجه حرارت بیش‌از حد خاک در دوره تشکیل و رسیدگی میوه در اوایلتابستانمی‌تواندفعالیتریشه را در جذب مواد غذاییمشکلوکیفیتمیوهراکاهشدهدو ریزش گل‌ها را تشدیدنماید (JIfon، ۲۰۰۴؛ Kimberly و همکاران ۱۹۹۶). خاکپوش‌های پلی‌اتیلن تأثیر به سزایی در افزایش عملکرد، زودرسی محصول، کاهش تعداد دفعات آبیاری و کنترل علف‌های هرز داشته است (فرهادی، ۱۳۸۲). تحقیقاتدرکاربردتلفیقیآبیاریقطره‌ای و خاکپوش پلاستیکیدر طالبی نشان داد عملکرد طالبی به میزان ۶/۳۱ درصد افزایشیافت (Munguia-Lopez و همکاران، ۱۹۹۴).
برخیاثراتمثبتشناختهشدهاستفادهازمالچپلاستیکیبشرحزیراست.
درجهحرارتخاکراافزایشمی‌دهد. در عمق ۵ سانتیمتری خاک استفاده از مالچ مشکی درجه حرارت خاک را بین ۲ تا ۳ درجه و مالچ شفاف ۴ تا ۵ درجه سانتیگراد افزایش می‌دهد.
فشردگیخاکراکاهشمی‌دهد. خاک زیر مالچ پلاستیکی سست و اسفنجی باقی مانده و بخوبی تهویه می‌گردد. ریشه ها به اکسیژن کافی دسترسی داشته و فعالت میکروبی خاک در حد بالایی می‌باشد.
میزانآبشوياملاحکاهشمی‌یابد. حرکت آب از روی مالچ پلاستیکی غیر قابل نفوذ، میزان استفاده از کودهای شیمیایی توسط گیاه را به حداکثر می‌رساند.
ازآبگرفتگیگیاهجلوگیریمی‌کند. آب از حفره‌های ایجاد شده در روی پلاستیک وارد زمین می‌شود و از آب گرفتی گیاه جلوگیری می‌شود.
تبخیررا کاهشمی‌دهد. رطوبت خاک از سطح خاک تبخیر نشده و بخار آب در زیر پلاستیک محبوس می‌گردد. این عمل موجب بزرگتر شدن گیاه شده و گیاه بزرگتر به آب بیشتری نیاز دارد. بنابراین مالچ پلاستیکی را نمی‌توان جایگزین آبیاری نمود.
محصولتمیزتروپاکتریتولیدمی‌شود. یکمحصولباخاکپوشپلاستیکیبهمیزانکمتریدرمعرضفساداست. پشتههامحکمومخروطیبودهبایدوکاملاًسطحخاکراپوشاندودرزیرآنگودالنباشد.
هرسریشهحذفمی‌شود. مبارزه با علف‌های هرز فقط برای نوار بین خاکپوش‌ها لازم است بنابراین از هرس ریشه‌ها جلوگیری می‌شود.
زودرسی: خاکپوش‌های مشکی بین ۲ تا ۱۴ روزو پلاستیک شفاف می‌تواند تا ۲۱ روز محصول را پیش‌رس می‌کند.

افزایشرشدگیاه: مالچ پلاستیکی نسبت به دی‌اکسید کربن نفوذ ناپذیر است، غلظت گاز کربنیک در زیر پوشش پلاستیکی بسیار افزایش می‌یابد و مالچ پلاستیکی به آن اجازه خارج شدن را نمی‌دهد. گاز کربنیک تجمع یافته در زیر پلاستیک باید از فضای و حفره‌های ایجاد شده در پلاستیک در محل کشت خارج شود، در نتیجهیک حالت دود کش مانند ایجاد شده و موجب افزایش محلی غلظت گاز کربنیک برای برگ‌های در حال رشد می‌گردد.

با توجه به شرایطآبوهواییکشور، ارائه راهکارهای مناسب جهت مصرف بهینه آب از ضروریات می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق، بررسی همزمان اثرات خاکپوش و شوری آب آبیاریبر کمیّت و کیّفیت محصول طالبی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه تحقیقات زهکشی و اصلاح اراضی رودشت که در ۶۰ کیلومتری شرق اصفهان در یک خاك Fine, Mixed, Hypertermic, typic, Haplo, cambids با بافت خاك کلی لوم با آب و هوای گرم و خشك و میانگین بارندگی سالیانه ۱۰۰ میلی‌متر و تبخیر و تعرق گیاه مرجع ۲۰۰۰ میلی‌متر و رژیم رطوبتی و حرارتی Aridic Thermic و اجرا گردید.رقممورد کشت شاه‌آبادی و آزمایش در ۳ تیمار، در سه تکرار جمعاً در ۹ کرت بصورت بلوکهای کامل تصادفی اجرا گردید.پس از تسطیح اولیه و توزیع ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیمو پاشیدن آمولیسیون ۴۸ درصد ترفلان به میزان ۲ لیتر در هکتار جهتکنترلعلف‌های هرز نسبت به شخم آن اقدام و پشته‌ها ایجاد گردید. در اوایل میوه‌دهی از کودهای ریز مغذیوطولفصلبرداشتمیوه ازکودآبیاری (بمیزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره درهرنوبت آبیاریهمراه با آبآبیاری) و با محلول پاشی کودهایآمینوفورته جهت کاهش اثرات تنشحرارتیوتقویت بوته‌ها انجامشد. همچنینجهت مبارزه با بیماریهایریشهازسمومقارچکش در اوایل میوه دهیدریک نوبت همراه با آب آبیاری و مبارزه باآفاتازسماکاتینبمیزان ۱۵۰ سی‌سی در ۱۰۰ لیتر آب درچهار نوبت بصورت برگپاشی استفاده گردید.قبل از آماده سازی زمین با تهیه نمونه مرکب از خاک از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری خاك خصوصیات شیمیایی (علی احیایی، ۱۳۷۵) و فیزیکی خاك (آریا و میرخانی، ۱۳۸۴) مورد آزمایشقرارگرفت(جداول ۱ و ۲).

.جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاك محل اجرای آزمایش قبل از کشت

عمق خاک	ECe	pH	فسفر	پتاسیم	کربن آلی	HCO۳-	Cl-	SO۴-۲	Ca+۲+Mg+۲	Na+	SAR
(cm)	(dS/m)		قابل جذب (mg/kg)		(%)	(meq/lit)					
۰-۳۰	۲/۲	۷/۸	۱۲	۲۶۰	۸/۰	۷/۱	۱۴	۷	۹/۶	۱۳	۰/۷
۳۰-۶۰	۸/۱	۹/۷	۱۰	۲۵۰	۶۵/۰	۷/۱	۸	۵	۷/۴	۳/۹	۳/۶

.جدول ۲ - خصوصیات فیزیکی خاك محل آزمایش قبل از کشت

عمق خاك	جرم مخصوص ظاهری	رس	سیلت	شن	ظرفیت مزرعه	نقطه پژمردگی	بافت خاک
(cm)	(gr/cm۳)	درصد وزنی					
۰-۳۰	۳۰/۱	۳۹	۴۵	۱۶	۳۰	۱۴	CL
۳۰-۶۰	۳۵/۱	۳۷	۴۲	۲۱	۲۷	۱۴	CL

فاصله پشته‌ها ۵/۱ متر و طول خطوط کشت نیز ۶ متر در نظر گرفته شد که ازدو پشته وسط عملکردکرتبرداشتگردید. خاکپوش‌هاپلاستیکیدرکفاروپهنوسطحپشته‌هارا کاملاً پوشاند. همچنین جهت نفوذ آب سوراخ‌هایی با فواصل مناسب (حدود ۵۰ سانتیمتر) بر روی خاکپوش‌ها در کف و کنار فارو ایجادگردید. جهت کشت بذر بر روی دوطرفپشته سوراخ‌هایی بفقطرحدود ۱۰ سانتمتر بر روی پلاستیک با فواصل ۳۵ سانتی‌متر ایجاد و ۴ عدد بذر در هر حفره کشت گردید و به طور یکنواخت تمامی کرت‌ها آبیاریشدند.تیمارهای ابیاری پس از مرحله شروع گل‌دهی گیاه اعمال گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهواریانسو مقایسه تیمارها در جداول ۳ و ۴ نشان می‌دهد که اثر مالچ پلاستیکی بر عملکردوتعدادمیوهمرغوبونامرغوبدرکرتوتعدادمیوهدربوته،وزنیکمیوه در حد احتمال ۵ درصد معنی دار است و خاکپوش پلاستیکی شفاف و مشکی با یکدیگر اثر معنی داری نداشته ولی با خاک لخت دارای اختلاف معنی دار است.عملکرد تجمعی میوه مرغوب در کرت و متوسط وزن میوه در هر برداشت در نمودار ۱ و ۲ نشان میدهد که مالچ پلاستیکی موجب زود رسی میوه و افزایش عملکرد نسبت به خاک لخت گردیده است. شده است.

.جدول۳- تجزیهواریانسعملکردوتعدادمیوهمرغوبونامرغوبدرکرتوتعدادمیوهدربوته،وزنیکمیوه

منبع	درجه آزادی	میانگینمربعات
	۲	
	۸	

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد کل کرت	تعداد کل میوه	عملکرد میوهمرغوب	تعداد میوهمرغوب	عملکرد میوهنامرغوب	تعداد میوهنامرغوب	تعداد میوهدربوته	وزن یکمیوه	عملکرد یکبوته
تکرار	۲	۴۷/۷ ۳	۷۷/ ۴۸	۷۱/۱ ۱۳	۴۴/۱ ۷	۲۳/۱۰	۶۶/۴۸	۱۳۷ ۷/۰	۳۰۵ /۰	۰۶۸۶/ ۰
خاکپوش	۲	۳۰/۱ ۰۶۵*	۱۱/ ۲۳۴*	۹۷/۵ ۹۴*	۱۱/۶ ۰*	۶۴/۶۸ *	۰۰/۱۱ ۴	۳۳۳ /۰*	۲۶۱ ۸/۰*	۳۵۲۲/ ۱*
خطا	۴	۳۰۷/ ۸۳	۱۱/ ۱۱	۶۵/۶ ۷	۱۱/۶	۷/۶۵	۳۳/۳	۰۳۲ ۳/۰	۱۳۲ ۸/۰	۰۸۵/۰
CV		۳۳/۲ ۰	۶/۱ ۲	۸۵/۲ ۱	۴۹/۱ ۲	۵/۵	۳۸/۲۰	۸۳/ ۲۰	۲۳/ ۲۲	۱۶/۲۰

*و ** بترتیب معنی‌داردر سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد.

جدول۴- مقایسه میانگین عملکرد و تعداد میوه مرغوب و نامرغوب در کرت و تعداد میوه در بوته، متوسط وزن یکمیوهدرخاکپوش‌هایمختلف

خاکپوش	عملکرد کل کرت	تعداد کل میوه	عملکرد میوهمرغوب	عملکرد میوهنامرغوب	تعداد میوه مرغوب	تعداد میوه نامرغوب	تعداد میوهدربوته	وزن یکمیوه	عملکردیک بوته
	کیلوگرم		کیلوگرمدرکرت					کیلوگرم	کیلوگرم
لخت	۱۳/ ۲۳b	۳۳/ ۱۶b	۳۸/۲۱ b	۷۵/۱b	۶۷/ ۱۴b	۶۷ /۱b	۴۸/۰ a	۳۱ /۱a	۶۷/۰b
مشکی	۷۴/ ۵۵a	۶۷/ ۳۲a	۳۵/۴۵ a	۳۹/۱۰a	۰۰/ ۲۳a	۶۷ /۹a	۱۰/۱ b	۷۴ /۱a	۸۱/۱a
شفاف	۸۰/ ۵۵a	۳۳/ ۳۰a	۱۸/۴۶ a	۶۱/۹a	۶۷/ ۲۱a	۸/ ۶۷a	۱۰/۱ b	۸۷ /۱a	۸۶/۱a
میانگین	۸۹/ ۴۴	۴۴/ ۲۶	۶۴/۳۷	۲۵/۷	۷۸/ ۱۹	۶۷ /۶	۸۶/۰	۶۴ /۱	۴۵/۱

* میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن مقایسه شده‌اند. در هر ستون میانگین‌هایی که دارایک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

منابع

آریاپرونومیرخانیرسول. ۱۳۸۴. روش‌هایاندازه‌گیریویژه‌گی‌هایفیزیکیخاک. نشریهفنیشماره ۴۷۹. وزارتجهادکشاورزی،سازمانتحقیقاتوآموزشکشاورزی،مؤسسهتحقیقاتخاکوآب. انتشاراتسنا.تهران ایران. ۳۱ صفحه

فرهادی، علی. ۱۳۸۲. بررسی کاربرد خاکپوش‌های پلی‌اتیلن و روش‌های آبیاری برای کاهش مصرف آب و شن در گیاهان جالیزی. هشتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، ۷ تا ۸ بهمن ماه ۱۳۸۲، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

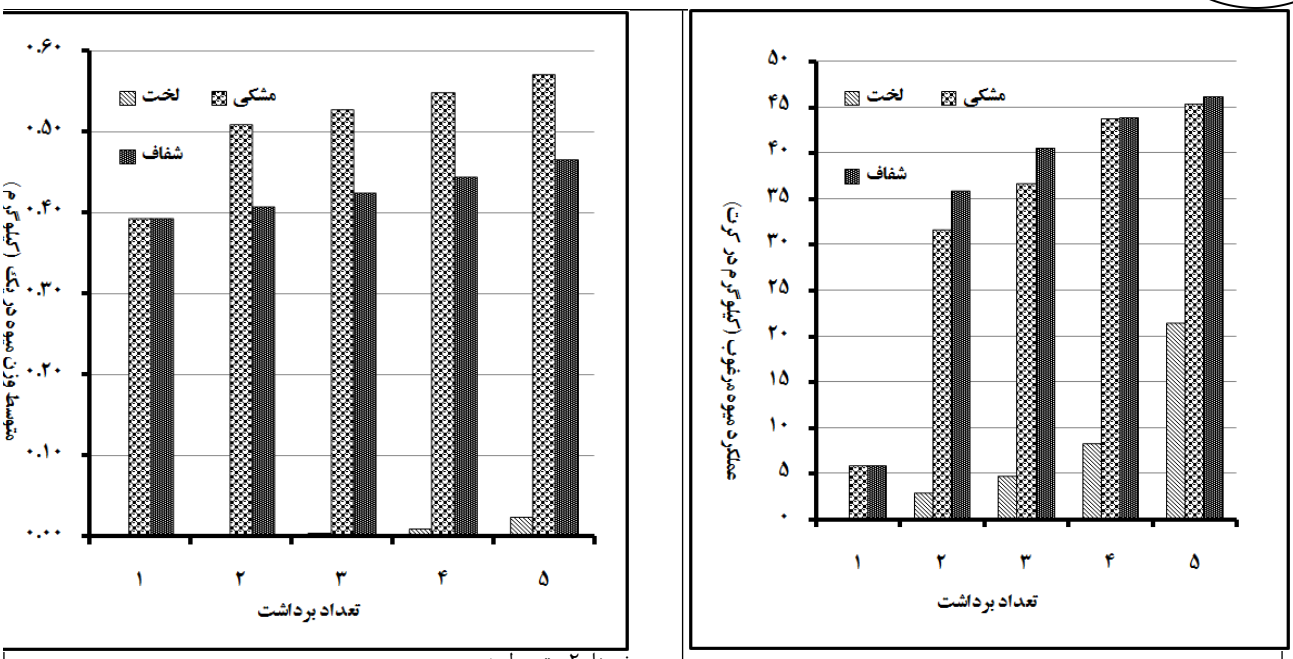
Fuchs, M. and A. Hadas. ۲۰۱۱. Mulch resistance to water vapor transport. Agricultural Water Management. ۹۸(۵): ۸۹۳-۸۹۸.

Jifon, J. ۲۰۰۴. Influence of colored plastic mulches on soil temperature and muskmelon root respiration. Hortiscience. ۳۹:۸۰۲

Kimberly A Klock, William R. Gravesa, and Henry G. Taber. ۱۹۹۶. Growth and phosphorus, zinc, and manganese content of tomato, muskmelon, and honey locust at high root zone temperatures Journal of Plant Nutrition. ۱۹(۵) ۷۹۵-۸۰۶.

Munguia-Lopez JP, Faz CR, Quezada MR and Jones RT. ۱۹۹۴. Plastic mulch effect on the growth and yield of muskmelon (Cucumis melo L.) under irrigation condition by drip and surface. ۲۵ th National Agricultural Plastic Congress. USA, ۲۳-۲۷ Sep. P:۸۱-۸۶.

Rosenberg, RJ. ۱۹۷۴. Microclimate: The Biological Environment. Chapter ۶. Modification of the Soil Temperature. ۱۴۵-۱۵۷. John Wiley & Sons, New York



نمودار ۲-متوسط وزن میوه

Abstract

Plastic mulched between rows in the bottom of furrow is one of the effective methods to increase water use efficiency of Cantaloupe. The objective of the present study was to study the feasibility of the plastic mulches on increasing water use efficiency and earliness of cantaloupe production using a randomized complete block design, in three replications. The treatments were transplant, black and bare soil. The amount of irrigation water for plastic mulch and bare soil were ۲۷۵, and ۴۳۰ m^3/ha, and the number of irrigations were ۹ and ۱۵ times, respectively. The effect of mulch on cantaloupe yield, number of fruits, yield per plant and earliness was significant, the difference between transparent and black plastic mulch were not significant, but they were significant different

مقایسه ویژگی‌های جذبی نیترات بر کربن فعال و بیوچار

مصطفی مارزی [۱]، محسن فرح بخش [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی و حاصلخیزی دانشگاه تهران، ۲- استادیار و عضو هیأت علمی گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران

چکیده
در این مطالعه پودر کربن فعال از شرکت مریک تهیه و بیوچار با حرارت دادن الیاف خرما در کوره الکتریکی تولید شد و به عنوان جاذب نیترات از محلولهای آبی مورد استفاده قرار گرفتند. بررسی جذب نیترات با روش پیمانهای انجام شد و جذب نیترات در زمانها، غلظت اولیه و دماهای متفاوت بررسی شد. شرایط بهینه برای جذب نیترات شامل ۵/۰ گرم جاذب در ۲۰ میلیلیتر محلول نیترات، زمان ۱۵ دقیقه، دمای ۱۰ درجه سانتیگراد و pH های خنثی بدست آمد و در این شرایط راندمان جذب نیترات ۹۸/۹۲ و ۰۵/۸۲ درصد برای بیوچار و پودر کربن فعال به ترتیب تعیین شد. نتایج نشان داد که بیوچار تولید شده در دمای ۷۵۰ درجه سانتیگراد موثر تر از پودر کربن فعال نیترات را از محلولهای آبی خارج میکند.

واژه های کلیدی: بیوچار، کربن فعال، نیترات

مقدمه
در سالهای اخیر آلودگی نیترات در آبهای زیرزمینی یک نگرانی روبه رشد در سراسرجهان است (اوتا و همکاران ۲۰۱۳). افزایش جمعیت باعث افزایش مصرف کودهای نیتروژنه در کشاورزی شده است. افزایش استفاده از کودهای نیتروژنه باعث تجمع در محصولات گیاهی و مصرف انسان از این گیاهان(کاهو، اسفناج) باعث افزایش نیترات در بدن انسان میشود. آژانس ایمنی محیطی ایالات متحده[۱۱] ماکزیمم غلظت نیترات در آب آشامیدنی را ۴۵ میلیگرم در لیتر و سازمان بهداشت جهانی و اتحادیه اروپا ماکزیمم غلظت نیترات برای آب آشامیدنی ۵۰ میلیگرم بر لیتر اعلام کردهاند (برایان و وان گرینسون ۲۰۱۳). بدلیل پایداری و حلالیت بالای نیترات، این ترکیب تمایل کمی برای رسوب و جذب از خود نشان میدهد و بنابراین خارج سازی آن از آب با روشهای مرسوم مشکل است (اسلام و پاتال ۲۰۱۰). چندین روش فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی برای خارجسازی نیترات اضافی از آبها وجود دارد. از جمله این روشها میتوان به جذب، تبادل یونی[۱۲]، اسمز معکوس[۱۳]، الکترودیالیز[۱۴] دنیتریفیکاسیون[۱۵]، رشد جلبکها در محصولات دفعی و ترکیب ازونیزاسیون[۱۶] و فیلتراسیون با شن و کربن فعال را میتوان نام برد (لوگاناتان و همکاران ۲۰۱۳). در این میان روشهای جذبی نسبتا هزینه کمتری دارند. چندین جاذب طبیعی و یا ساخته شده به صورت مصنوعی برای خارجسازی نیترات از سیستمهای آبی و پسابها در دسترس هستند که شامل سپیولایت[۱۷](ازترک و بکتاس ۲۰۰۴)، گل سرخ[۱۸] (سینگلوقلو و همکاران ۲۰۰۶)، کربن فعال[۱۹]، کیتوسان[۲۰] (جعفری و همکاران، ۲۰۰۴)، اشباع سطح با فلزات و اکسید فلزات بوسیله کلرید روی (باتناگار و همکاران، ۲۰۰۸)، اکسی کلرید زیرکونیم (گوپتا و همکاران ۲۰۰۹)، و اکسید منگنز (ژانگ و همکاران ۲۰۱۲)، پسماندهای کشاورزی (اورلاندو و همکاران، ۲۰۰۲)، زیتوده گیاه (یو و همکاران ۲۰۱۲) ، آمینورس[۲۱] (لی و همکاران ۲۰۱۲) ورقههای نانوتیوب کربن[۲۲] (افخمی و همکاران، ۲۰۰۷)، و بیوچار[۲۳] (چینتالا و همکاران ۲۰۱۳) میباشند. کربن فعال شده بطور گسترده برای خارج سازی آلایندههای آلی و غیرآلی از آب و پساب مورد استفاده قرار میگیرد (هو و چیانگ، ۲۰۰۱). سطح ویژه بالای کربن فعال شده باعث میشود که راندمان بالایی در خارج سازی ترکیبات محلول داشته باشد. آلودگی منابع آب به نیترات در کشور فزاینده است بنابراین مطالعههای روشهایی که با هزینه کمتر و راندمان بالاتر توانایی خارجسازی نیترات را داشته باشند، ضروری به نظر میرسد. کربن فعال و بیوچار

[۱۱] U.S. Environmental Protection Agency (EPA)
[۱۲] Ion exchange
[۱۳] Reverse osmosis
[۱۴] Electrodialysis
[۱۵] Denitrification
[۱۶] Ozonization
[۱۷] Sepiolite
[۱۸] Red mud
[۱۹] Active carbon
[۲۰] Chitosan
[۲۱] Aminoclay
[۲۲] Carbon nanotube sheets
[۲۳] Biochar

را می‌توان از موادی که ارزش اقتصادی چندانی نداشته و بعضا مشکل دفع نیز دارند، تولید و برای خارج‌سازی نیترات از منابع آب مورد استفاده قرار داد.

مواد و روش‌ها

کربن فعال مورد نیاز از شرکت مریک[۲۴] تهیه شد و برای تولید بیوچار الیاف خرما از شهرستان منوجان واقع در جنوب استان کرمان جمع آوری و در آزمایشگاه به روش مخصوص به بیوچار تبدیل شد. به منظور ایجاد یک محیط مشخص عاری از عوامل ناشناخته در جذب، کربن فعال و بیوچار ابتدا با اسید کلریدریک ۵/۰ نرمال و سپس با آب مقطر شسته و برای انجام آزمایشها، هوا خشک شد.

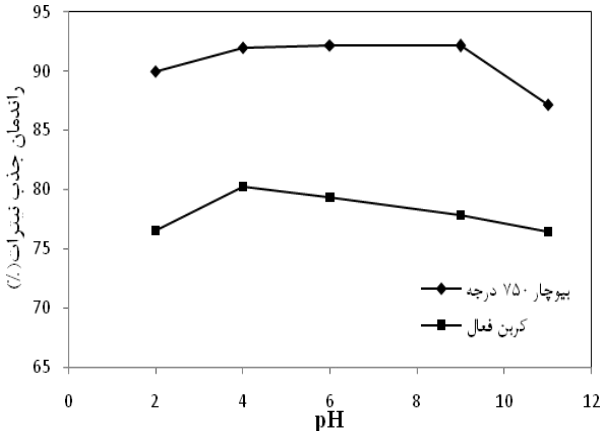
مطالعات جذب

جذب یون‌های نیترات بر کربن فعال و بیوچار به روش پیمانهای مطالعه شد. به این منظور از محلول ۱۵۰ میلیگرم بر لیتر نیترات از منبع نیترات پتاسیم به عنوان غلظت اولیه استفاده شد. به منظور بررسی اثر زمان تماس (۰-۶۰ دقیقه)، (۱۱-۲) pH، دما (۵-۴۰ درجه سانتی‌گراد)، غلظت اولیه جاذب (۲/۰-۵/۱ گرم) بر راندمان جذب نیترات، به ۵/۰ گرم کربن فعال ۲۰ میلیلیتر محلول ۱۰۰ میلیگرم بر لیتر نیترات اضافه شد و مخلوط حاصل به مدت ۱۵دقیقه در دستگاه تکان دهنده با سرعت ۱۴۰ دور در دقیقه تکان داده شد. غلظت نیترات بر اساس روش استاندارد آزمایش آب و پساب (کلیسری و همکاران، ۱۹۹۹) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ماوراءبنفش مدل JENWAY ۶۵۰۷ در طول موج ۲۲۰ نانومتر اندازهگیری شد.

نتایج و بحث

اثر pH

تغییرات جذب نیترات بر بیوچارهای مختلف در دامنه pH ۲-۱۱ بررسی شد. زمان کافی برای برقراری تعادل در جذب نیز داده شد. نتایج نشان داد (شکل ۱) که مقدار جذب نیترات با کاهش و افزایش pH کاهش پیدا کرد و ماکزیمم جذب آن در pH محدوده خنثی بود و با افزایش و کاهش pH کاهش مییابد. کاهش جذب با افزایش pH بدلیل افزایش بارهای منفی سطح است اما کاهش جذب با کاهش pH میتواند به دلیل رقابت یون کلراید با یون نیترات برای جذب در سطح بیوچار باشد. یون کلراید در اثر اضافه کردن HCl برای اسیدی کردن محلول اضافه شده است. ازترک و بکتاس (۲۰۰۴) گزارش کردند که کاهش pH باعث افزایش جذب برروی کربن فعال میشود و این به دلیل افزایش بارهای مثبت در سطح است. همچنین کاترجی و هو (۲۰۰۹) گزارش کردند که با افزایش pH به بالاتر از ۴/۶ جذب نیترات برروی چیتوسان کاهش مییابد و دلیل آن نیز افزایش بارهای منفی در سطح است که باعث دفع آنیون نیترات میشود. کاتال و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که با بیشترین مقدار جذب نیترات بر روی بقایای سبوس اصلاح شده در pH حدود ۷ است و کاهش جذب با کاهش pH را به تجزیه برخی گروههای عاملی نسبت دادند.

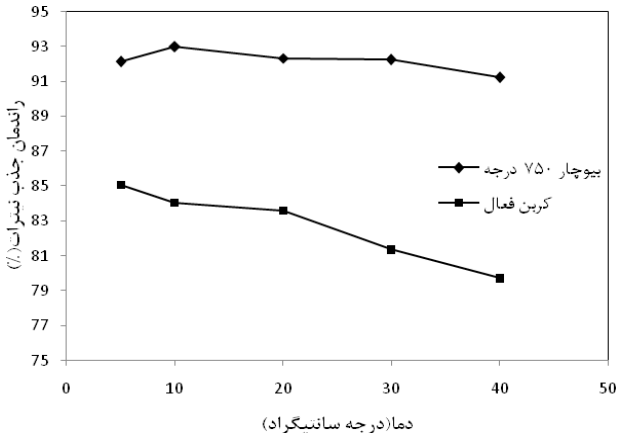


یر جذب نیترات pH شکل ۱ - نمودار تاثیر

اثر دما

تاثیر دما بر جذب نیترات بر روی بیوچارهای مختلف در دامنه ۵ تا ۴۰ درجه سانتیگراد بررسی شد. در این حالت نیز زمان کافی برای برقراری تعادل نیز داده شد. بر اساس شکل ۲ نتایج نشان میدهند که با افزایش دما جذب کاهش مییابد. این کاهش به دلیل ماهیت گرماده بودن جذب نیترات برروی بیوچار است. گامودی و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند که جذب نیترات بر روی ارگانواسمکتایت[۲۵] با افزایش دمای سیستم کاهش مییابد.

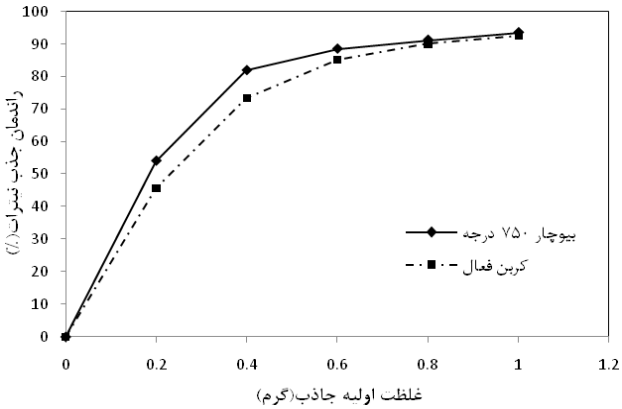
[۲۴] Merck Company
[۲۵] Organosmectite



شکل ۱- تاثیر دما بر جذب نیترات

تاثیر غلظت اولیه جاذب

تاثیر غلظت اولیه جاذب بر جذب نیترات بر روی بیوچار بررسی شد. غلظت های ۲/۰ تا ۱ گرم تست شدند و زمان کافی برای برقراری تعادل نیز داده شد. نتایج نشان میدهند که با افزایش مقدار جاذب، جذب نیترات افزایش میابد. بیشترین مقدار جذب نیترات در غلظت ۱ گرم با ۵۷/۹۶ درصد بود (شکل ۳). با افزایش مقدار جاذب تعداد مکانهایی برای جذب نیترات در دسترس هستند افزایش میابد در نتیجه باعث افزایش جذب نیترات میشود. مایلمیل و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که جذب نیترات بر روی رزین با افزایش مقدار اولیه رزین افزایش میابد که دلیل آن افزایش سطح در دسترس برای جذب است.

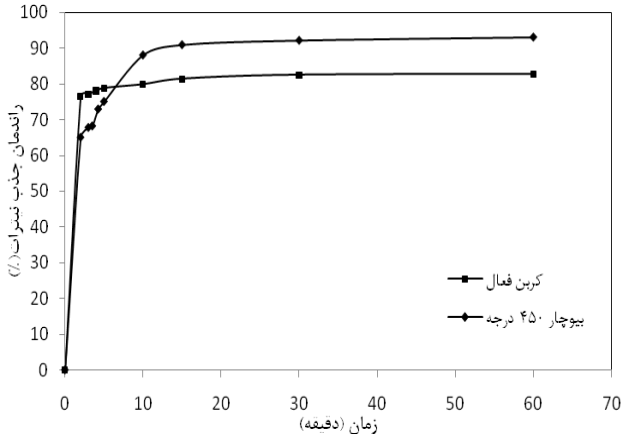


شکل ۳- تاثیر غلظت جاذب بر جذب نیترات

اثر زمان تماس[۲۶]

شکل ۴ تاثیر زمان تماس را در جذب نیترات بوسیلهی کربن فعال و بیوچار را نشان میدهد. فرایند جذب روی هر دو جاذب بسیار سریع اتفاق می‌افتد به طوری که پس گذشت تنها ۵ دقیقه راندمان جذب روی کربن فعال و بیوچار به بیش از ۸۲ و ۹۲ درصد رسید. جذب نیترات بر کربن فعال زودتر از بیوچار به تعادل میرسد اما بیوچار نسبت به کربن فعال قدرت بیشتری در جذب دارد. براساس این نتایج زمان ۱۵ دقیقه برای انجام بقیه آزمایشها انتخاب شد تا از رسیدن به زمان تعادل اطمینان حاصل شود.

[۲۶] -Contact time



شکل ۴- اثر زمان تماس بر جذب نیترات

نتیجه گیری کلی

در این مطالعه بیوچار تولید شده در آزمایشگاه و پودر کربن تهیه شده از شرکت مرک آلمان جهت جذب نیترات از محلولهای آبی مقایسه شدند و اثر عوامل محیطی نیز بر جذب نیترات بر روی این مواد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که جذب نیترات بر روی این مواد تحت تاثیر عوامل محیطی نظیر pH و دما قرار میگیرد. شرایط مطلوب برای جذب pH برابر ۴ و خنثی و دمای ۱۰ و ۵ درجه سانتیگراد به ترتیب برای بیوچار و پودر کربن فعال بدست آمد. با افزایش مقدار جاذب میزان نیترات جذب شده نیز افزایش یافت که قابل انتظار است. همچنین جذب نیترات بر روی جاذبهای گفته شده خیلی سریع است و خیلی زود به تعادل میرسد. جذب نیترات بر روی پودر کربن فعال سریعتر از بیوچار انجام شده و پس از گذشت تنها ۵ دقیقه به تعادل رسید در صورتی که بیوچار پس از گذشت ۱۵ دقیقه به تعادل رسید. قدرت جذب نیترات بر بیوچار در همه شرایط بیشتر از پودر کربن فعال بود.

منابع

Afkhami, A., Madrakian, T., and Karimi, Z. ۲۰۰۷. The effect of acid treatment of carbon cloth on the adsorption of nitrite and nitrate ions. J. hazardous materials. ۱۴۴: ۴۲۷-۴۳۱.

Bhatnagar, A., Ji, M., Choi, Y. H., Jung, W., Lee, S. H., Kim, S. J., Lee, G., Suk, H., Kim, H. S., and Min, B. ۲۰۰۸. Removal of nitrate from water by adsorption onto zinc chloride treated activated carbon. Separation Science and Technology. ۴۳: ۸۸۶-۹۰۷.

Bryan, N. S., and van Grinsven, H. (۲۰۱۳). The role of nitrate in human health. Advances in Agronomy. ۱۱۹: ۱۵۳-۱۸۲.

Cengeloglu, Y., Tor, A., Ersoz, M., and Arslan, G. ۲۰۰۶. Removal of nitrate from aqueous solution by using red mud. Separation and Purification Technology ۵۱: ۳۷۴-۳۷۸.

Chatterjee S, and Woo SH, ۲۰۰۹. The removal of nitrate from aqueous solutions by chitosan hydrogel beads. Journal of hazardous materials ۱۶۴: ۱۰۱۲-۱۰۱۸.

Chiang, H.L., Tsai, J.H, Chang, G.H., and Jeng, F.T. ۲۰۰۰. Diffusion of Hydrogen Sulfide and Methyl Mercaptan onto Microporous Alkaline Activated Carbon. Chemosphere. ۴۱: ۱۲۲۷-۱۲۳۲.

Chintala, R., Mollinedo, J., Schumacher, T. E., Papiernik, S. K., Malo, D. D., Clay, D. E., Kumar, S., and Gulbrandson, D. W. ۲۰۱۳. Nitrate sorption and desorption in biochars from fast pyrolysis. Microporous and Mesoporous Materials ۱۷۹: ۲۵۰-۲۵۷.

Cleceri L, Greenberg A, and Eaton A, ۱۹۹۸. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Association, Washington, DC, USA.

Gammoudi S, Frini-Srasra N, and Srasra E, ۲۰۱۲. Nitrate sorption by organosmectites. Engineering Geology ۱۲۴: ۱۱۹-۱۲۹.

Gupta, V., Carrott, P., Ribeiro Carrott, M., and Suhas. ۲۰۰۹. Low-cost adsorbents: growing approach to wastewater treatment—a review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology. ۳۹: ۷۸۳-۸۴۲.

Islam M, and Patel R, ۲۰۱۰. Synthesis and physicochemical characterization of Zn/Al chloride layered double hydroxide and evaluation of its nitrate removal efficiency. Desalination ۲۵۶: ۱۲۰-۱۲۸.
Jaafari, K., Elmaleh, S., Coma, J., and Benkhouja, K. ۲۰۰۴a. Equilibrium and kinetics of nitrate removal by protonated cross-linked chitosan. Water SA. ۲۷: ۹-۱۴.
Katal, R., Baei, M. S., Rahmati, H. T., and Esfandian, H. ۲۰۱۲. Kinetic, isotherm and thermodynamic study of nitrate adsorption from aqueous solution using modified rice husk. Journal of Industrial and Engineering Chemistry ۱۸, ۲۹۵-۳۰۲.
Li, K., and Wang, X. ۲۰۰۹. Adsorptive removal of Pb (II) by activated carbon prepared from Spartina alterniflora: Equilibrium, kinetics and thermodynamics. Bioresource technology. ۱۰۰: ۲۸۱۰-۲۸۱۵.
Loganathan, P., Vigneswaran, S., and Kandasamy, J. ۲۰۱۳. Enhanced removal of nitrate from water using surface modification of adsorbents-A review. J. environmental management. ۱۳۱: ۳۶۳-۳۷۴.
Milmile SN, Pande JV, Karmakar S, Bansiwal A, Chakrabarti T, and Biniwale RB, ۲۰۱۱. Equilibrium isotherm and kinetic modeling of the adsorption of nitrates by anion exchange Indion NSSR resin. Desalination ۲۷۶: ۳۸-۴۴.
Orlando U, Baes A, Nishijima W, and Okada M, ۲۰۰۲a. A new procedure to produce lignocellulosic anion exchangers from agricultural waste materials. Bioresource technology ۸۳: ۱۹۵-۱۹۸.
Ota, K., Amano, Y., Aikawa, M., and Machida, M. ۲۰۱۳. Removal of nitrate ions from water by activated carbons (ACs)—Influence of surface chemistry of ACs and coexisting chloride and sulfate ions. Applied Surface Science. ۲۷۶: ۸۳۸-۸۴۲
ztü rk, N., and Bekta , T. E. l. ۲۰۰۴. Nitrate removal from aqueous solution by adsorption onto various materials. J. hazardous materials. ۱۱۲: ۱۵۵-۱۶۲.
Wu ,F.C., Tseng, R.L., and Juang, R.S. ۲۰۰۱. Kinetic Modeling of Liquid Phase Adsorption of Reactive Dyes and Metal Ions on Chitosan. Water Research. ۳۵: ۶۱۳-۶۱۸.
Zhang, M., Gao, B., Yao, Y., Xue, Y., and Inyang, M. ۲۰۱۲. Synthesis of porous MgO-biochar nanocomposites for removal of phosphate and nitrate from aqueous solutions. Chemical engineering j. ۲۱۰: ۲۶-۳۲.

Abstract

In this study, activated carbon was prepared from Merck Company and biochar was produced from palm fibers at ۷۵۰ ℃ in muffle furnace were used as sorbent for nitrate from aqueous solutions. The sorption of nitrate by batch method is carried out. The sorption of nitrate ion was investigated at various contact time, initial concentrations and temperatures. The optimum conditions of sorption were found be: a sorbent dose of ۰.۵ g in ۲۰ mL of nitrate solution, contact time of ۱۵ min and in neutral pH. In optimum condition, removal efficiency was obtained ۹۲.۹۸% and ۸۲.۰۵% for biochar and activated carbon respectively. The results showed biochar produced at ۷۵۰ ℃ more effective than activated carbon powder to nitrate removal from aqueous solutions.

تاثیر کاربرد نیترات کلسیم بر غلظت برخی عناصر پرمصرف غذایی (نیتروژن، کلسیم و منیزیم) در درختان میوه (سیب، گلابی و گیلاس)

بابک متشرع زاده [۱]، هرمز امیرمکری [۲]، امیر منصور بخردی [۳]
۱- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲- کارشناس مشاور شرکت بینالمللی یارا در ایران و عضو کمیته تدوین استاندارد ۱۳۴۰۳ TC- مدیر عامل شرکت سپاهان رویش

چکیده
عوارض فیزیولوژیک ناشی از کمبود کلسیم در برخی محصولات باغی، همه ساله باعث کاهش عملکرد و افت کیفی این محصولات میگردد. این پژوهش با هدف بررسی تاثیر نیترات کلسیم بر رشد محصولات باغی (سیب رقم گلاب، سیب رقم گرانی اسمیت، گلابی رقم بیروتی، گیلاس رقم تکدانه) در طی آزمایشی دو ساله بررسی گردید. صفات مورد بررسی شامل غلظت عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم و منیزیم بود. تیمارها شامل (شاهد(T۰)، توصیه شرکت یارا (T۱) ، توصیه بر اساس نتایج آزمون خاک(T۲) ، توصیه بر اساس آزمون خاک و محلول پاشی(T۳) در کرج اجرا شد. نتایج نشان داد کاربرد کود نیترات کلسیم سبب افزایش غلظت عناصر غذایی پرمصرف گردید و میزان کلسیم از ۳۹/۰ درصد در سال اول به ۶/۰ درصد در سال دوم افزایش یافت. در مجموع تیمارهای کلسیمی با تامین نیاز گیاه و بهبود انتقال آن، سبب افزایش عملکرد، ارتقای خواص کیفی و غلظت عناصر غذایی پرمصرف گردید.

واژه های کلیدی: کلسیم، عوارض فیزیولوژیک، تعادل عناصر غذایی، درختان میوه

مقدمه
کلسیم یکی از عناصر ضروری و پرمصرف برای رشد گیاهان بوده و در کارکرد های اصلی رشد گیاه و بهبود کیفیت محصول نقش دارد (Marschner, ۱۹۹۵). یکی از مشکلات مهمی که امروزه در کشور ما وجود دارد ضایعات پس از برداشت محصولات کشاورزی بخصوص میوه، سبزیها و استاندارد نبودن کیفیت آنهاست که باعث کاهش ارزش صادراتی و بازاریابی آنها شده است از سوی دیگر کمبود این عنصر سبب بروز عوارض فیزیولوژیک در محصولات مهم باغی و صیفی نیز میگردد. برای حفاظت غشاء سلول در برابر آسیب های ناشی از تنش های مختلف، حضور کلسیم در محیط بیرونی ضروری است (Thomas, ۱۹۹۳). کاربرد کلسیم مقاومت بافت ها را افزایش داده و پیری را به تأخیر می اندازد که این عمل با جلوگیری از تولید اتیلن انجام میشود (کپدویل و همکاران، ۲۰۰۳). از طرفی حمل و نقل میوه هایی که دارای کلسیم زیادی هستند بهتر انجام میگیرد و تحت شرایط مناسب مدت بیشتری قابل نگهداری می باشند (غلامی و کیمیایی طلب، ۱۳۸۰). کاربرد کلسیم پیش از برداشت موجب جلوگیری از نابسامانیهای فیزیولوژیک، تاخیر در رسیدگی و بهبود کیفیت میوه های مختلف از جمله توت فرنگی میگردد (چاپیراسارت و همکاران، ۲۰۰۶؛ چنور و همکاران، ۱۹۹۰؛ مونز و همکاران، ۲۰۰۶). کلسیم اثرات زیادی روی سفتی میوه و مقاومت به پوسیدگی میگذارد ولی کاربرد آن نتایج متفاوتی را بسته به رقم، سرعت و زمان رسیدگی ایجاد می کند (هانکوک، ۱۹۹۹) محلول پاشی برگی توت فرنگی با کلرید کلسیم یک درصد، چند روز پیش از برداشت، موجب جلوگیری از انتشار کپک خاکستری شده و عمر پس از برداشت میوه ها را افزایش داد (شارما، ۲۰۰۲). این تحقیق باغی با هدف بررسی تاثیر روشهای مختلف کاربرد خاکی و تغذیه برگی بر جذب برخی عناصر غذایی پرمصرف (نیتروژن، کلسیم و منیزیم) اجرا گردید.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی تاثیر نیترات کلسیم بر رشد و عملکرد میوه در درختان سیب، گلابی و گیلاس، آزمایشی طراحی شد. این آزمایش در ۲ سال (به منظور حصول اطمینان از نتیجه تحقیق و حذف عوامل و متغیرهای محیطی) اجرا گردید. این آزمایش در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی شامل ۴ تیمار و ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل: شاهد (Control)، T_1: (Yaraتوصیه شرکت بین المللی یارا)- T_2 (توصیه پردیس (Soil Test)- T_3 (Soil Test+Foliar توصیه پردیس به همراه محلول پاشی. تیمارها شامل: : شاهد، T_1: توصیه مصرف نیترات کلسیم توسط شرکت یارا: سیب و گلابی: ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پس از تشکیل میوه و ۱۵۰ کیلوگرم پس از برداشت. گیلاس: ۱۵۰ کیلوگرم پس از تشکیل میوه و ۲۵۰ کیلو گرم پس از برداشت. : مصرف نیترات کلسیم بر اساس نتایج آزمون خاک و نیاز گیاهان: سیب: ۷۵۰ گرم به ازای هر درخت پس از تشکیل میوه و ۳۷۵ گرم پس از برداشت بصورت خاکی. گلابی: ۶۰۰ گرم به ازای هر درخت پس از تشکیل میوه و ۳۵۰ گرم پس از برداشت بصورت خاکی. گیلاس: ۵۰۰ گرم به ازای هر درخت پس از تشکیل میوه و ۴۵۰ گرم پس از برداشت بصورت مصرف خاکی. صفات مورد اندازه گیری: غلظت عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم و منیزیم در میوه بود که به روشهای استاندارد اندازهگیری شد (امامی، ۱۳۷۵). برای اعمال تیمارهای محلول پاشی (تغذیه برگی)

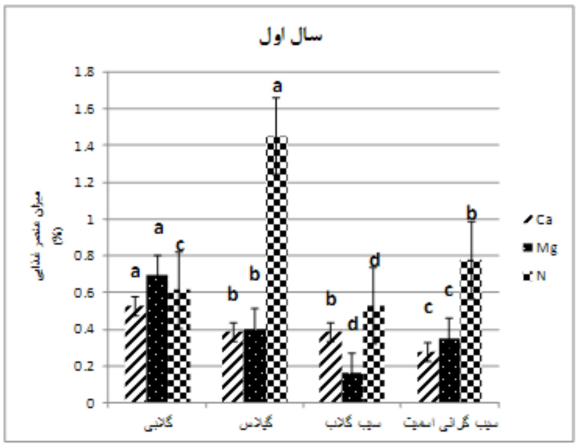
کلسیم، از کود نیترات کلسیم استفاده شد. در مورد تیمارهای توصیه پردیس نیز مقادیر بر اساس نیاز، به ازای هـر درخـت محاسـبه و بشرح ذیل اعمال گردید:

جدول ۱- مقدار مصرف کودها در تیمارهای مختلف باغی

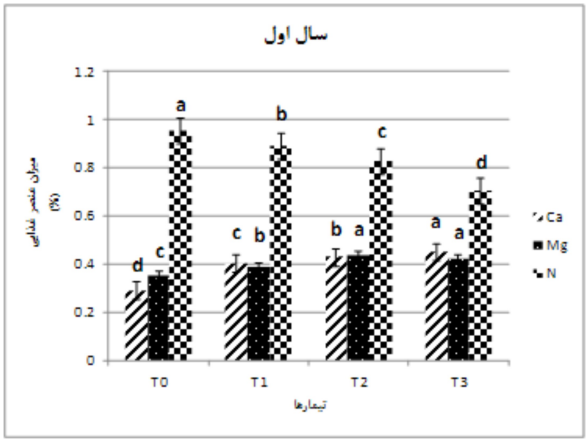
نام محصول باغی	توصیه یارا (گرم به ازای هر درخت)	توصیه پردیس (گرم به ازای هر درخت)
سیب	۵۰۰	۷۵۰
گلابی	۵۰۰	۶۰۰
گیلاس	۴۰۰	۵۰۰

تجزیه و تحلیل دادهها نیز با نرم افزار SAS ۹.۲ و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکـن و در سـطح احتمـال ۵ درصـد (P<۰.۰۵) صورت پذیرفت.

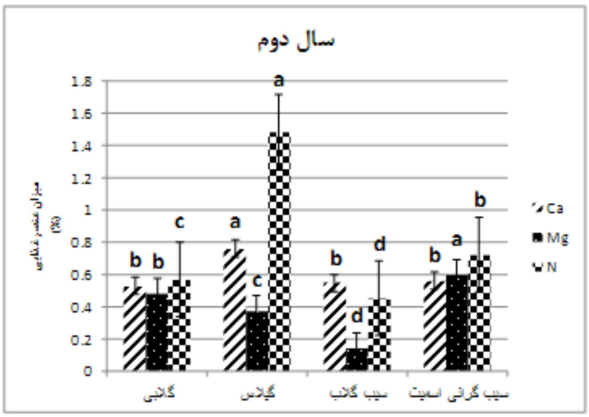
نتایج و بحث



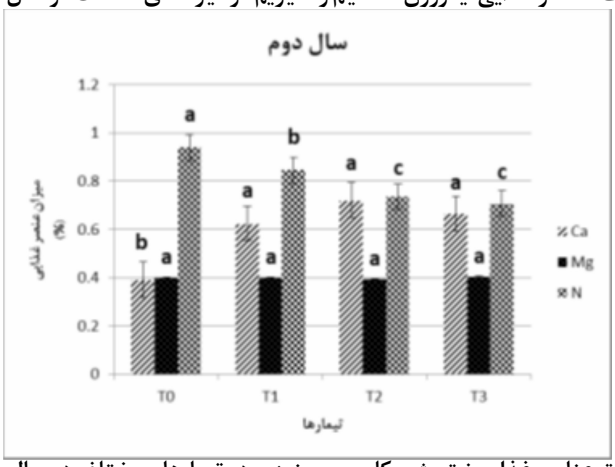
شکل ۱- تغییرات عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم و منیزیم در میوه های مختلف در سال اول اجرای طرح



شکل ۲- تغییرات عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم و منیزیم در تیمارهای مختلف در سال اول اجرای طرح

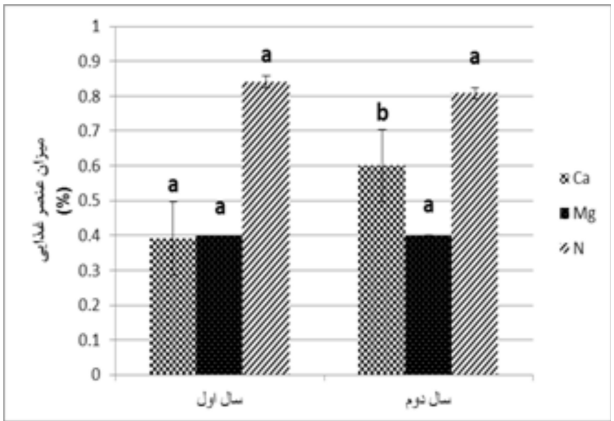


شکل ۳- تغییرات عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم و منیزیم در میوه های مختلف در سال دوم اجرای طرح



شکل ۴- تغییرات عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم و منیزیم در تیمارهای مختلف در سال دوم اجرای طرح

To: شاهد، T۱: توصیه یارا ، T۲ : توصیه پردیس و T۳: توصیه پردیس بهمراه محلول پاشی



شکل ۵- مقایسه درصد عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم و منیزیم در سال اول و دوم اجرای طرح

در میان درختان میوه مورد مطالعه، بیشترین میزان نیتروژن، کلسیم و منیزیم در سال اول اجرای طرح به ترتیب در گیلاس رقم تکدانه، گلابی رقم بیروتی و گلابی رقم بیروتی گزارش شد (شکل ۱). بر این اساس تیمار کاربرد خاکی بهمراه تغذیه برگی (T۳) در بین روشها و مقادیر مصرف، بهترین پاسخ را نشان داد و در اغلب موارد تفاوت آن با سایر تیمارها از نظر آماری معنیدار گردید. بررسی نتایج صفات مورد بررسی در سال دوم اجرای طرح، نتایج جالبی را بیان میکند. بر این اساس، بیشترین میزان کلسیم در بین درختان مورد بررسی، در گیلاس تکدانه، بیشترین منیزیم در سیب رقم گرانیاسمیت و بالاترین درصد نیتروژن نیز در گیلاس رقم تکدانه

گزارش شد (شکل ۳). مقایسه صفات مورد بررسی نظیر غلظت کلسیم، منیزیم و نیتروژن در بین تیمارها نیز حاکی از بهبود شرایط، تنظیم بهینه و افزایش میزان کلسیم، منیزیم و نیتروژن در تیمارهای مصرف نیترات کلسیم نسبت به شاهد به ویژه تیمارهای T۲ و T۳ بود (شکل ۴). در مجموع با تکرار آزمایش در سال دوم، سطح کلسیم در ارقام مختلف افزایش معنیداری نسبت به سال اول نشان داد و از مقدار ۰.۳۹۲ به ۰.۶ افزایش یافت(شکل ۵). در تائید نتایج این تحقیق میتوان به گزارشهای متعدد محققان در تغذیه برگی کلرید کلسیم و نیترات کلسیم اشاره نمود. نتایج تحقیقی نشان داد که انگورهای تیمار شده با کلرید کلسیم ۶/۰ درصد طول عمر انباری بیشتری نسبت به شاهد نشان داد (Wasker, ۱۹۹۴). نتایج پژوهش های بابالار و همکاران (۱۳۷۸) نشان داد که کلرید کلسیم روی صفاتی مانند مواد جامد محلول، کاهش وزن حبه ها، مقدار کلسیم میوه، قهوه ای شدن، ریزش، سفتی و چروکیدگی حبه ها اثر معنیداری داشت. با غوطه ور کردن انگورها در محلول کلیرید کلسیم قبل از نگه داری در انبار، مقدار کلسیم میوه افزایش یافت در حالی که میانگین مقدار کلسیم در تیمار شاهد ۱۱/۰ درصد بود. در تیمارهای ۲ و ۴ درصد کلرید کلسیم این مقدار به ترتیب ۱۴۷/۰ و ۱۳۶/۰ درصد اندازه گیری شد. سوبرامو و نظر در آزمایشی انگورهای موسکات را ۲۰ روز قبل از برداشت با کلرید کلسیم و نیترات کلسیم محلول پاشی کردند. پس از برداشت و نگه داری انگورها در سردخانه، نتایج نشان داد که درصد میوه های سفت، ۸ روز پس از برداشت در تیمارهای $Ca(NO_3)_2$, $CaCl_2$و شاهد به ترتیب ۱/۵۱، ۲/۳۵ و ۳/۱۹ درصد بود.

تقدیر و سپاسگزاری: این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی شمارهٔ ۴۳/م مورخ ۲۱/۳/۱۳۹۰ فیمابین موسسه تحقیقات زیستمحیطی آب و خاک دانشگاه تهران و شرکت سپاهان رویش میباشد که بدینوسیله از شرکت مذکور، تشکر میگردد.

منابع

امامی، ع. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه، نشریه فنی ۹۸۲، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ۱۲۸ ص.

بابالار، م.، و پیرمرادیان، م. ۱۳۸۷. تغذیه درختان میوه، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۴۷۲، تهران. ۳۱۶ ص.

بابالار، م.، دولتی بانه و.شرافتیان، د. ۱۳۷۸. بررسی تاثیر پس از برداشت کلرید کلسیم روی کیفیت انباری دو رقم انگور کشمشی بیدانه و شاهرودی. مجله نهال و بذر. جلد ۱۵. شماره ۱ (۳۱-۴۰)

دولتی، ح و زمردی، ش. ۱۳۸۳. بررسی اثر محلول پاشی کلرور کلسیم بر روی خصوصیات کیفیت و صفات انبارداری دو رقم انگور ریش بابا و قزل ازوم. گزارش نهایی طرح فحقیقاتی . انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و مناقع طبیعی آذربایجان غربی.

غلامی، م و کیمیایی طلب، م. ۱۳۸۰.فیزیولوژی درختان منطقه معتدله. اتشارات دانشگاه بو علی سینا.

Aboot JA. And Conway WS. ۱۹۸۹. Postharvest calcium choloride infiltration affects textural attributes of apples. J. Amer. Hort. Sci. ۱۱۴: ۹۳۲- ۹۳۶.

Ait-Oubahou A., El-Otmani R., Taraf M., Goumari M., Talhi M., Nadori EB., Ezzoubir D. and M. Hanich. ۲۰۰۳. Effect of preharvest foliar spray of K and Ca on the incidence of Fortune mandarin fruit peels pitting in low temperature storage. Proc. Int. Soc. Citriculture. ۴۱۴-۴۱۶.

Capdevilla GD., Maffia LA., Finger FL. and Batista UG: Gray mold severity and vase lif of ros buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. Phytopatology. ۲۰۰۳: ۲۸(۵): ۳۸۰-۳۸۵.

Marschner H, ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. ۲nd Academic Press. Ltd. London. ۸۶۲ pages.

Munos PH., Almenar E., Ocib Mj. and Gavara R. ۲۰۰۶. Effect of calcium dips and chitosan coating on post harvest life of strawberries. Post harvest biology and Technology. ۳۰: ۲۴۷-۲۵۳.

Thomas J. And Drake R, ۱۹۹۳. Effects of pre-harvest calcium spray on apple and pear quality. J Plant Nutr. ۱۶: ۱۸۰۷-۱۸۱۹.

Abstract

Physiological disorders caused by calcium deficiency in some horticultural crops reduce yield and quality every year. This study aimed to investigate the effect of calcium nitrate on some macronutrient concentration (Nitrogen, Calcium and Magnesium) of horticultural crops (apple, Golab variety; apple, Granny Smith; Pear, Beiruti variey, Cherry, Takdaneh varity) during a tow-year experiment. Studied Characteristics included nutrient concentrations of nitrogen, calcium and magnesium. Treatments included control (T۰), advised by Yara Company (T۱), recommendations based on soil test results (T۲), recommendations based on soil test and spray (T۳) in Ziba-Dasht garden, Karaj. The results indicated that Calcium nitrate fertilizer application increased concentrations of macronutrients. Comparison results of Calcium in the first and second year showed that the amount of calcium from ۰.۳۹% in the first year increased to ۰.۶% in the second year. Overall, the use of calcium treatment with supplying plant needs and to improve its delivery, increased performance and concentrations of macronutrients.

اثر اصلاح کننده های آلی بر شکل‌های شیمیایی عناصر سنگین کادمیوم، سرب و روی در یک خاک آلوده

شفق مولایی بیرگانی [۱]، حسین شیرانی [۲]، محسن حمیدپور [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان،۲- دانشیار دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده
هدف از این پژوهش بررسی اثر اصلاح‌کننده‌های آلی (ورمی‌کمپوست، پوست پسته و پوسته میگو) برشکل‌های شیمیایی عناصر کادمیوم، روی و سرب در یک خاک آلوده بود. در این پژوهش اثر اصلاح‌کننده‌های آلی در سه سطح صفر، ۵ و ۱۰ درصد وزنی با سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. گیاهان در شرایط گلخانه به مدت ۲ ماه رشد نمودند. در هر گلدان یک کیلویی تعداد ۴ عدد بذر ذرت کشت گردید. گیاهان پس از ۶۰ روز برداشت شدند و پس از مخلوط نمودن خاک هر گلدان، از خاک گلدان‌ها نمونه‌برداری شد. برای مطالعه شکل‌های شیمیایی مختلف عناصر سنگین از روش سالبو و همکاران (۱۹۹۰) استفاده شد. الگوی توزیع شکل‌های شیمیایی عناصر سنگین مورد مطالعه نشان داد که در تیمارهای آلی کادمیوم و سرب بیشتر به شکل کربناتی (به ترتیب ۱۷/۶۱ و ۵/۴۰ درصد) و روی بیشتر به فرم باقی‌مانده (۶۸/۵۰ درصد) می‌باشد. ورمی‌کمپوست در سطح ۵ درصد وزنی و پوست پسته در هر دو سطح و پوست میگو در سطح ۵ درصد وزنی، غلظت شکل محلول کادمیوم را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. بیشترین غلظت شکل محلول کادمیوم در سطح ۱۰% پوست پسته مشاهده گردید که حدود ۶۰ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. اثر تیمارهای آلی فقط بر تغییرات غلظت شکل محلول سرب معنی‌دار بود. بیشترین غلظت روی محلول مربوط به تیمار ۱۰ درصد وزنی پوست میگو بود. نتایج نشان داد که با کاربرد پوسته پسته و پوسته میگو در هر دو سطح، غلظت شکل تبادلی روی به طور معنی‌داری کاهش یافته است.

کلمات کلیدی: پوست میگو، پوست پسته، ورمی کمپوست

مقدمه
تثبیت شیمیایی فلزات سنگین در خاک‌های آلوده، دربرگیرنده‌ی روش‌هایی است که در طی آن با تبدیل آلاینده‌ها به شکل‌های غیر محلول، غیر متحرک و غیر سمی، پتانسیل خطر آنها کاهش می‌یابد (Sparks, ۲۰۰۳). در تثبیت شیمیایی واکنش شیمیایی بین آلاینده‌ها و مواد افزودنی صورت می‌گیرد. مکانیسم‌های مختلفی برای تثبیت عناصر سنگین در خاک‌های آلوده بکار می‌روند. یکی از این مکانیزم ها، فرآیند جذب است که به‌وسیله‌ی مواد آلی و معدنی صورت می‌گیرد. (Sparks, ۲۰۰۳). به‌علت اهمیت قیمت تمام شده در روش مورد استفاده برای پالایش، امروزه به استفاده از مواد طبیعی مانند بسیاری از انواع زائدات حاصل از محصولات کشاورزی و صنایع غذایی که ظرفیت جذبی خوبی برای فلزات سنگین دارند، روی آورده شده است. ایران یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان و صادرکنندگان پسته در جهان است. تولید پسته در ایران در حدود ۲۰۰۰۰۰ تن در سال برآورد می‌شود. ضایعاتی مانند تفاله‌ی پسته، بسیار ارزان قیمت و حتی رایگان بوده و می‌توانند به‌راحتی مورد استفاده قرار گیرند در روش مبتنی بر جذب، توجه زیادی شده است. در خصوص تأثیر مواد آلی مانند پوسته پسته و پوسته میگو بر تثبیت و تغییر شکل‌های شیمیایی عناصر سنگین در خاک‌های آلوده پژوهش‌های چندانی صورت نگرفته است. بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی اثر ورمی‌کمپوست، پوست پسته و پوسته میگو برشکل‌های شیمیایی عناصر کادمیوم، روی و سرب در یک خاک آلوده بود.

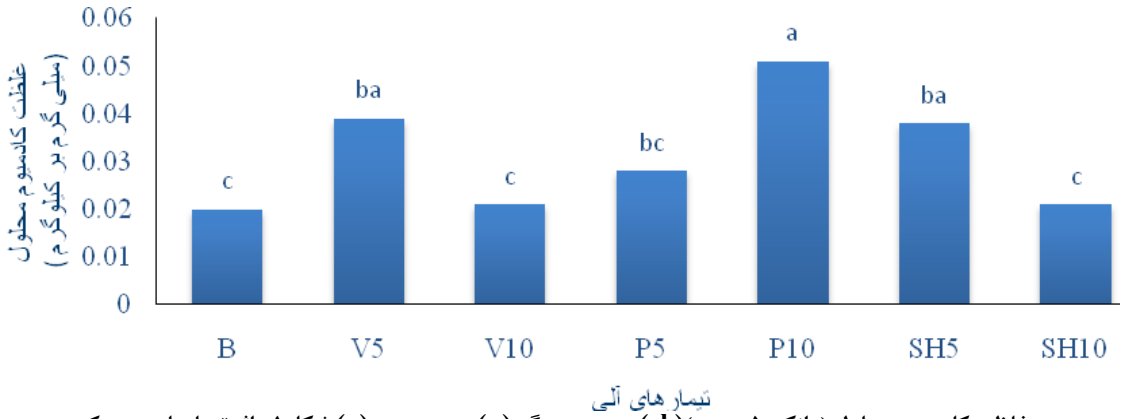
مواد و روش‌ها
ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این پژوهش از شرکت کیان کمپوست شیراز تهیه گردید. یک نمونه خاک با بافت لوم، آلوده به روی از مزارع کشاورزی اطراف کارخانه سرب و روی زنجان تهیه شد. نمونه خاک پس از هوا خشک شدن در گلخانه، از الک دو میلی‌متری عبور داده و به‌منظور تعیین برخی خواص فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه انتقال داده شد. بافت خاك به روش هیدرومتری ، پ‌هاش در خمیراشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاك، کربن آلی به وسیله اکسایش با پتاسیم دی کرومات، کربنات کلسیم معادل به وسیله تیتره کردن با اسید و ظرفیت تبادل کاتیونی خاك با روش جانشین سازی کاتیون‌ها با استات سدیم مولار با پ هاش برابر ۲/۸ اندازه‌گیری گردید (Waterman,۱۹۹۰). غلظت کل روی، کادمیوم و سرب با پس از هضم نمونه خاک با آکورژیا (مخلوط اسیدکلریدریک ۳۷ درصد و اسیدنیتریک ۶۵ درصد با نسبت سه به یك) با دستگاه جذب اتمی GBC Avanta) ساخت استرالیا) اندازه‌گیری شد (Waterman,۱۹۹۰).

این آزمایش در گلخانه با سه تیمار پوست پسته، پوست میگو و ورمی‌کمپوست در سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ گرم در کیلوگرم خاک یا (صفر، ۵ و ۱۰ درصد وزنی) با ۳ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد.. در هر گلدان یک کیلویی (حاوی خاک آلوده و اصلاح کننده آلی) تعداد ۴ عدد بذر ذرت (هیبرید سینگل گراس ۷۰۴) کشت گردید. گیاهان پس از ۶۰ روز برداشت شدند و پس از مخلوط نمودن خاک هر گلدان، از خاک گلدان‌ها نمونه‌برداری شد. برای مطالعه شکل‌های شیمیایی مختلف عناصر سنگین از روش سالبو و همکاران (۱۹۹۸) استفاده شد.

نتایج و بحث

کادمیوم

به‌طورکلی، الگوی توزیع شکل‌های کادمیوم خاک به ترتیب زیر است:
شکل کربناتی (۱۷/۶۱ درصد) > شکل آلی (۰۳/۱۶ درصد). >شکل پیوند شده با اکسیدهای آهن و منگنز (۰۸/۱۲ درصد)> شکل محلول و تبادلی (۲۶/۶ درصد) شکل باقی‌مانده (۶۲/۳ درصد).
به‌دلیل آهکی بودن خاک مورد مطالعه، غلظت شکل کربناتی بیش از سایر شکل‌ها است. کادمیوم در شکل باقی‌مانده برخلاف سایر عناصر دیگر، غلظت کمتری را دارا بود که می‌تواند به دلیل حلالیت بالای این عنصر باشد. عباس‌پور و گلچین (۲۰۱۲)، نیز گزارش کردند که شکل کربناته، شکل اصلی کادمیوم در خاک آلوده تثبیت‌شده به‌وسیله‌ی ورمی‌کمپوست بود.
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای آلی بر تغییرات غلظت شکل محلول معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر کاربرد تیمارهای آلی بر غلظت شکل محلول کادمیوم در شکل ۱ نشان داده‌شده است. ورمی‌کمپوست در سطح ۵ درصد وزنی و پوست پسته در هر دو سطح و پوست میگو در سطح ۵ درصد وزنی، غلظت شکل محلول کادمیوم را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. بیشترین غلظت شکل محلول کادمیوم در سطح ۱۰% پوست پسته مشاهده گردید که حدود ۶۰ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. افزایش غلظت شکل محلول کادمیوم ممکن است به‌دلیل تشکیل کمپلکس‌های محلول با کربن آلی محلول و جذب سطحی کادمیوم توسط گروه‌های عامل این اصلاح‌کننده‌ها باشد. در بین شکل‌های شیمیایی عناصر سنگین در خاک، شکل محلول تعیین‌کننده‌ی خطر واقعی زیست‌محیطی آن‌ها است؛ بنابراین برای ارزیابی اثر اصلاح‌کننده‌ها در تثبیت عناصر سنگین در خاک، میزان عنصر در این بخش مورداستفاده قرار می‌گیرد (Zhang and Pu , ۲۰۱۱).



برغلظت کادمیوم محلول (دانکن ۵ درصد)(sh) و پوست میگو (p) پوستپسته ،(v) شکل ۱- اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست

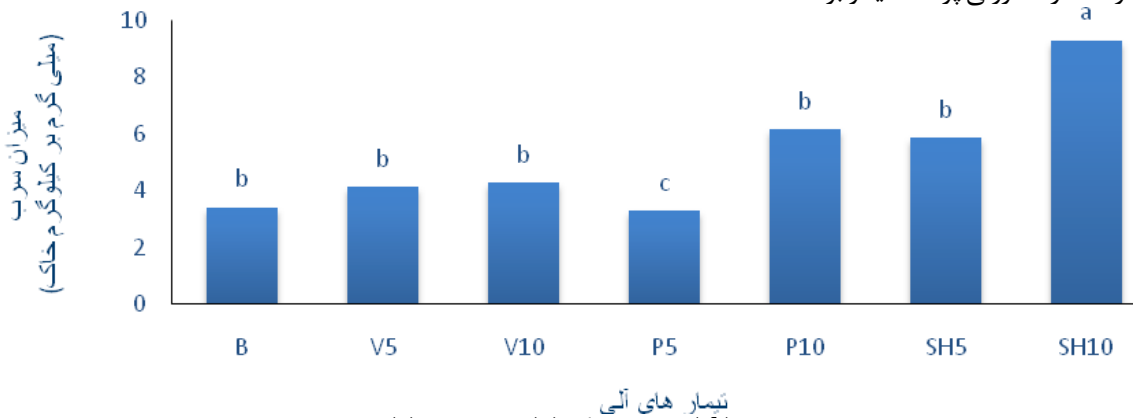
غلظت سایر شکل‌های شیمیایی این عنصر، تحت تأثیر کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی قرار نگرفت. برخلاف انتظار، افزودن ورمی‌کمپوست و پوسته پسته بر شکل کادمیوم پیوند شده با ماده‌ی آلی(OM-Cd) تأثیر معنی‌داری نداشت. عباس‌پور و گلچین (۲۰۱۲) نیز با انکوباسیون یک خاک آلوده به عناصر سنگین به مدت ۶ ماه، چنین نتیجه‌ای را گزارش کردند. اکبری (۱۳۹۲) نیز گزارش کرد که کاربرد ورمی‌کمپوست اثر معنی‌داری بر کادمیوم پیوند شده با ماده‌ی آلی ندارد.

سرب

به‌طورکلی الگوی توزیع شکل‌های شیمیایی سرب در این خاک آلوده به ترتیب زیر است:
شکل کربناتی (۵۱/۴۰ درصد) > شکل آلی (۸۳/۱۶ درصد) > شکل باقی‌مانده (۸۱/۱۵ درصد) شکل محلول و تبادلی (۳۱/۱۵ درصد). > شکل پیوند شده با اکسیدهای آهن و منگنز (۰۶/۱۱ درصد).

غالب بودن شکل کربناتی سرب به آهکی بودن خاک مربوط می‌شود. رحمانی و یحیی‌آبادی (۱۳۸۰) نیز غالب بودن شکل کربناتی سرب را در شرایط آلودگی شدید خاک، گزارش کردند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای آلی فقط بر تغییرات غلظت شکل محلول سرب معنی‌دار بود و غلظت سایر شکل‌های شیمیایی این عنصر، ازنظر آماری تحت تأثیر کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی قرار نگرفت. بیشترین غلظت روی محلول مربوط به تیمار ۱۰ درصد وزنی پوست میگو بود.



بر شکل محلول سرب (دانکن ۵ درصد) (sh) و پوست میگو (p) پوستپسته ،(v) شکل۲- اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست

روی

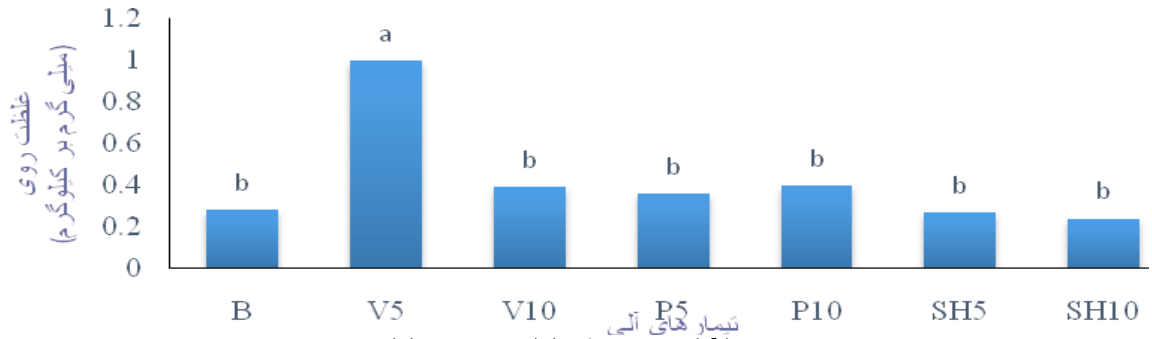
به‌طورکلی الگوی توزیع شکل‌های روی در این خاک آلوده به ترتیب زیر است:

شکل باقی‌مانده (۶۸/۵۰ درصد) >شکل کربناتی (۶۳/۳۸ درصد) > شکل آلی (۳۰/۵ درصد) > شکل محلول و تبادلی (۳۲/۳ درصد)> شکل پیوند شده با اکسیدهای آهن و منگنز (۹۹/۱ درصد).

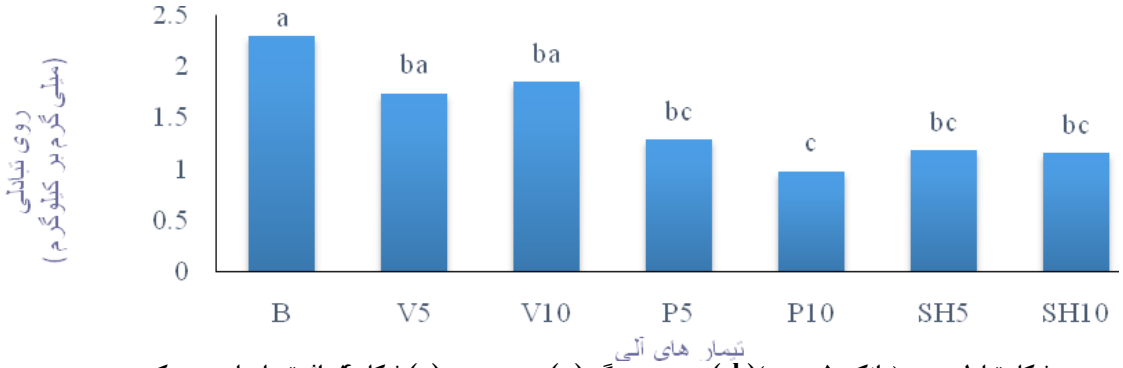
برخلاف دو عنصر کادمیوم و سرب که فراوان‌ترین غلظت را در شکل کربناتی داشتند، بیشترین غلظت روی در شکل باقی‌مانده قرار دارد و شکل کربناتی ازنظر فراوانی در رتبه دوم دیده می‌شود. گونه‌بندی و شکل‌های شیمیایی عناصر سنگین در خاک به نوع عنصر، غلظت عنصر، نوع خاک و شرایط شیمیایی خاک بستگی دارد (Sparks, ۲۰۰۳).با توجه به‌این‌که غلظت کل روی در خاک مورد بررسی بسیار بیشتر از غلظت کادمیوم و سرب بود، انتظار می‌رود بخش بیشتری از آن به‌صورت ساختاری وارد فازهای جامد خاک شده باشد. آچیپا و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند که ۸۰ درصد روی در یک خاک تیمار شده با کمپوست، به‌صورت شکل باقی‌مانده بود.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرتیمارهای آلی بر تغییرات غلظت شکل محلول و تبادلیروی معنی‌دار بود.شکل ۳، نشان دادکه تمامی تیمارها،اثر معنی‌داریدر سطح ۱% بر شکل محلول روی داشتند. بیشترین شکل روی محلول، مربوط به ورمی‌کمپوست در سطح ۵% است که ۷۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. اثر سایر تیمارها معنی‌دار نبود.

شکل ۴، نشانمی‌دهد که با کاربرد پوسته پسته و پوسته میگو در هر دو سطح، غلظت شکل تبادلی روی به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. میزان کاهش غلظت شکل تبادلی روی در سطح ۵ درصد پوسته میگو، حدود ۴۹ درصد و در سطح ۱۰% آن، ۴۸ درصد نسبت به شاهد بود. کاهش شکل تبادلی با کاربرد این تیمارها، ممکن است به‌دلیل تشکیل کمپلکس‌های سطحی درون-کره‌ای با گروه‌های عامل مواد آلی باشد. مواد هیومیک به دلیل داشتن گروه‌های عامل $-NH_2$، OH-وCOOH- عناصر سنگین را به‌صورت کووالانسی جذب سطحی می‌کنند (Sparks, ۲۰۰۳).

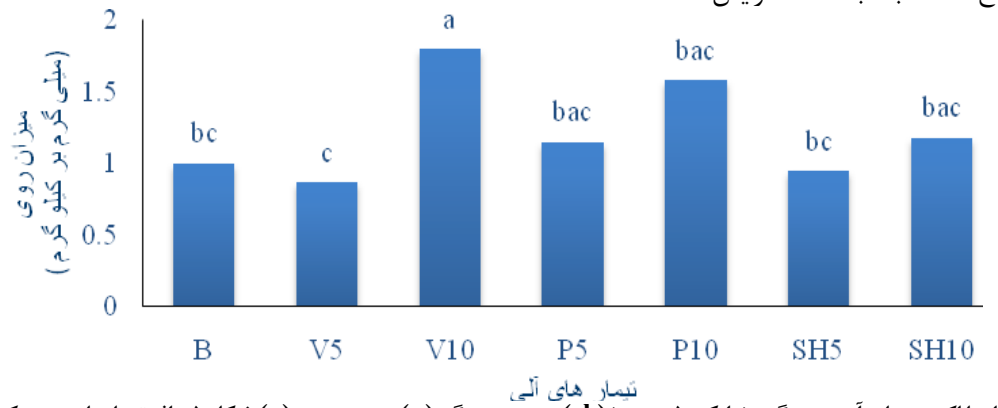


بر شکل محلول روی (دانکن ۵ درصد)(sh) و پوست میگو (p) پوستپسته ،(v) شکل ۳- اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست



بر شکل تبادلی روی (دانکن ۵ درصد)(sh) و پوست میگو (p) پوستپسته ،(v) شکل ۴- اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای آلی بر تغییرات غلظت روی همراه با اکسیدهای آهن و منگنز معنی‌دار است.در تمامی تیمارها، سطوح ۵% مقدار روی همراه با اکسیدها را تحت تاثیر قرار نداد ولی سطوح ۱۰% آن را افزایش داده‌اند(شکل ۵). بیشترین افزایش روی همراه با اکسیدهای آهن و منگنز مربوط به ورمی‌کمپوست در سطح ۱۰% است که تقریبا دو برابر در سطح ۱% نسبت به شاهد افزایش داشته است.



بر روی همراه با اکسیدهای آهن و منگنز (دانکن ۵ درصد)(sh) و پوست میگو (p) پوستپسته ،(v) شکل ۵- اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست

جدول تجزیه واریانس داده‌های تیمارهای آلی نشان داد که اثر تیمارهای آلی بر روی شکل باقی‌مانده‌ی روی معنی‌دار بوده است. اگرچه اثر هیچ‌کدام از تیمارها نسبت بهتیمار شاهد معنی‌دار نبود، اما اینااثر در بین برخی تیمارها معنی‌دار بود. کمترین مقدار روی باقی‌مانده مربوط به تیمار پوست پسته بود که ۳ درصدمیزان روی را کاهش داد. بین دو سطح پوست پسته تفاوت معنی‌داری مشاهده شد(شکل ۶).



بر روی باقیمانده (دانکن ۵ درصد)(sh) و پوست میگو (p) پوستپسته ،(v) شکل۶- اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست

منابع

اکبری باصری، ل. ۱۳۹۲. تأثیر زئولیت و ورمی کمپوست بر جذب روی، کادمیوم وسرب توسط گیاه ذرت در یک خاک آلوده. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.

Abbaspour, A. and Golchin, A. ۲۰۱۱. Immobilization of heavy metals in a contaminated soil in Iran using di-ammonium phosphate, vermicompost and zeolite. Environmental Earth Sciences, ۶۳: ۹۳۵-۹۴۳.

Achiba, W. B., Gabteni, N., Lakhdar, A., Laing, G. D., Verloo, M., Jedidi, N. and Gallali,T. ۲۰۰۹. Effects of ۵-year application of municipal solid waste compost on the distribution and mobility of heavy metals in a Tunisian calcareous soil. Agriculture Ecosystems and Environment, ۱۳۰: ۱۵۶-۱۶۳.

Salbu B., Krekling T., and Oughton D.H. ۱۹۹۸. Characterization of radioactive particles in the environment Analyst, ۱۲۳:۸۴۳-۸۴۹.

Sparks, D. L. ۲۰۰۳. *Environmental soil chemistry*. Academic Press. San Diego.

Zhang, M. and Pu, J. ۲۰۱۱. Mineral materials as feasible amendments to stabilize heavy metals in polluted urban soils. Journal of Environmental Sciences, ۲۳: ۶۰۷-۶۱۵.

Abstract

The objective of this study was to investigate the effects of application of pistachio kernel, shrimp shell and vermicompost on Cd, Pb and Zn redistribution in a contaminated soil. A polluted soil was put in polyethylene pots and mixed well vermicompost,pistachio kernel and shrimp shell at the rate of ۰, ۵۰ and ۱۰۰ g $kg^{-۱}$ soil. After incubation for ۴۵ days, five seeds of corn were sown in each pot.After germination the seedlings were thinned to ۳ per pot. Plants were grown for ۲ months under control conditions. Chemical fractionations of Zn,Pb and Cd in soils collected after the pot trial were investigated using the procedure of Salbu *et al*. (۱۹۹۸). The application of all amendments significantly decreased concentration of Zn in exchangeable fraction as compared to the control soil. Application of all the amendmentsincreased concentration of water soluble form ofCd. Water soluble form of Pb was increased in shrimp shell treated soil.

اثر سطوح مختلف شوری و روی بر جذب عناصر غذایی (کلسیم، منیزیم، فسفر، آهن و منگنز) در گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط گلخانه‌ای

حسین صفری‌زرگانی [۱]، حبیب‌اله نادیان [۲]، نفیسه رنگ زن [۳]، محمدرضا مرادی تلاوت [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه رامین خوزستان، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه رامین خوزستان، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه رامین خوزستان، ۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه رامین خوزستان

چکیده
در این آزمایش واکنش رقم کلزا (هایولا ۴۰۱) به چهار سطح شوری (۱، ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) و سه سطح روی (صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار بررسی شد. نتایج نشان داد افزایش شوری سبب کاهش میزان فسفر، آهن، منگنز و افزایش کلسیم و منیزیم در برگ گیاه کلزا گردید. کاربرد سطوح کفایت روی (۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) موجب افزایش به‌ترتیب ۹۵/۴۰ و ۸۸/۳۶ درصد غلظت آهن و منگنز برگ گردید ولی سطوح زیاد بود روی (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به کاهش به‌ترتیب ۳۷/۱۷، ۶۳/۲۰ و ۲۵/۴۳ درصد غلظت آهن، منگنز و فسفر برگ و افزایش به‌ترتیب ۰۳/۳۱ و ۹۱/۱۲ درصد غلظت کلسیم و منیزیم برگ منجر گردید. کاهش جذب فسفر، آهن و منگنز در برگ می‌تواند به دلیل برهمکنش منفی روی با فسفر، آهن و منگنز باشد. همچنین افزایش غلظت روی احتمالا می‌تواند اثر منفی کلرید سدیم را در گیاه تخفیف دهد و از این طریق باعث جذب بیشتر سایر عناصر غذایی در شرایط تنش شوری گردد. کاربرد کود روی در سطوح مختلف شوری بر میزان عناصر فسفر ($P<$۱%)، آهن و منگنز ($P<$۵%) در برگ معنی‌دار بود.

واژه های کلیدی: شوری، روی، جذب عناصر غذایی، کلزا

مقدمه
تنش‌های محیطی از جمله عواملی هستند که ما را در استفاده از حداکثر پتانسیل آب، خاك و گیاه در جهت حداکثر تولید محدود می‌کنند. تنش شوری به عنوان عمده‌ترین عامل محدود کننده‌ی رشد و تولید در مناطق خشك و نیمه‌خشك جهان مطرح است (Ashraf, ۲۰۰۹). شوری از طریق کاهش پتانسیل اسمزی محلول، برهم خوردن تعادل عناصر غذایی و ایجاد سمیت باعث اختلال در رشد گیاه می‌شود و عملکرد را کاهش می‌دهد. کلزا یکی از اعضاء خانواده *Brassicaceae* و یکی از مهم‌ترین منابع روغن گیاهی در جهان می‌باشد. کلزا به لحاظ مقاومت به شوری در گروه گیاهان نسبتا مقاوم قرار می‌گیرد (Mass and Hoffman., ۱۹۷۷). مخمد و همکاران (۲۰۰۶) عقیده دارند که مقاومت به شوری در گیاه کلزا مرتبط با توانایی آن در تجمع Cl^- و Na^+ در واکوئل یاخته‌های اندام‌هوایی می‌باشد. همچنین اشرف و مک‌نیلی (۲۰۰۴) در مطالعات خود بر روی کلزا به این نتیجه رسیدند که واریته‌های متحمل به شوری در هنگام مواجه با شوری دارای غلظت سدیم و کلر کمتر و بالعکس غلظت پتاسیم، منیزیم و کلسیم بیشتر در بخش هوایی خود بودند. همانطور که عنوان شد، شوری باعث کاهش عملکرد و رشد گیاهان زراعی می‌گردد. یکی از راهکارهای کاهش افت عملکرد محصولات زراعی در شرایط تنش شوری مدیریت تغذیه گیاه، از جمله استفاده از عناصر کم‌مصرف به ویژه عنصر روی است. کمبود روی یک معضل تغذیه‌ای جهانی برای تولید گیاهان زراعی است. کمبود این عنصر به ویژه در گیاهان رشد یافته در خاك‌های آهکی گسترش زیادی دارد (ثواقبی فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۸۲). گزارش شده است که مصرف کودهای روی برای انسجام غشاء سلولی ریشه ضروری بوده و سبب می‌گردد تا از جذب زیاد فسفر توسط ریشه‌ها و یا انتقال آن از ریشه به اندام‌هوایی گیاه جلوگیری گردد (Welch et al., ۱۹۸۲). از این‌رو افزایش غلظت خارجی روی احتمالا می‌تواند اثر منفی کلرید سدیم را با محدود نمودن جذب سدیم و کلر و یا انتقال آن در گیاه تخفیف دهد (Alpaslan et al., ۱۹۹۹). پژوهش‌های زیادی بیانگر تأثیر افزایشی عنصر روی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی تحت تنش شوری می‌باشد (کشاورز و ملکوتی، ۱۳۸۴؛ کرملاچعب و قرینه، ۱۳۹۲). لذا با توجه به شور بودن آب و خاک در خوزستان و اهمیت کشت این گیاه زراعی، این تحقیق به منظور بررسی اثر سولفات‌روی بر جذب عناصر غذایی اندام‌هوایی کلزا در شرایط شوری کلرید سدیم انجام شد.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری و روی بر جذب عناصر غذایی (کلسیم، منیزیم، فسفر، آهن و منگنز) در اندام‌هوایی کلزا، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در شهر ملاثانی (۳۶ کیلومتری شهر اهواز) در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ انجام شد. ابعاد آماری طرح عبارت بودند از چهار سطح شوری آب آبیاری (۱، ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس

بر متر) و سه سطح روی از منبع سولفات‌روی (صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک) که به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای مربوط به روی، با خاک گلدان‌ها قبل از کاشت به خوبی مخلوط شدند. در هر گلدان ۱۰ عدد بذر کلزا (رقم Hyola ۴۰۱) در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری سطح خاک کاشته شد. تا زمان اعمال تیمارهای تنش شوری، آبیاری با آب شهری برای تمام گلدان‌ها انجام گرفت. اولین نوبت آبیاری بعد از اتمام کشت و به میزان ۷۰۰ میلی‌لیتر به گلدان‌ها داده شد. لازم به ذکر است که دوره آبیاری هر ۳ روز یکبار به میزان ۷۰۰ میلی‌لیتر قبل از آبشویی و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در زمان آبشویی (آبشویی گلدان‌ها همزمان با آغاز تنش شوری انجام شد) انجام پذیرفت. پس از اینکه گیاه به مرحله ۳ تا ۴ برگی رسید، گیاهان را به گونه‌ای که در تمام سطح گلدان یک اندازه باشند به ۶ گیاه تنک کرده و پس از گذشت هفته چهارم از کاشت، تنش شوری اعمال شد. آبیاری با آب با شوری کم و سپس تا سرحد شوری مورد نظر برای تمام گلدان‌ها به جز تیمار شاهد انجام گرفت تا گیاهچه‌ها مورد شوک شدید شوری قرار نگیرند. آزمایش تا ۲ ماه پس از جوانه زدن گیاه ادامه یافت. در طی این مدت نیاز آبشویی ۲۵ درصد اعمال شد. در هنگام برداشت، قسمت هوایی گیاه کلزا از سطح خاک کف بر شده و به آزمایشگاه منتقل شد. با توزین آن وزن تر گیاه به‌دست آمد. سپس نمونه‌های گیاهی با آب مقطر شستشو، بخش هوایی گیاهان تیمارهای مختلف به صورت جداگانه در پاکت‌های کاغذی قرار داده و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت در آون تهویه‌دار خشک شدند. نمونه‌های خشک گیاه ابتدا آسیاب شده و پس از سوختن کامل در کوره (به مدت ۲ ساعت) با حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد، استخراج یون‌ها با استفاده از اسید کلریدریک ۲ نرمال با روش خاکسترگیری خشک (Dry ashing) و تهیه محلول‌های حاوی یون‌ها انجام گرفت. سپس عناصر کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با استفاده از محلول ورسین، عنصر فسفر با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر و عناصر آهن و منگنز نیز با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردیدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین مربوط به اثر سطوح تیمارها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱% مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی واریانس بر صفات مورد اندازه‌گیری، در جدول ۱ آمده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از تفاوت معنی‌دار بین سطوح شوری، سطوح روی و اثر متقابل شوری و روی (به‌جزء کلسیم و منیزیم) بر صفات مورد اندازه‌گیری بود. اثر متقابل شوری و روی بر صفات مورد اندازه‌گیری در شکل‌های ۱ تا ۵ آمده است. نتایج نشان داد که با افزایش شوری میزان کلسیم و منیزیم برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. با افزایش شوری از سطح شاهد (E۱) به سطح E۴، به‌ترتیب میزان منیزیم و کلسیم برگ حدود ۰۱/۲۸ و ۲۹/۷۱ درصد افزایش پیدا کرد. این افزایش، می‌تواند عامل مقاومت کلزا به شوری محسوب گردد. افزایش کلسیم و منیزیم در اثر تنش شوری در اندام‌هوایی گیاه کلزا توسط محققین متعددی گزارش شده است (اطلسی‌پاک و همکاران، ۱۳۹۱؛ عظیمی‌گندمانی و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار میزان فسفر، آهن و منگنز برگ کلزا گردید. افزایش شوری از سطح شاهد به سطح E۴، به‌ترتیب موجب کاهش ۶۲/۹۷، ۹۸/۹۱ و ۴/۷۴ درصدی فسفر، آهن و منگنز برگ شد. بررسی‌ها نشان داده است که در شرایط شور، کاهش جذب عناصر کم‌مصرف ناشی از جذب بیشتر عناصری چون کلسیم، منیزیم و سدیم است (اطلسی‌پاک و همکاران، ۱۳۹۱).

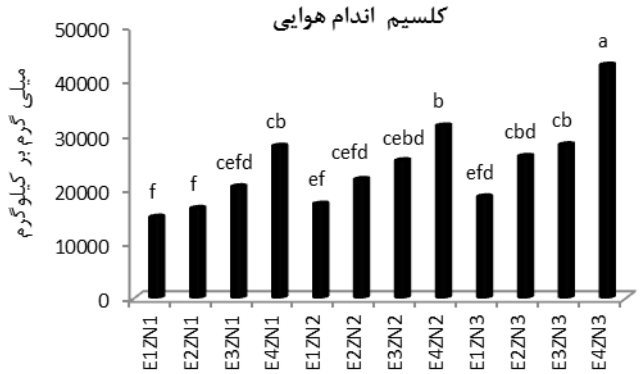
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد مطالعه بر جذب عناصر کلسیم، منیزیم، فسفر، آهن و منگنز در برگ کلزا

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS) عناصر غذایی				
		Ca ($mg.kg^{-1}$)	Mg ($mg.kg^{-1}$)	P ($mg.kg^{-1}$)	Fe ($mg.kg^{-1}$)	Mn ($mg.kg^{-1}$)
تکرار	۲	۱۵۴۸۴۴۴۴ ns	۵۱۶۷۰۰۰۰ *	۹۹/۶۴۵ *	۷۳/۶۳۵۲ ns	۲۵/۴۹۰ ns
سطوح شوری	۳	۴۸۰۰۰۰۰۰ **	۱۰۲۹۳۶۳۶۰۰ **	۰۰/۲۵۰۲۸ **	۸۴/۱۴۸۶۵۸ **	۴/۳۰۰۰۳ **
روی	۲	۲۴۳۷۵۱۱۱۱ **	۶۴۹۵۶۴۹۳۳ **	۷۵/۵۲۸۴ **	۷۴/۸۶۳۰۴ **	۹۴/۳۴۹۷۵ **
سطوح شوری × روی	۶	۲۱۱۰۲۲۲۲ ns	۲۹۶۳۹۹۵۶ ns	۳۴/۵۵۲ **	۳۱/۱۴۲۷۶ *	۶/۸۶۰ *
خطای آزمایشی	۲۲	۱۰۶۷۴۷۴۷	۱۲۶۲۶۵۰۹	۱۲/۸۴	۷۳/۲۹۴۲	۰۵/۲۱۸

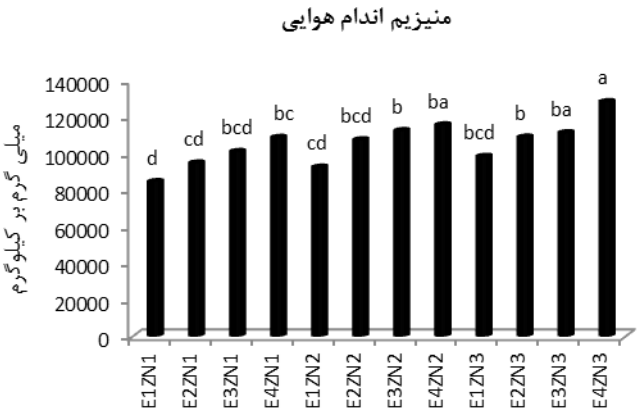
** و * و ns به‌ترتیب معنیداری در سطح ۱%، معنیداری در سطح ۵% و عدم وجود اختلاف معنیدار

در تیمار مربوط به روی (Zn)، مشاهده شد با افزایش روی میزان کلسیم و منیزیم برگ به‌ترتیب ۴۵ و ۸۲/۱۴ درصد افزایش یافت. افزایش غلظت روی احتمالا می‌تواند اثر منفی کلرید سدیم را با محدود نمودن جذب سدیم و کلر و یا انتقال آن در گیاه تخفیف دهد و از این طریق باعث جذب بیشتر سایر عناصر غذایی در شرایط تنش شوری گردد (کرملاچعب و قرینه، ۱۳۹۲). نتایج نشان داد که غلظت روی قابل جذب خاک، اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بر جذب فسفر بخش هوایی گیاه کلزا دارد. به‌طوریکه با کاربرد ۵۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک، جذب فسفر بخش هوایی به‌طور معنی‌دار و به مقدار ۲۳/۷۶ درصد نسبت به شاهد کاهش داشت.

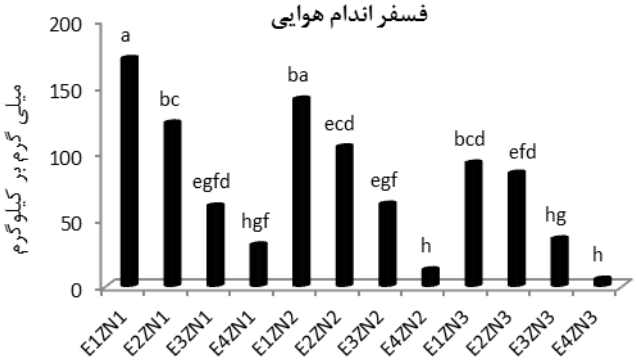
این نتایج، گزارش عسگری‌لجایر و همکاران (۱۳۹۳) مبنی بر وجود رابطه ناسازگاری بین فسفر و روی را تأیید می‌نماید. همچنین نتایج نشان داد با افزایش غلظت روی در خاك، در سطح دوم روی (۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب آهن و منگنز در برگ به‌ترتیب به میزان ۳۷/۶۹ و ۴۴/۵۸ درصد افزایش ولی در سطح سوم (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب این عناصر به‌ترتیب به میزان ۰۳/۲۱ و ۹۹/۲۵ درصد کاهش یافت. کاهش جذب آهن و منگنز در برگ با افزایش روی، می‌تواند ناشی از رقابت بین این عناصر در فرایند انتقال از ریشه به اندام هوایی باشد (عسگری‌لجایر و همکاران، ۱۳۹۳). گزارش‌های متعددی نیز در مورد برهمکنش منفی Zn - Fe وجود دارد. حمزه‌پور و همکاران (۱۳۸۹) با مطالعه روابط روی و آهن، به این نتیجه رسیدند که مصرف هر یك از این دو عنصر، جذب عنصر دیگر را پایین می‌آورد. از آنجا که عناصر روی و منگنز توسط ناقل‌های مشابهی جذب و انتقال می‌یابند، تحت شرایط زیادی روی، تجمع منگنز در بخش هوایی کاهش می‌یابد (Adiloglu., ۲۰۰۶).



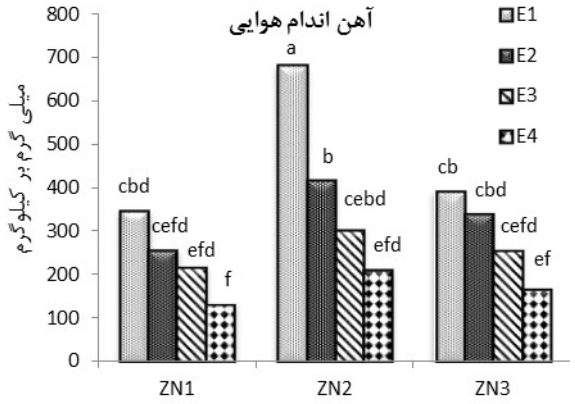
شکل ۱. اثر متقابل شوری و روی بر جذب کلسیم برگ (میلی‌گرم در کیلوگرم)



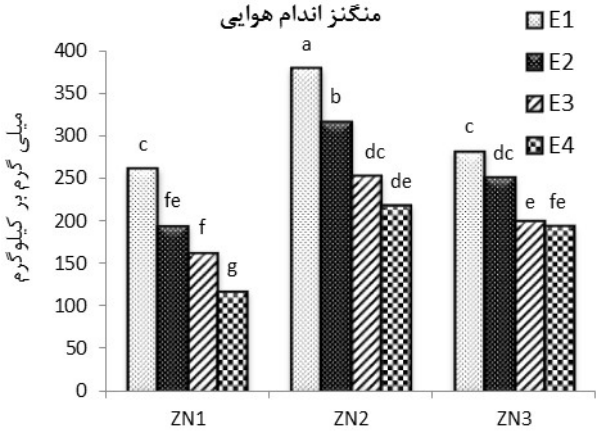
شکل ۲. اثر متقابل شوری و روی بر جذب منیزیم برگ (میلی‌گرم در کیلوگرم)



شکل ۳. اثر متقابل شوری و روی بر جذب فسفر برگ (میلی‌گرم در کیلوگرم)



شکل ۴. اثر متقابل شوری و روی بر جذب آهن برگ (میلی‌گرم در کیلوگرم)



شکل ۵. اثر متقابل شوری و روی بر جذب منگنز برگ (میلی‌گرم در کیلوگرم)

به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که برهمکنش منفی بین روی، آهن و منگنز در سطوح بالاتر کاربرد روی (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اتفاق افتاده است، لذا در مزارع تحت کشت کلزا که دارای مشکل شوری و کمبود روی هستند باید این مسئله را در نظر گرفت که استفاده از این عنصر در سطوح بالا صورت نگیرد. کرملاچعب و قرینه (۱۳۹۲) گزارش کردند که مصرف روی در شرایط تنش شوری با کاهش سمیت سدیم و کلر سبب بهبود جذب عناصر غذایی در گیاهان زراعی می‌گردد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

منابع

ثواقبی فیروزآبادی، غ. ملکوتی، م. و معزاردلان، م. ۱۳۸۲. اثر سولفات‌روی و غلظت روی بذر بر پاسخ‌های گیاه گندم در خاک آهکی. علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۴. شماره ۲. صفحه‌های ۴۷۱ تا ۴۸۲.

کرملاچعب، ع. و قرینه، م. ۱۳۹۲. تأثیر عنصر روی بر رشد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی ذرت دانه‌ای در شرایط تنش شوری ناشی از کلرید سدیم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱۱، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۴۵۳ تا ۴۴۶.

کشاورز، پ. و ملکوتی، م. ۱۳۸۴. اثر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی گندم. مجله‌ی علوم خاک و آب، جلد ۱۹، شماره‌ی ۱.

عظیمی‌گندمانی، م. فرجی، ه. دهداری، ا. موحدی‌دهنوی، م. و نقی‌زاده، ع.، ۱۳۸۷. ارزیابی تأثیر تنش شوری بر تجمع املاح و عملکرد کمی و کیفی ارقام بهاره‌ی کلزا. مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. جلد ۱. شماره ۱. صفحه‌های ۲۷ تا ۳۷.

اطلسی‌پاک، و. نبی‌پور، م. و مسکرباشی‌م. ۱۳۹۱. تأثیر تنش شوری بر رشد، تعادل یونی و اثرات متقابل یون‌ها در ارقام حساس و مقاوم کلزا (*Brassica napus* L.). فناوری تولیدات گیاهی. جلد ۱۲. شماره ۲.

عسگری‌لجایر، ح. متشرع‌زاده، ب. ثواقبی‌فیروزآبادی، غ. و هادیان، ج.، ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد مس و روی برغلظت و جذب عناصر غذایی کم‌مصرف (مس، روی، آهن و منگنز) و پرمصرف (فسفر) در گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) در شرایط گلخانه‌ای. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال پنجم. شماره ۱۹.

حمزه‌پور، ن و همکاران. ۱۳۸۹. برهمکنش عناصر روی، آهن و منگنز در اندام‌های مختلف گندم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). الف. جلد ۲۴. شماره ۱.

Ashraf M. and T. McNeilly. ۲۰۰۴. Salinity tolerance in Brassica oilseeds. Critical Review of Plant Science. ۱۷۴-۱۵۷:(۲)۲۳.

Adiloglu S. ۲۰۰۶ .The effect of increasing nitrogen and zinc doses on the iron, copper and manganese contents of maize plant in calcareous and zinc deficient soils. Asian J. Plant Sci. ۵:۵۰۴-۵۰۷.

Alpaslan M, Inal A, Gunes A, Gikili Y and Ozcan, H, ۱۹۹۹ Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury in tomato (Lycopersicum esculentum (L.) Mill. CV. Lale) grown under salinity. J. Bot. ۲۳: ۱-۶.

Ashraf M. ۲۰۰۹. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers.of Biotechnology Advances. ۲۷:۸۴-۹۳.

Mass E. V. and Hoffman G. J. ۱۹۷۷. Crop salt tolerance-Current assessment. U.S salinity laboratory. Agricultural Research Service. U.S Department of Agriculture. Riverside. California. ۱۰۳(۲): ۱۱۵-۱۳۴.

Mokhamed A. M., Raldugina G. N., Kholodova V. P. and Kuznetsov Vl. V. ۲۰۰۶. Osmolyte accumulation in different rape genotypes under sodium chloride salinity. Russian Journal of Plant Physiology, ۵۳(۵): ۶۴۹-۶۵۵.

Welch R.M., Webb M.J. and Lonegaran J.F. ۱۹۸۲. Zinc in membrane function and its role in phosphorus toxicity. In: Proc. ۹th International Plant Nutrition.Coll. Ed.A Scaife A.pp. ۷۱۰-۷۱۵.

Abstract

The greenhouse pot experiment was conducted to investigate the effect of salinity (in four levels i.e. ۱, ۴, ۷ and ۱۰ dS/m) and zinc concentration (in three levels i.e. ۰, ۲۵ and ۵۰ mg per kg of soil) on canola in factorial randomized complete block design with three replications. Results showed that increase in salinity can reduce the amount of phosphorus, iron, manganese and increase calcium and magnesium in the canola leaves. Application of zinc in adequate level (۲۵ mg/kg) increase iron and manganese content by ۴۰.۹۵ and ۳۶.۸۸ percent respectively; but zinc application in high concentration (۵۰ ppm) reduced iron, manganese and phosphorus content in leaves by ۱۷.۳۷, ۲۰.۳۶ and ۴۳.۲۵ and increased calcium and magnesium by ۳۱.۰۳ and ۱۲.۹۱ respectively. This is due to antagonisms relationship between zinc and phosphorus iron and manganese. Also, increases in zinc concentration probably can reduce the negative effect of sodium chloride on plant and thereby increases the other nutrients uptake in high salinity condition. The effect of zinc application on phosphorus (P<۱%), iron and manganese (P<۵%) content in plant leaves in different levels of salinity was statistically significant.

تأثیر سطوح مختلف فسفر بر صفات کمی گیاه نیشکر در مزارع بازرویی چهارم

محمد نظری [۱]، عبدالغفور احمدپور داشلی برون [۲]، علی قاطعی [۲]، احمد کوچک زاده [۲]
۱- کارشناس ارشد زراعت کشت و صنعت امام خمینی، ۲- کارشناس ارشد خاکشناسی کشت و صنعت امام خمینی ۳- عضو هیأت علمی دانشگاه رامین ملاثانی

چکیده
نیشکر گیاهی چندساله است که با قدمت بیش از پنجاه سال در خوزستان کشت می‌شود. کودهای فسفره فقط در سال اول و در هنگام کشت به گیاه نیشکر داده می شود و تا کشت بعدی که در حدود ۴ تا ۶ سال طول می‌کشد هیچ کود فسفره‌ای به این گیاه داده نمی‌شود. به همین علت به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کود فسفره بر روی اجزای عملکرد کمی محصول نیشکر در سنین بالاتر تیمارهای ۰ ، ۸/۳۶، ۶/۷۳ و ۴/۱۱۰ گیلوگرم P_2O_5 از منبع کود سوپر فسفات تریپل داده شد. نتایج آزمایش نشان دهنده تأثیر مثبت معنی دار بر روی صفات کمی نیشکر از قبیل ارتفاع ساقه، عملکرد ساقه و طول میانگره بود. سایر صفات کمی از قبیل تعداد ساقه قابل آسیاب، قطر میانگره وسط و تعداد میانگره اختلاف معنی داری در بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید.
واژه های کلیدی: نیشکر، کودهای فسفره، صفات کمی، عملکرد ساقه

مقدمه
تأمین عناصر غذایی، بعد از نیازهای آبی محصول، بیشترین اثر را بر روی عمل‌کرد محصول دارد. در عصری که فشارهای اقتصادی و اجتماعی برای نگه‌داری و حفظ محیط زیست روند فزاینده‌ای دارد، توجه به کوددهی مؤثر و کنترل‌شده بسیار مهم است. درك اساسی از تغذیه گیاه نیشکر برای مدیران مزرعه و متخصصین کشاورزی در جهت اطمینان از برقراری توازن صحیح بین نیاز غذایی محصول، ظرفیت خاك برای تأمین عناصر غذایی و مدیریت کود ازنظر مقدار، جایگذاری و زمان کوددهی، بدون به خطر انداختن حاصل‌خیزی خاك و سایر اجزای محیط زیست، بسیار مهم است (مایر و همکاران[۲۷]، ۱۳۹۲) .
نیشکر(*Saccharum officinarum* L.) ، گیاهی است که دارای رشد فوق‌العاده با مسیر فتوسنتزی C_4 است. در بیشتر کشورها چرخه‌ی تولید نیشکر معمولاً بین ۵ تا ۶ سال طول می‌کشد، که در طول این مدت ۴ تا ۵ بار برداشت می‌شود، (مایر و همکاران، ۱۳۹۲).
کاهش عملکرد به بسیاری از عوامل در سطح مزرعه نسبت داده شده است، ازجمله آن می توان به کاهش سطح مواد غذایی خاک به‌ویژه فسفر اشاره کرد که مواد غذایی مهم و مورد نیاز برای افزایش عملکرد، کیفیت ، تولید بالاتر و پایداری رشد نیشکر هستند.
نیشکر به‌صورت متمرکز در بعضی از اراضی مناطق استان خوزستان با قدمت بیش از پنجاه سال کشت می‌گردد. چندساله و تک‌کشتی بودن زراعت این گیاه در استان خوزستان باعث تخلیه عناصر غذایی خاك، ازجمله فسفر می‌شود. به‌طورکلی فسفر قابل‌استفاده خاک در کشت متمرکز سریعاً به مصرف رسیده و مقدار آن در خاک کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی افزودن کودهای فسفاتی، جهت نیل به عملکرد بالا ضرورت می‌یابد.
فسفر از عناصر اصلی موردنیاز گیاه بوده و نیز مهم‌ترین عنصر در تولید محصول است. فسفر در کلیه فرایندهای بیوشیمیایی، ترکیبات انرژی‌زا و سازوکارهای انتقال انرژی دخالت دارد. در ضمن، فسفر جزئی از پروتئین سلول بوده و به‌عنوان بخشی از پروتئین هسته، غشای سلولی و اسیدهای نوکلئیك نقش ویژه‌ای دارد. کمبود فسفر، فعل‌وانفعالات سوخت‌وساز، نظیر تبدیل قند به نشاسته را متوقف می‌سازد (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳).
بازرویی یعنی گیاه نیشکر و برخی محصولات خاص، پس از بریده شدن در زمان برداشت، بدون آن‌که مجدداً کشت گردند می‌توانند گیاهی تازه را به وجود بیاورند. عملیات داشت مزارع بازرویی نیشکر ادامه پیدا می کند تا این که محصولی جدید از آن برداشت شود.
ازآنجاکه به‌طورمعمول در مزارع نیشکر، فسفر موردنیاز گیاه فقط یک‌بار در سال، آن‌هم قبل از کشت به خاک اضافه می‌گردد. به نظر می‌رسد از بازرویی چهارم به بعد (سال پنجم به بعد) نیاز گیاه به فسفر تأمین نمی‌گردد و همچنین کود نیتروژن از فروردین و اردیبهشت ماه در اختیار گیاه قرار داده می‌شود و تا قبل از آن گیاه تغذیه نمی‌شود، لذا در این پژوهش اثر تأمین فسفر گیاه نیشکر در سن بازرویی چهارم بررسی شد.
احمدپور داشلی‌برون (۱۳۸۳) نشان داد که به طور کلی جذب سطحی فسفر در خاک به شدت تحت تاثیر درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی و تا حدی میزان فسفر قابل جذب خاک بود. معمولاً محصول بازرویی نیشکر به طور متوسط در مقایسه با محصول کشت جدید، واکنش بیشتری به مصرف فسفر نشان می‌دهد.
با توجه به موارد مذکوراهداف این طرح عبارتند از:

[۲۷] - Meyer et al.

۱. تعیین مناسب‌ترین مقدار کود فسفره موردنیاز برای مزارع بازرویی سال چهارم نیشکر در خوزستان.
۲. بررسی تأثیر عملکرد کمی نیشکر.
۳. بررسی امکان حفظ مزارع بازرویی چهارم نیشکر از طریق تأمین فسفر مورد نیاز.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیرکاربرد سطوح مختلف فسفر و نیتروژن شروع کنندهٔ رشد بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه نیشکر رقم Cp۶۹-۱۰۶۲ در مزارع بازرویی چهارم (راتون چهار) آزمایش مزرعه‌ای یک ساله طراحی و اجرا گردید.

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه نیشکر SC۱۱-۱۸ کشت و صنعت نیشکر امام خمینی(ره) که درحدود ۴۰ کیلومتری جنوب شوشتر و ۵۰ کیلومتری شمال اهواز در استان نیشکر خیز خوزستان اجرا شد. این منطقه با توجه به آمار هواشناسی در اقلیم خشک و نیمه خشک طبقه‌بندی می‌شود. متوسط بارندگی سالیانه ۳/۲۶۸ میلی متر، متوسط درجه حرارت سالیانه هوا ۹/۲۴ درجه سانتیگراد می‌باشد.

آزمایش به صورت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور فسفر نیز از منبع کود سوپرفسفات تریپل در ۴ سطح صفر، ۸/۳۶، ۶/۷۳ و ۴/۱۱۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار و به نام‌های (P۰)، (P۱)، (P۲) و (P۳)، عرضه شد.

صفات کمی نیشکر شامل تعداد ساقه قابل آسیاب، ارتفاع ساقه، تعداد میانگره، طول میانگره وسط، قطر میانگره وسط و وزن ساقه قابل آسیاب در هکتار اندازه گیری گردید. کلیه محاسبات آماری و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد. در نهایت جهت رسم منحنی‌ها و نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

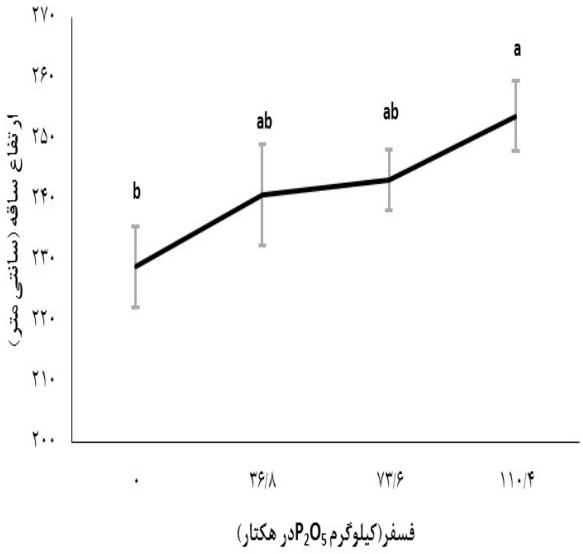
نتایج این پژوهش نشان داد که ارتفاع ساقه نیشکر و طول میانگره وسط در سطح ۵ درصد و عمکرد ساقه قابل آسیاب در سطح یک درصد به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف فسفر قرار گرفت ولی بقیه صفات کمی از قبیل تعداد میانگره، قطر میانگره وسط و تعداد ساقه قابل آسیاب اختلاف معنی داری نداشتند(جدول ۱).

جدول ۱ - خلاصه تجزیه واریانس صفات مربوط به خصوصیات صفات کمی

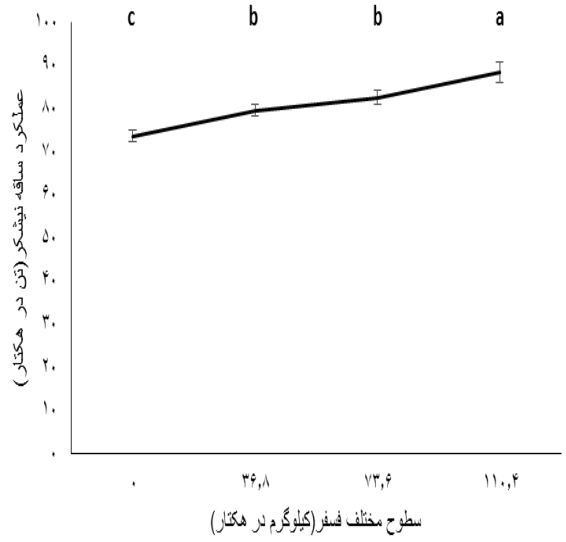
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع ساقه	تعداد میانگره	طول میانگره وسط	قطر میانگره وسط	تعداد ساقه قابل آسیاب	عملکرد ساقه
بلوک	۲	۲۵۰/۱۲۶۵*	۵۰۱/۱ ns	۴۲۵/۴ ns	۰۰۴/۰ ns	۷/۱۲۵۷۳۷۸۰۴ ns	۸۶۱/۴۶ ns
فسفر (P)	۳	۴۳۵/۹۳۱*	۴۴۵/۰ ns	۳۳۶/۵*	۰۰۷/۰ ns	۹/۵۰۷۲۶۹۹۳ ns	۴۴۱/۳۴۰**
اشتباه آزمایشی	۶	۰۹۸/۳۰۹	۱۹۹/۱	۶۴۷/۱	۰۰۹/۰	۱۲۹۷۱۹۲۱۲	۸۳۸/۱۹
ضریب تغییرات	-	۲۷/۷	۰۷/۶	۹۳/۹	۱۵/۵	۷۴/۷	۴۹/۵

ns غیر معنی‌دار * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

شکل های ۱ و ۲ به ترتیب مربوط به مقایسه میانگین ارتفاع ساقه و عملکرد ساقه نیشکر می باشند و نشان می دهند که بیشترین مقدار صفات مربوط به بالاترین سطح فسفر و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد(فسفر صفر) بود.



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف فسفر بر ارتفاع ساقه شکل



تأثیر سطوح مختلف فسفر بر عملکرد ساقه نیشکر -۲

در این آزمایش روند افزایش عملکرد صفات کمی با افزایش سطوح فسفر به صورت نرمال بود. یعنی کلیه صفات با افزایش سطوح فسفر مصرفی افزایش نشان داد.

امولو و آبایو[۲۸] (۲۰۱۱) گزارش دادند که کاربرد سطوح فسفر به طور قابل توجهی تعداد پنجه، تعداد ساقه قابل آسیاب، ارتفاع بوته و عملکرد نیشکر را افزایش می هد.

کمبود فسفر باعث کاهش رشد ریشه و کاهش پنجه‌زنی, کوتاهی میان‌گره‌ها در نیشکر خواهد شد. چون قسمت عمده‌ی فسفر موجود در میانگره‌های نیشکر در حالت معدنی، کاملاً متحرک هستند، لذا غلظت فسفر ساقه خیلی حساس به کمبود فسفر در خاک است. (صادق‌زاده‌حمایتی و همکاران، ۱۳۹۰).

[۲۸] - Omollo and Abayo

افزایش عملکرد نیشکر بر اثر مصرف کود فسفاته به تعداد بیشتر پنجه‌های حاصل از هر جوانه و ارتفاع ساقه‌های قابل آسیاب نسبت داده می‌شود (صادق‌زاده‌حمایتی و همکاران، ۱۳۹۰). ماتین و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که افزایش فسفر خاک، عملکرد نی را افزایش داد.

کاربرد سطوح فسفر، رشد ریشه، تحریک پنجه‌زنی، رشد نی، تعداد ساقه قابل آسیاب، و در نتیجه عملکرد نیشکر را تحت تاثیر قرار داد (بوختیار و ساکورای، ۲۰۰۳).

این مطالعه نشان داد که عکس‌العمل گیاه نیشکر به فسفر در بازرویی چهارم معنی‌دار شد. عملکرد نی و شکر در تیمار ۴/۱۱۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار حداکثر بود و به ترتیب برابر ۵/۸۸ تن در هکتار و ۲/۹۸۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. که با سایر تیمارهای فسفر معنی‌دار بود. با توجه به سنگین و پرهزینه بودن عملیات‌هایی که برای آیش کردن مزارع نیشکر و بازسازی آن از طریق تهیه زمین و کشت جدید آن صورت می‌گیرد، می‌توان گفت که با تغذیه مزارع نیشکر بازرویی بعد از برداشت و هنگام عملیات بازرویی (راتونینگ) می‌توان افزایش عملکردی در حد اقتصادی، بدون صرف آن هزینه‌های سنگین را انتظار داشت. در هر صورت نتایج به دست آمده در این آزمایش آشکار ساخت که نگه‌داری و حفظ مزارع بازرویی نیشکر از طریق تغذیه عناصر غذایی، خصوصا فسفر، که به دلیل کاهش عملکرد کمی و کیفی، هر ساله کنار گذاشته می‌شوند، می‌تواند مقرون به صرفه باشد.

منابع

احمدپور داشلی‌برون، ع. ۱۳۸۳. بررسی ویژگی‌های جذب سطحی فسفر و برآورد اشباعی فسفر در برخی خاک‌های تحت کشت نیشکر در منطقه شعیبیه استان خوزستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز.

صادق‌زاده حمایتی، س.، ح. حمدی، د. فتح‌اله طالقانی و ح. آمیلی. ۱۳۹۰. سند ملی راهبردی تحقیقات نیشکر. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند/ موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان/ انتشارات روان شناسی و هنر.

مایر، ج.، پ، رین، ترنر. پ و ماتیاس، ك. ۱۳۹۲.مدیریت بهینه در صنعت نیشکر، جلد اول. مترجمان: حمیدرضا بهروان، اسکندر زند و فرح شفیعی بافتی. انتشارات کردگار. اهواز.

ملکوتی، م. ج و م. همایی. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاکها و کودها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

Bokhtiar. S. M. and K. Sakurai. ۲۰۰۳. Sugarcane Response to Soil Phosphorus Better Crops International Vol. ۱۷, No. ۱, May ۲۰۰۳. Pp۲۰-۲۵

Matin, M.a., Oya, K., Shinjo. T., and Horiguchi. T. ۱۹۹۵. Yield and quality of sugarcane as affected by phoshphate application on soils of various phosphorus levels.ID No.۱۸۹۳. Session ۱۰. Soil Fertility. ۸۶-۸۷.

Omollo, J. O. and G. O. Abayo. ۲۰۱۱. Effect of phosphorus sources and rates on sugarcane yield and quality in Kibos, Nyando Zone. Innovationsas key to the Green Revolution in Africa. Springer. Pp۵۳۳ -۵۳۷.

Abstract

Sugar cane is a perennial plant that grows in Khuzestan, dating back more than fifty years. Phosphorus fertilizer is given in the first year when sugarcane is cultivated and is not given until next planted about ۴ to ۶ years. For this reason, in order to investigate the effect of different levels of phosphorus in milk yield components of sugarcane production in the older treatments ۰, ۳۶.۸, ۷۳.۶ and ۱۱۰.۴ kg P۲O۵ from triple superphosphate fertilizer was given. The results showed a significant positive effect on quantitative traits such as sugar cane plant height, yield and length of the peduncle. Other quantitative traits such as number of stems to ground, center and diameter Internode significant differences were not observed between the different treatments.

اثر محلول‌پاشی سولفات نیکل و اوره بر برخی پارامترهای رویشی دانهال‌های دو رقم پسته

زینب سلیمانی [۱]، مجید اسمعیلی‌زاده [۲]، حمیدرضا روستا [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان ۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان و ۳- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان

چکیده
به‌منظور بررسی اثر مقادیر مختلف سولفات نیکل و اوره بر پارامترهای رشدی دانهال‌های پسته رقم قزوینی و بادامی ریز زرند، پژوهشی بصورت فاکتوریل با دو فاکتور، سولفات نیکل در سه سطح ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و اوره در دو سطح ۰ و ۲گرم بر لیتر، ۶ تیمار و ۴ تکرار در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی سولفات نیکل و اوره به طور معنی داری وزن تر و خشک شاخساره و ریشه دانهال‌های پسته را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: اوره،پسته، سولفات نیکل، محلول‌پاشی

مقدمه
اوره رایج‌ترین شکل کود نیتروژنی می‌باشد. دلایل کاربرد زیاد کود اوره درکشاورزی شامل هزینه کم،کاربردآسان ومحتوای بالای نیتروژن آن میباشد (Mobly and Hausinger, ۱۹۸۹).اما نیتروژن موجود دراوره برای گیاهان غیرقابل استفاده می‌باشد،مگراینکه به وسیله آن زیم اوره‌آزهیدرولیزشود وتبدیل به فرم قابل استفاده نیتروژن یعنی یون آمونیوم (NH۴+)ودیاکسید کربنگردد(Gerendes and Sattelmacher, ۱۹۹۹).بانی نسبو همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که محلول‌پاشی با اوره به طور معنی داری غلظت نیتروژن در برگ، شاخه سال جاری و جوانه، مقدار فتوسنتز، مقدار کلروفیل و سطح برگ در پسته را افزایش داد.افزایش نیتروژن برگ ها با محلول‌پاشی اوره روی آن‌ها، سبب افزایش مقدار فتوسنتز، ترکیبات فتوسنتزی و پروتئین‌های موجود در گیاه می‌شود در نتیجه جوانه‌های گل مواد آلی بیشتری را دریافت می کنند. بنابراین تجمع مواد آلی درآن‌ها بالا رفته، رشد ونمو بهتری را داشته و وزن خشک آنها افزایش می‌یابد. نیکل هم اکنون به عنوان يك عنصرضروری بسیارکم نیازشناخته شده است (Marschner, ۱۹۹۵).نیکل یکی ازاجزای اصلی آنزیم اوره‌آزمی‌باشد(Polacco and Holland, ۱۹۹۴). بنابراین نیکل مي‌توانددميزان و فعالیت آنزیم اوره‌آزرادربافت‌های گیاهان افزایش دهد و کارآیی مصرف نیتروژن به شکل اوره رابهبودبخشد . بعداز کشف نیکل به عنوان يك جزءاصلی اوره‌آز،پژوهشگران بسیاری(Witte et al., ۲۰۰۲)آثارمثبت کاربرد نیکل بررشد،عملکردوافزایش جوانه زنی رانشان دادند.محققان مشاهده کردندکه حضورنیکل درمحلول غذایی کشت گوجه فرنگی،سبب افزایش رشدگیاهانی شدکه تنهامنبع نیتروژن آن‌ها تغذیه برگی اوره بود(Nicoulaud and Bloom, ۱۹۹۸). مزایای افزودن نیکل به محلول غذایی حاوی اوره نیزبه اثبات رسیدهاست(Khan et al., ۱۹۹۷). این محققین اثبات کردندکه کاربرد ۰۵/۰ میلی گرم نیکل درلیتر محلول غذایی حاوی ۲۰% نیتروژن ازمنبع اوره و ۸۰% ازمنبع نیترات شرایط بهینه‌ای جهت رشداسفناج درمحیط آبکشت فراهمکرد.باتوجه به اثبات ضرورت نیکل درگونه‌های متنوع گیاهی (Wood and Nyczepir, ۲۰۰۴) وافزایش کاربرد اوره به عنوان منبع نیتروژن،شناخت ویژگی‌های شیمیایی وزیستی نیکل وتأثیرآن برپتانسیل تولید محصولات کشاورزی تغذیه شده بااوره اهمیت ویژه‌ای دارد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی برهم‌کنش اثر نیکل و اوره بر عملکرد ورشداندام های پسته در شرایط گلخانه اجرا شد.

مواد و روش‌ها
این پژوهش در گلخانه‌های دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان اجرا شد. در این آزمایش بذور پسته ارقام بادامی ریز و قزوینی تهیه و در محیط کشت که حاوی ترکیبی از خاک و ماسه بودند کشت شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی به اجرا درآمد. فاکتورها شامل ۲ سطح اوره (صفر و ۲ گرم بر لیتر) و ۳ سطحنیکل به فرم سولفات نیکل (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)در ۴ تکرار بودند.در این پژوهش محلول‌پاشی با اوره و سولفات نیکل طی سه مرحله و به‌فاصله دو هفته از یکدیگر پس از گذشت حدود دو ماه از زمان جوانه‌زنی بذور یعنی زمانی که دانهال‌ها ۱۰ برگی شدند، انجام شد. پس از پایان آزمایش یعنی ۲۵ روز پس از محلول‌پاشی سوم بوته‌ها برداشت شدند. پس از برداشت،شاخسارهوریشه گیاه ازیکدیگرجداشده ووزن‌ترآن‌هایادداشت شد. پس از اندازه‌گیری وزن تر،نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سلسیوس درخشک‌کن قرار گرفته و وزن خشک شاخساره و ریشه نیز محاسبه شد.تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SASصورت گرفت و میانگین‌ها با آزمون LSDمورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهم‌کنش سولفات نیکل و اوره بر وزن‌ترو وزن خشک برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. به‌طوری که بیشترین میزان وزن‌تر و خشک برگ با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سولفات نیکل و ۲ گرم بر لیتر اوره به‌دست آمد و کمترین میزان وزن‌تر و خشک برگ متعلق به شاهد بود (جدول ۱).

جدول ۱- اثر متقابل اوره و سولفات نیکل بر وزن‌تر و خشک برگ دانهال‌های پستهارقام قزوینی و بادامی ریز

اوره (gL^{-1})	سولفات نیکل (mgL^{-1})	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)
۰	۰	۰۴۰/۴^{d}	۳۰۵/۱^{c}
	۱۵۰	۴۰۰/۵^{b}	۴۱۹/۱^{bc}
	۳۰۰	۸۹۰/۴^{c}	۳۶۲/۱^{c}
۲	۰	۶۱۹/۵^{b}	۴۱۰/۱^{bc}
	۱۵۰	۶۷۸/۶^{a}	۶۸۹/۱^{a}
	۳۰۰	۹۰۱/۵^{b}	۵۱۲/۱^{b}

نتایج واریانس حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد که تاثیر اوره بر وزن‌تر و خشک ساقه دانهال‌های پسته در سطح یک درصد معنی‌دار بود به‌طوری که اوره وزن‌تر ساقه را نسبت به شاهد افزایش داد. هم‌چنین نتایج نشان داد که اوره بر وزن خشک ریشه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

جدول۲- اثر اوره بر وزن‌تر ساقه و وزن خشک ساقه و ریشه دانهال‌های پسته ارقام قزوینی و بادامی ریز

اوره (gL^{-1})	وزن‌تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)
۰	۶۲۳/۳^{b}	۹۲۵/۱^{b}	۳۶۱/۶^{a}
۲	۳۹۷/۴^{a}	۲۷۶/۲^{a}	۶۷۴/۶^{a}

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده شد که اثر سولفات نیکل بر وزن‌تر ساقه دانهال‌های پسته در سطح یک درصد معنی‌دار بود به‌طوری که سولفات نیکل وزن‌تر ساقه را نسبت به شاهد افزایش داد. هم‌چنین اثر سولفات نیکل بر وزن خشک ساقه و ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار بود به‌گونه‌ای که بیشترین میزان وزن خشک متعلق به غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر نیکل بود، اما اختلاف معنی‌داری بین دو غلظت ۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیکل بر وزن ساقه و ریشه مشاهده نشد. (جدول ۲).

جدول۲- اثر سولفات نیکل بر وزن‌تر ساقه و وزن خشک ساقه و ریشه دانهال‌های پسته ارقام قزوینی و بادامی ریز

سولفات نیکل (mgL^{-1})	وزن‌تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)
۰	۷۲۴/۳^{c}	۹۴۴/۱^{b}	۳/۶^{b}
۱۵۰	۳۷۳/۴^{a}	۳۰۲/۲^{a}	۷۸۸/۶^{a}
۳۰۰	۹۳۳/۳^{b}	۰۵۶/۲^{b}	۴۶۵/۶^{ab}

نتایج نشان داد که اثر متقابل ۳ عامل تغذیه برگی نیکل، اوره و رقم بر وزن‌تر ریشه معنی‌دار بود. به‌گونه‌ای که بیشترین میزان وزن‌تر ریشه با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سولفات نیکل و ۲ گرم بر لیتر اوره در رقم قزوینی به‌دست آمد و کمترین میزان آن متعلق به شاهد بود (جدول ۳).

جدول۳- اثر بر هم‌کنش رقم، اوره و سولفات نیکل بر وزن‌تر ریشه دانهال‌های پسته ارقام قزوینی و بادامی ریز

رقم	سولفات نیکل (mgL^{-1})	اوره (gL^{-1})	وزن تر ریشه (g)
قزوینی	۰	۰	۱۶۰/۹^{de}
	۱۵۰		۴۵۵/۱۰^{bc}
	۳۰۰		۴۰۵/۱۰^{bc}
	۰	۲	۶۸۳/۱۰^{bc}
	۱۵۰		۲۱۰/۱۳^{a}
	۳۰۰		۴۵۵/۱۱^{b}
بادامی	۰	۰	۱۳۸/۸^{e}
	۱۵۰		۲۸۲/۱۱^{b}
	۳۰۰		۵۳۷/۱۰^{bc}
	۰	۲	۰۱۳/۱۰^{cd}
	۱۵۰		۴۰۷۵/۱۱^{b}
	۳۰۰		۲۶۲/۱۱^{b}

تاثیر مثبت تغذیه نیکل بر افزایش عملکرد بسیاری از گیاهان نظیر گوجه‌فرنگی (Nicoulaud and Bloom, ۱۹۹۸)، گندم، لوبیا (Roach and Barclay, ۱۹۴۶) گزارش شده است. نیکل به عنوان یکی از عناصر ضروری کم‌مصرف، در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه مانند سنتز پروتئین‌ها نقش دارد. بنابراین یکی از دلایل افزایش عملکرد گیاهان تیمار شده با نیکل می‌تواند ناشی از نقش مستقیم این عنصر در تحریک رشد گیاه باشد (Singhet et al., ۲۰۱۱). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج مطالعات دیگر پژوهشگران هم‌خوانی دارد. در این ارتباط پژوهشگران نشان دادند که افزودن ۰/۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیکل به محلول غذایی، صرف نظر از منبع نیتروژن، سبب افزایش عملکرد وزن خشک ریشه ذرت شد(Gheibi et al., ۲۰۱۱). با بررسی تاثیر سطوح مختلف نیکل بر رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی گزارش شده است که کاربرد ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم نیکل در کیلوگرم یک خاک آهکی سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه و شاخساره گیاه شد(Gad et al., ۲۰۰۷).پژوهشگران بیان کرده‌اند که رابطه مستقیمی بین افزایش نیتروژن با میزان رشد در گیاه وجود دارد (Hao et al., ۲۰۰۷)بنابراین با توجه به نقش مهم نیتروژن در رشد و نمو گیاهان افزایش میزان ماده خشک در تیمارهای محلول‌پاشی اوره می‌تواند دور از انتظار نباشد (El-Foulty and El-Sayed, ۱۹۹۷)

منابع

Andreeva, I., V. Govorina, S. Vinogradov and B. Yagodin. ۲۰۰۱. Nickel in plants. Agric. Chem. ۳: ۸۲-۹۴.

Baninasab, B. (۲۰۰۵). *Seasonal changes of carbohydrates, macronutrients and photosynthesis in Pistacia vera cv. "Ohadi" in relation to alternate bearing and influence of foliar application of nitrogen on mitigating alternate bearing in pistachio trees*. Ph. D. Thesis. Faculty of Agriculture. ShirazUniversity, Iran. (In Farsi).

Dixon, N.E., C. Gazzola, R.L. Blakeley and B. Zerner. ۱۹۷۵. Jack bean urease (EC ۳.۵.۱.۵). A metalloenzyme. Asimple biological role for nickel. J. Amer. Chem. Soc. ۹۷: ۴۱۳۱-۴۱۳۳.

EL-Foulty, M.M and EL-Sayed, A.A. ۱۹۹۷. Foliar fertilization, an environmentally friendly application of fertilizers. *In*: proceedings of Dahlia Geri dinger International symposium onFertilization and the Environment. Mortvedt, J.J. (Ed). Technical Haifa. PP. ۳۴۶-۳۵۸.

Gad, N., EI-Sherif, M. H. and EI-Gereedly, N. H. M. (۲۰۰۷) Influence of nickel on some physiological American Society for Horticulture Science ۱۲۳: ۵۵۶- ۵۵۹.

Gerendas, J. and B. Sattelmacher. ۱۹۹۹. Influence of Ni supply on growth and nitrogen metabolism of *Brassicanapus* L. grown with NH۴NO۳ or urea as N source. Annals of Bot. ۸۳: ۶۵-۷۱.

Gheibi ,M. N., Kholdebarin, B., Malakouti, M. J., Ghanati., F., Teimouri, S. and Sayadi R. (۲۰۱۱) Effect of various nickel levels on growth and chlorophyll content of corn plants supplied with urea and ammonium nitrate. Journal of Food, Agriculture and Environment ۹: ۵۸۳ - ۵۸۷.

HAO, H., You-zhang, W., Xiaoe, Y., Ying, F. and Chun-yong,W. (۲۰۰۷). Effects ofdifferent nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn,Cu and Zn concentrations in shoot and grainquality in Rice (*Oryza sativa*). Rice Science. ۱۴ (۴): ۲۸۹-۲۹۴

Khan, N. K., M. Wantanabe and Y. Wantanabe. ۱۹۹۷. Effect of different concentrations of urea withor withoutnickel on spinach (*Spinacia oleraceae* L.) under hydroponic culture. PP. ۸۵-۸۶. *In*: Ando, T. et al. (Eds.), KluwerAcademic Publ., Dordrecht.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. ۲nd ed., Academic Press, London.
Mengel, K. and E. Kirkby. ۱۹۷۸. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Worblaufen-Bern, ۵۹۳p.
Mobley, H.L. and R.P. Hausinger. ۱۹۸۹. Microbial ureases: Significance, regulation, and molecularcharacterization. Microbiol. Rev. ۵۳: ۸۵-۱۰۸.
Nicoulaud, B. A. L. and A. J. Bloom. ۱۹۹۸. Nickel supplements improve growth when foliar urea is the solenitrogen source for tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. ۱۲۳: ۵۵۶-۵۵۹.
Polacco, J. C. and M. A. Holland. ۱۹۹۴. Genetic control of plant urease. PP. ۳۳-۴۸. *In*: Setlow, J. K. (Ed.), Genetic Engineering (Vol. ۱۶), Plenum Press, New York, USA.
Roach, W. A. and Barclay, C. (۱۹۴۶) Nickel and multiple trace deficiencies in agricultural crops. Nature ۱۵۷: ۶۹۶.
Singh, R. P., Chandel, S. K. S., Yadav, P. K. and Singh, S. N. (۲۰۱۱) Effect of Ni on nitrogen uptake and yield of wheat. (triticum astevum). Indian Journal of Scientific Research ۲: ۶۱-۶۳.
Witte, C. P., S. A. Tiller, M. A. Taylor and H. V. Davies. ۲۰۰۲. Leaf urea metabolism in potato: Urease activityprofile and patterns of recovery and distribution of ۱۵N after foliar urea application in wild-type and ureaseantisensetransgenics. Plant Physiol. ۱۲۸: ۱۱۲۹-۱۱۳۶.
Wood, B.W., C.C. Reilly and A.P. Nyczepir. ۲۰۰۴. Mouse-ear of pecan: A nickel deficiency. HortSci. ۳۹: ۱۲۳۸-۱۲۴۲.

Abstract

In order to investigate the effect of different amounts of nickel sulfate and urea on the growth parameters of pistachio seedlings cvs. Badami -E- Riz zarand and Qazvini an experiment was done as factorial disigne with two factors included nickel sulfate as $Niso_4$form (۰, ۱۵۰ and ۳۰۰ mgL^{-1}) and urea (۰, ۱ and ۲ mgL^{-1}),۶ treatments and ۴ repliation. The results showed that the foliar application of nickel sulfate and urea increased fresh and dry weight of leaf and root compare to control significantly.

تأثیر زئولیت و لجن فاضلاب بر شکل های معدنی فسفردر خاک آهکی

مریم سرکاکی [۱]، مصطفی چرم [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاک شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲- دانشیار گروه خاک شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
این مطالعه با هدف بررسی شکل های مختلف فسفر دز خاک های آهکی تحت تیمار های لجن فاضلاب در سه سطح ۰ و ۵۰ و ۱۰۰گرم در یک کیلوگرم خاک و زئولیت در سه سطح ۰، ۵ و ۱۰ گرم در یک کیلوگرم خاک در یک خاک آهکی انجام شد. پس از تهیه ی گلدان ها، به مدت ۲ ماه تحت شرایط ۶۰% رطوبت زراعی نگهداری شدند. اشکال مختلف فسفر در خاک های مورد مطالعه به روش جیانگ وگو(۱۹۸۵) اندازه گیری شد. نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین غلظت فسفر در این خاک ها مربوط به شکل آپاتایت که به تنهایی ۴۱/۴۵ درصد مجموع فسفر شش مرحله را تشکیل میدهد و کمترین غلظت فسفر شامل دی کلسیم فسفات است که میزان ۸/۱ درصد است. میزان غلظت فسفر محبوس قابل مشاهده و اندازه گیری نبود. به طور کلی توزیع اشکال مختلف فسفر در خاک های مورد مطالعه به صورت زیر است:
Ca_{10}-P > Ca_8-P> Al-P > Fe-P > Ca_2-P > Fe- Occluded-P

واژه های کلیدی: لجن فاضلاب، زئولیت، شکل های مختلف فسفرمعدنی.

مقدمه
آگاهی ازشکل های شیمیایی فسفرمعدنی درفهم شیمی فسفرخاك، وهمچنین در درك جنبه های پیدایش وحاصلخیزی خاك اهمیت دارد . برای شناسایی شکل های مختلف فسفر پژوهش ها ی زیادی انجام شده است . باتوجه به حلالیت متفاوت شکلهای مختلف فسفر، تعیین فراوانی وتوزیع آنان ممکن است ما را با قابلیت های گیاهان در استفاده از فسفر خاك بیشتر آشنا کند. شیمی فسفردرخاکها بسیارپیچیده است، چرا که فسفرمعدنی میتواند با عناصری مانند کلسیم، آهن و آلومنییم واکنش نموده و به فسفات های با قابلیت انفصال مجدد تبدیل گردد. . در خاک های آهکی، کمبود فسفر قابل استفاده گیاه به دلیل تبدیل فسفر محلول به ترکیبات کم محلول مانند فسفات های کلسیم یکی از مشکلات حاصلخیزی می باشد. آگاهی از شکل های مختلف فسفر جهت پیش بینی مقدار فسفر قابل جذب برای گیاهان، مصرف بهینه ی کود همچنین پتانسیل آزاد شدن این عنصر به محلول خاک و آب های سطحی مورد استفاده قرار گیرد. صمدی و جیلکز (۱۹۹۸) در مطالعات خود در خاك های آهکی غرب استرالیا نشان دادند که فسفر معدنی خاك در ۶ گروه شامل: ،(Al-P) فسفر پیوندیافته با آلومینیوم ، (Ca_2-p) فسفر پیوندیافته با کلسیم و فسفر محبوس (Fe-P) فسفر پیوندیافته با آهن ، (Ca_8-p) اکتافسفات کلسیم (Ca_{10}-p)) آپاتیت طبقه بندی می شود. استفاده از زئولیت به عنوان اصلاح کننده از یک طرف باعث کاهش تحرک عناصر سنگین و از طرفی دیگر باعث افزایش در میزان تحرک عناصر غذایی می شود. شکل های شیمیایی فسفر با این روش متأثر از کان یهای جاذب و لجن فاضلاب می شود. در سال های اخیر، کاربرد بقایای آلی شامل ماده آلی بسیار مانند کودهای حیوانی، کمپوست، لجن فاضلاب، بقایای محصولات و سایر پسماندهای شهری و صنعتی در خا ك های مناطق خشک و نیمه خشک، به یک راه کار محیطی برای حفظ ماده آلی خاك و فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تبدیل شده است (تجدا و همکاران،۲۰۰۶). اضافه کردن لجن فاضلاب به خاك با افزایش میزان کربن آلی و شاخص بیوماس میکروبی را برای افزایش سطح فعالیت های آنزیمی مهیا می نماید، به نحوی که در نتیجه کاربرد لجن فاضلاب و بالا رفتن میزان کربن آلی خاك و تحریک فعالیت های میکروبی میزان فعالیت های آنزیمی افزایش یافته و درنتیجه سطح بالاتری از عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاهان در خاك فراهم می آورد (حجتی و همکاران،۲۰۰۶). شکل های مختلف فسفردرخاك می توانند برحاصلخیزی خاك وفسفرقابل استفاده تأثیرداشته باشد. استفاده از زئولیت نیز برای تحرک شکل های مختلف فسفر مورد توجه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها
این مطالعه بر روی یک نمونه خاک آهکی اطراف دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز صورت گرفت. مشخصات این خاک در جدول آمده است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در ۳ تکرار در قالب طرح کاملا تصادفی به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی عبارتند از ۳ سطح اجن فاضلاب (۰، ۵۰ و ۱۰۰گرم در کیلوگرم خاک) و ۳ سطح زئولیت به میزان (۰،۵،و ۱۰ گرم در کیلوگرم خاک) در سه تکرار را شامل بودند. در مجموع ۲۷ گلدان یک کیلوگرمی تهیه شد. نمونه گلدان ها پس از گذشت دو ماه دوره

ی انکوباسیون و در شرایط ۶۰ % رطوبت زراعی در معرض هوای آزاد خشک و برای انجام مراحل بعد از الک دومیلی متری عبور داده شدند. برای جداسازی و تعیین شکل های مختلف فسفر معدنی شامل($Ca_{۲}$-p،$Ca_{۸}$-p،Al-p،Fe-p، $Ca_{۱۰}$-p)در خاک نیز از روش عصاره گیری پی در پی یا دنباله ایی برای خاک های آهکی جیانگ وگو (۱۹۸۵) استفاده گردید مقدار فسفر در همه نمونه های عصاره گیری شده با روش مورفی و ریلی (۱۹۶۲) تعیین گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۱ برخی از خصوصیات فیزیکی و شمیایی خاک اولیه آورده شده است. خاک مورد آزمایش دارای کلاس بافتی لومی سیلتی رسی با درصد آهک بالا بود.

جدول (۱)برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از ازمایش

کلاس بافتی	EC ds/m))	pH(۱:۱)	% آهک	فسفر اولسن ppm))
Silty clay loam	۹۹/۲	۴۷/۸	۹/۴۷	۹۹/۳

جدول (۲) تجزیه واریانس شکل های شیمیایی فسفر معدنی در خاک آهکی

منابع تغییرات	درجه آزادی(df)	$Ca_{۲}$-p
لجن	۲	۱۲۰/۴۷**
زئولیت	۲	۲۶۱/۰ns
لجن × زئولیت	۴	۶۵۶/۰ns
خطای آزمایش (e)	۱۸	۸۱۲/۳
ضریب تغییرات (cv)	-	۳۱۵/۳

ns غیر معنی دار ، * معنی دار در سطح ۵ درصد ، ** معنی دار در سطح ۱ درصد

نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین غلظت فسفر در این خاک ها مربوط به شکل آپاتایت است که به تنهایی ۴۱/۴۵ درصد مجموع فسفر شش مرحله را تشکیل میدهد و کمترین غلظت فسفر شامل دی کلسیم فسفات است که به میزان ۸/۱ درصد است. به طور کلی توزیع اشکال مختلف فسفر در خاکهای مورد مطالعه به صورت زیر است:

$Ca_{۱۰}$-P > $Ca_{۸}$-P> Al-P > Fe-P > $Ca_{۲}$-P > Fe- Occluded-P

در این اندازه گیری میزان فسفر محبوس قابل مشاهده نیست.در بررسی که نقی زاده اصل وهمکاران (۱۳۸۹) بر روی شکل های معدنی فسفر در خاک های گلستان انجام دادند به این نتیجه رسیدند که توزیع اشکال فسفربه ترتیب به صورت آپاتایت، اکسید آلومینیوم، اکتا کلسیم فسفات، اکسید آهن؛ دی کلسیم فسفات و فسفر محبوس در اکسید آهن است. صمدی و گیلگز (۱۹۹۸) روش جیانگ و گو را برای خاکهای آهکی های بالاتر از pH= ۸ مورد استفاده قرار دادند و دریافتند که در فراوانی اشکال فسفر معدنی در خاکهای غیرزراعی که کود دریافت نکرده اند به صورت زیر است:

اکتاکلسیم فسفات< آپاتایت = دی کلسیم فسفات < فسفات آهن < فسفاتهای محبوس آهن< فسفات آلومینیوم

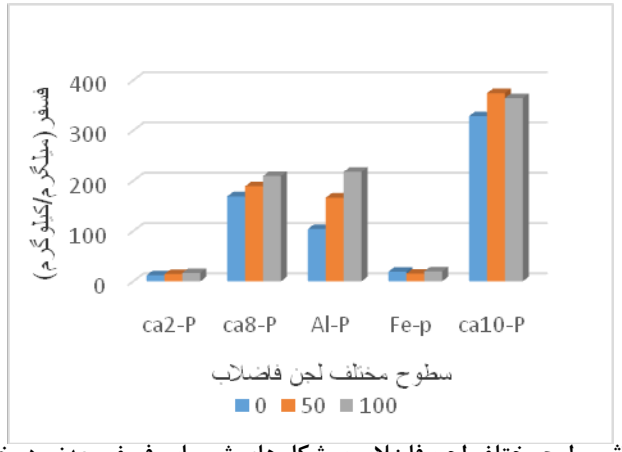
جدول ۳- مقایسه میانگین شکل های شیمیایی فسفر معدنی در خاک آهکی

		تیمار				
لجن	زئولیت	$Ca_{۲}$-p	$Ca_{۸}$-p	Al-p	Fe-p	$Ca_{۱۰}$-p
۰	۰	C۵/۱۲	ABC۱/۱۶۹	F۱/۱۰۴	A۲۳/۱۹	A۵/۳۲۸
	۵	BC۳۳/۱۲	BC۱۶۷	DF۳/۱۳۶	A۲۱/۱۷	A۳/۳۷۷

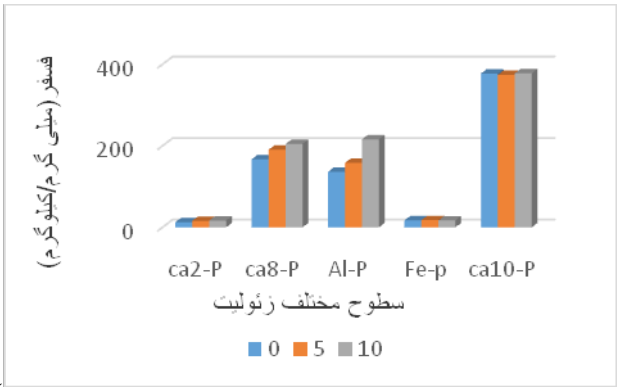
	۱۰	^{C}۸۹/۱۱	^{C}۱۶۲	^{BF}۸/۱۲۴	^{A}۵۵/۱۹	^{A}۳۷۰
۵۰	۰	^{ABC}۶۰/۱۴	^{ABC}۱/۱۸۹	^{BC}۵/۱۶۶	^{A}۲۰/۱۵	^{A}۳۸۲
	۵	^{AB}۸۸/۱۵	^{ABC}۵/۱۹۰	^{CD}۱/۱۵۸	^{A}۶۶/۱۷	^{A}۳/۳۷۴
۱۰	^{ABC}۴۵/۱۵	^{ABC}۸/۱۹۰	^{B}۶/۱۸۹	^{A}۰۶/۱۷	^{A}۸/۳۶۷	
۱۰۰	۰	^{A}۷۳/۱۶	^{A}۶/۲۰۹	^{A}۹/۲۱۷	^{A}۸۷/۱۹	^{A}۴/۳۶۴
	۵	^{A}۲۹/۱۶	^{AB}۶/۲۰۴	^{A}۲۱۶	^{A}۸۸/۱۶	^{A}۹/۳۷۱
	۱۰	^{A}۶۶/۱۶	^{AB}۴/۲۰۸	^{A}۲۳۸	^{A}۲۲/۱۸	^{A}۵/۳۸۵

دهقان و همکاران (۱۳۸۲) روش جیانگ و گو را برای تعین اشکال معدنی فسفر در خاکهای اصفهان و شهرکرد به کار برد و دریافت که آپاتایت، فسفاتهای آلومینیوم، اکتا کلسیم فسفات، فسفاتهای آهن، فسفر محبوس و دی کلسیم فسفات به ترتیب بیشترین بخش فسفر معدنی خاکی مذکور را تشکیل میدهند که این روند تقریبا مشابه نتایج این تحقیق می باشد و تنها تفاوت آن در ترتیب دی کلسیم فسفات و فسفر محبوس می باشد. آنها همچنین دریافتند که آپاتایت با میانگین ۳۸درصد عمده ترین سهم فسفر معدنی خاکه ای مناطق مورد مطالعه اش می باشد. در مطالعه های که توسط عطاردی و همکاران (۱۳۸۴) بر روی ۸ نمونه از خاکهای شهرستان بیرجند انجام شد نیز آپاتایت ۵۷ تا ۶۸ درصد فسفر معدنی خاکها را تشکیل می داد و میزان آن از سایر اجزای فسفر معدنی خاکها بالاتر بود در حالیکه دی کلسیم فسفات ۴۶/۰تا ۷/۳ درصد فسفر معدنی خاك را تشکیل داده و از همه اجزای فسفات های کلسیمی خاك کمتر بود.

اشکال مختلف فسفر اندازه گیری شده در تیمارهای مختلف نشان دادکه کاربرد لجن فاضلاب اثر معنی دار در اشکال $Ca_{۲}$-p، $Ca_{۸}$-p و Al-p در سطح ۱% نسبت به شاهد ایجاد کرد و در سایر اشکال فسفر خاک معنی دار نشد(جدول-۲). در صورتیکه کاربرد اثر زئولیت فقط در شکل فسفر Al-p خاک نسبت به شاهد در سطح ۱% معنی داربود. میانگین مقایسه ی تیمارها در اشکال ۱و ۲ نشان داده شده است.



شکل۱- اثر سطوح مختلف لجن فاضلاب بر شکل های شیمیایی فسفر معدنی در خاک آهکی



شکل۲- اثر سطوح مختلف زئولیت بر شکل های شیمیایی فسفر در خاک های آهکی

منابع

۱-دهقان ر.، شریعتمداری ح . و خادمی ح. ۱۳۸۲. اشکال مختلف فسفر معدنی خاك و تغییرات آنها در دو ردیف ارضی در منطقة اصفهان مجموعة مقالات هشتمین کنگرة علوم خاك ایران، رشت، ایران.

۲-عطاردی ب.، نادری م.، شریعتمداری ح. و مقری ع. ۱۳۸۴. شکل های مختلف فسفر معدنی در خاك های منطقه بیرجند . مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاك ایران، کرج، ایران.

۳-نقی زاده اصل ز، دردی پور ا، قلی زاده ع کیانی ف. امامی ح. ۱۳۹۰. بررسی رابطه بین فسفر عصاره گیری شده به وسیله چند عصاره گیر و شکل های فسفر معدنی در خاک های استان گلستان. نشریه آب و خاک، مشهد، ایران.

۴- Jiang B.F., and Gu Y.C. ۱۹۸۹. A suggested fractionation scheme for inorganic phosphorus in calcareous soils. Fertilizer Res. ۲۰:۱۵۹-۱۶۵.

۵- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., and Dean L.A. ۱۹۵۴. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dep. Of Agric. Circ. ۹۳۹.

۶- Samadi A. ۲۰۰۳. A study on distribution of forms of phosphorus in calcareous soils of Western Australia. J. Agric. Sci. Technol. ۵: ۳۹-۴۹.

۷- Samadi A., and Gilkes R.J. ۱۹۹۸. Forms of phosphorus in virgin and fertilized calcareous soils of Western Australia. Aust. J. Soil Res. ۳۶:۵۸۵-۶۰۱.

Abstract

This Study aimed to examine different forms of Phosphorous in calcareous Soil, under treatment of sewage sludge in three levels of ۰,۵۰ and ۱۰۰ gr/kg soil sewage sludge and zeolite in three levels of ۰, ۵ and ۱۰ gr/kg soil in a sludge soil calcareous soil was inrestigated. After preparing the pots, crops were stored for two months under ۶۰% humidity. Different fromsof phosphorous in sample soil was meashured by jiang and Gu(۱۹۸۵) method. The results of this study showed that the highest concentrations of phosphorus in the soil of the apatite, which alone account for ۴۵/۴۱% of total phosphorus in six stages. And di-calcium phosphate, which is the lowest concentration of phosphorus include phosphorus level of ۱.۸ percent and was confined to a given measure. The overall distribution of different forms of phosphorus in the soil of the study is as follows:

$Ca_{۱۰}$-p>$Ca_{۸}$-p>Al-p>Fe-p>$Ca_{۲}$-p> Fe- Occluded-P

بررسی اثر مقادیر سولفات پتاسیم بر شاخص برداشت و کارایی مصرف آب در دو رقم گلرنگ

خداداد ده مرده [۱] ، فریدون نورقلی پور [۲] ،غلامعلی کیخا [۱]، نادر محمدنیا [۱]
۱- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، ۲- دکتری و هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف سولفات پتاسیم بر صفات شاخص برداشت و کارایی مصرف آب بر دو رقم گلرنگ، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک اجرا شد. عامل اول شامل دو رقم گلرنگ (صفحه و گلدشت) و عامل دوم مشتمل بر شش سطح کودی ۰، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم در خاکهایی با شرایط مقدارپتاس ۱۱۰ ppmخاک می باشد. نتایج نشان داد که عامل رقم در صفات مورد بررسی تاثیر معنی داری داشت، بطوریکه در تمامی صفات رقم گلدشت افزایش نشان داد. بر پایه نتایج حاصل کاربرد سطوح مختلف کود پتاسیم تأثیر معنی داری بر صفات عملکرد، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب داشت. بر این اساس مصرف سولفات پتاسیم موجب افزایش عملکرد دانه، کارایی مصرف آب و شاخص برداشت در سطح ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم شد. نتایج حاصل از اندازه گیری نشان دادند که بیشترین عملکرد محصول(دانه) برای رقم گلدشت ۴۳۴/۳ تن در هکتار و برای رقم صفحه ۹۷۵/۲ تن در هکتار بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، پتاس، شاخص برداشت، کارایی مصرف آب

مقدمه
گلرنگ دارای کیفیت روغن مناسبی بوده و با توجه به واردات حجم زیادی از روغن خوراکی مورد نیاز کشور، نیاز شدیدی به افزایش عملکرد دانه‌های روغنی وجود دارد. بدون شک مدیریت مصرف متعادل و موثر کود برای حصول به حداکثر عملکرد و افزایش کیفیت، ضروری است امروزه توانایی ژنوتیپ های مختلف گیاهی در جذب و مصرف عناصر غذایی توسط دانشمندان بسیاری مورد توجه قرار گرفته است که تفاوت کارایی آنها در (Nutrient efficiency) بخاطر جذب بوسیله ریشه ها، یا مصرف توسط گیاه (Utilization)و یا هر دو متاثر می شود، که اهمیت نسبی این استراتژیها بسته به نوع عنصر و نوع گونه گیاهی می تواند متفاوت باشد پتاسیم عامل مهم پتانسیل اسمزی در سلولها می باشد. آن عنصر کلیدی در عملکرد سلول های نگهبان روزنه می باشد، همچنین کمبود پتاسیم منجر به بسته شدن روزنه ها می شود، که به نوبه خود تعرق را کاهش می دهد و جذب آب به وسیله گیاه فتوسنتز کاهش می یابد (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۳)بنا به نظر Jacobsen(۱۹۹۶) گلرنگ با عملکرد حدود ۲۲۰۰ کیلوگرم در هکتار حدود ۷۷ کیلوگرم نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم اکسید فسفر و ۶۳ کیلوگرم اکسید پتاسیم از هر هکتار خاک جذب می نماید. Zed Rengel, et al,. ۲۰۰۸اظهار داشتند ، بهتر است قبول کنیم که تنوع ژنوتیپی در راندمان استفاده از پتاسیم در تمام گونه های مهم زراعی وجود دارد و اگر چه مطالعات متعدد به منظور شناسایی تفاوت داخلی گونه های گیاهی در بهره وری از پتاسیم انجام گرفته است اما این تعداد بررسی کافی نبوده و نمی تواند ارزیابی دقیق از تفاوت مکانیسم و یا نشانگرهای مولکولی مکانیسم های کلیدی بهره وری پتاسیم در بین ارقام داشته باشد
(Soleimanzadeh et al, ۲۰۱۰) درتحقیقی بر روی آفتابگردان نشان داد که پتاسیم به طور قابل توجهی درافزایش تعداد دانه در طبق ، شاخص برداشت، و عملکرد روغن موثر است.پتاسیم جز عناصر پر مصرف مورد نیاز گیاه است که در گیاه بیش تر نقش کاتالیزور دارد و کمبود آن مقاومت گیاه را در برابر آفات و بیماریها کاهش می دهد وجود پتاسیم در در نگهداری آب بافت های گیاه اهمیت خاصی دارد . (ملکوتی ۲۰۰۰).

مواد و روش ها
به منظور تعیین کارایی و عکس العمل ارقام مختلف گلرنگ از لحاظ جذب و مقدار مصرف پتاس ، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو فاکتور رقم و مقدار کود پتاسیم با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک در حال اجرا می باشد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک در ۲۰ کیلومتری جنوب شهرستان زابل و شمال شهر ستان زهک با عرض جغرافیایی ۵۴/۳۰ و طول جغرافیایی ۴۱/۶۱ و با ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا واقع شده است. نتایج تجزیه نمونه خاک و خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده و داده های هواشناسی بطور جداگانه در جداول ۱،۲،۳،۴و ۵ قابل مشاهده است فاکتور اول آزمایش شامل دو رقم صفحه و گلدشت و فاکتور دوم مشتمل بر پنج سطح کودی ۰، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵و ۱۵۰ کیلو گرم در

هکتار کود سولفات پتاسیم در خاکهایی با شرایط مقدارپتاس ۱۱۰ ppmخاک می باشد هر کرت آزمایشی شامل ۴خط به طول ۶متر به فاصله خطوط ۵/۰ متر در نظر گرفته شده بطوریکه تراکم کاشت در هر کرت آزمایشی ۲۵ بوته در متر مربع بوده است. همچنین برای تعیین وزن تر وخشک ۵بوته به طور تصادفی به صورت کف بر برداشت گردید. سطح برداشت با حذف نیم متر از سر و ته هر کرت آزمایشی متر ۱۰مربع بود میزان آب مصرفی بر اساس نیاز آبی و شرایط اقلیمی منطقه مصرف گردید نتایج حاصل از داده های وزن تر وخشک و ارتفاع به کمک نرم افزار MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین ها به روش آزمون Duncan انجام شد

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعات آزمایش قبل از اعمال تیمارها

منطقه	pH	EC dSm-۱	SP	T.N.V	OC	S	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	بافت
				%			mg.kgl-۱						
قطعه ۱	۲/۸	۲/۶	۲۷	۱/۲۰	۲۳/۰		۷۵/۱	۱۱۰	۲/۳	۱۲/۰	۱/۴	۶۸/۰	لومی شنی

جدول ۲- برخی خصوصیات منطقه مورد آزمایش

منطقه	موقعیت جغرافیایی(فاصله از مرکز)	طول و عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	سطح زیر کشت گلرنگ در استان	عرف زارع برای مصرف کود
ایستگاه	۲۱کیلومتر	طول ۴۱/۶۱	۴۸۳متر		۱۵۰ کیلو گرم در هکتار اوره

جدول ۳- نتایج تجزیه آب آبیاری مورد استفاده در کشت گلرنگ

منطقه	EC dSm-۱	pH	SAR	CO۳-۲	H CO۳-۱	Cl-۱	=SO۴	+Ca۲	+Mg۲	+Na
					meq.l-۱					
	۸۲/۱	۳/۷	۶۷/۲		۱/۵			۳۴		۱۱

جدول ۴- اطلاعات کشت

منطقه	تاریخ کشت	تعداد و مقدار (حدود)آبیاری تا این مرحله	آفت مشاهده شده	علف کش پیش کشت مصرف شده	تاریخ اولین وجین و تنک	تاریخ نمونه برداری قبل گلدهی
ایستگاه	۱۲/۸/۹۱	پنج مرحله ابیاری	سر خورطومی	دیازینون	۵/۹/۹۱	۵/۲/۹۲

جدول ۵- برخی خصوصیات هواشناسی منطقه

تاریخ	دمای هوا (درجه سانتیگراد)		رطوبت نسبی (%)		بارندگی	سرعت باد (متربرثانیه)		تبخیر (میلیمتر)	ساعات آفتابی (ساعت)
	max	min	max	min		max	min		
متوسط	۸/۲۶	۵/۱۱	۳/۵۳	۶/۱۸	۲/۲	۶/۷	۱/۱	۷/۷	۲/۹

نتایج و بحث

تاثیر فاکتور های مورد مطالعه بر شاخص برداشت:

شاخص برداشت یا ضریب انتقال و یا شاخص کشاورزی، کارایی توزیع مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه به دانه ها را نشان می دهد(Sarmdnia and Kocheki ۱۹۸۷). نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان داد بین ارقام از نظر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی دار شده است. و از نظر سطوح مختلف کودی پتاس در سطح احتمال یك درصد اختلاف معنی داری ایجاد کرده است با صرف ۱۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم افزایش شاخص برداشت (۳۲/۰) را شاهد هستیم و پس از پرداخت ۱۵۰ کیلوگرم از شدت کمتری(۲۱/۰) برخوردار می باشد. در بین ارقام بیشترین شاخص برداشت محصول را رقم گلدشت (۲۳۸/۰) داشت. (باقری ۱۳۷۴) بالا بودن شاخص برداشت در بعضی از ژنوتیپ های گلرنگ را نسبت به ژنوتیپ های دیگر در انتقال مواد فتوسنتزی از مبدا به مقصد دانستند

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان می دهد اثرات متقابل کود در رقم تفاوت معنی داری بین تیمار ها ایجاد نکرد ولی افزایش شاخص برداشت را در اثر استفاده کود تا میزان ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار برای هر دو رقم داریم. بیشترین شاخص برداشت را رقم گلدشت (۶۷/۳۱)در تیمار ۱۲۵کیلو گرم مصرف پتاس دارد.

جدول ۸ : اثرات متقابل کود و رقم بر شاخص برداشت گیاه گلرنگ

رقم	گلدشت										صفحه				
سطوح کود	۰	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۰	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
شاخص برداشت	۲۱/۰	۲۴/۰	۲۴/۰	۲۴/۰	۲۶/۰	۲۴/۰	۱۵/۰	۱۷/۰	۲/۰	۲/۰	۲۱/۰	۲/۰
گروهبندی	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

تاثیر فاکتور های مورد مطالعه بر کارایی مصرف آب: (Kg/m^3)

جهت تعیین کارایی مصرف آب از رابطه زیر استفاده گردید .سرمدنیا و کوچکی (۱۳۸۶)

(حجم آب (متر مکعب)/عملکرد دانه (کیلوگرم))=کارایی مصرف آب (کیلو گرم بر متر مکعب)

منظور از کارایی مصرف آب ، مقدار عملکرد دانه تولیدی به ازاء هر واحد آب مصرفی می باشد و معمولا بر حسب کیلو گرم عملکرد دانه بر متر مکعب آب بیان می شود .سیروس مهر و همکاران (۱۳۸۵) نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان داد بین ارقام از نظر کارایی مصرف آب در سطح یک درصد معنی دار شده است و نیز از نظر سطوح مختلف کودی پتاس در سطح یک درصد اختلاف معنی داری ایجاد کرده است Rahimain (۱۹۹۸) گزارش نمود هر عاملی که عملکرد را افزایش و یا تبخیر و تعرق را کاهش دهد کارایی مصرف آب را بالا می برد .ابتیسام و همکاران (۲۰۱۰) پتاسیم در هر شرایط(تنش رطوبتی و بدون تنش رطوبتی) موجب افزایش بهره وری مصرف آب می شود. (موسی نژاد و افضلی، ۱۳۸۸) در تحقیقات مختلف انجام شده اثرات مثبت ناشی از کودهای پتاسیم در افزایش عملکرد و بهبودکیفیت محصول به اثبات رسیده است پتاسیم می تواند میزان اب مصرفی را کاهش داده و در واقع راندمان استفاده از اب را بالا ببرد بالاترین کارایی مصرف آب در سطوح تنش نسبتا" شدید و سطوح بالای کود نسبت به شاهد رخ داد نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان می دهد اثرات متقابل کود در رقم تفاوت معنی داری بین تیمار ها ایجاد نکرد ولی افزایش کارایی مصرف آب را در اثر استفاده کود تا میزان ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار برای هر دو رقم داریم. بیشترین کارایی مصرف آب را رقم گلدشت (۶/۰)در تیمار ۱۲۵کیلو گرم مصرف پتاس دارد.

جدول ۱۱ : اثرات متقابل کود و رقم بر کارایی مصرف آب در دو رقم گلرنگ

رقم	گلدشت										صفحه				
سطوح کود	۰	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۰	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
کارایی مصرف آب	۳۳/۰	۴/۰	۴۶/۰	۵۱/۰	۶/۰	۵۵/۰	۲۹/۰	۳۵/۰	۴۲/۰	۴۴/۰	۵۴/۰	۴۷/۰
گروهبندی	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

تاثیر فاکتور های مورد مطالعه بر عملکرد محصول : (Ton/ha)

عملکرد گلرنگ تابعی از تعداد بوته در واحد سطح، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه و متوسط وزن دانه ها است(میرزاخانی ۱۳۸۹). نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان داد بین ارقام از نظر عملکرد محصول در سطح یک درصد معنی دار شده است و از نظر سطوح مختلف کودی پتاس در سطح احتمال يك درصد اختلاف معنی داری ایجاد کرده است. با صرف ۱۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم افزایش عملکرد را شاهد هستیم و پس از پرداخت ۱۵۰ کیلوگرم از شدت کمتری برخوردار می باشد، بطوریکه بیشترین عملکرد محصول را رقم گلدشت برابر با ۴۳۴/۳ تن در هکتار داشت. دهقان در سال ۱۳۸۶ نتیجه گیری کرد که میزان تامین مواد غذایی و آب در افزایش دانه موثر است در اثر آبیاری ، سطح سبز برگها و غلاف ها و دوام آنها افزایش می یابد ولی افزایش عملکرد دانه به نسبت بالاتر است. هنکس و همکاران (۱۹۷۶) در يك پژوهش گلخانه ای نشان دادند که افزایش غلظت پتاسیم در گیاه جو باعث جلوگیری از کاهش محصول در شرایط کمبود رطوبت خاك شده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان می دهد اثرات متقابل کود در رقم تفاوت معنی داری بین تیمار ها ایجاد نکرد ولی افزایش عملکرد محصول را در اثر استفاده کود تا میزان ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار برای هر دو رقم داریم. بیشترین عملکرد محصول را رقم گلدشت با ۳۵/۴ تن در هکتار در تیمار ۱۲۵کیلو گرم مصرف پتاس داشت.

در دو رقم گلرنگ(Ton/ha) جدول ۱۵: اثرات متقابل کود و رقم بر عملکرد محصول

رقم	گلدشت										صفحه				
سطوح کود	۰	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۰	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
عملکرد محصول	۴/۲	۹۱/۲	۳۲/۳	۶۹/۳	۳۵/۴	۹۴/۳	۶۴/۲	۳۷/۲	۸۷/۲	۱۵/۳	۷۱/۳	۱/۳
گروهبندی	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

جدول (۱۶): تجزیه برخی از خصوصیات گیاه گلرنگ بر اساس میانگین مربعات

منابع تغییر			
تکرار	۲	۰۲۷/۰ ns	۰۲۵/۰ ns	۰۰۱/۰ ns
رقم	۱	۸۹۷/۱ **	۰۲۲/۰ **	۰۲۹/۰ **
کود	۴	۹۵۲/۱ **	۰۱۲/۰ **	۰۵۳/۰ **
کود*رقم	۴	۲۰۷/۰ ns	۰۰۱/۰ ns	۰۰۰۱/۰ ns
	۱۶	۱۹۴/۰	۰۰۴/۰	۰۰۱/۰

خطا	۲	۰۲۷/۰ ns	۰۲۵/۰ ns	۰۰۱/۰ ns
%Cv		۷۴/۱۳	۵۳/۶	۵۹/۶

منابع

باقری ،م.۱۳۷۴.اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ .پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

دهقان ، الف.،۱۳۸۶.برهمکنش روش آبیاری و مصرف نیترون بر خصوصیات کمی و کیفی کلزا (رقم طلائیه)، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه آزاد واحد ارسنجان

سیروس مهر ،ع. ل. شکیبا. م.ر.آلیاری،ه.تورچی.م.دباغ محمدی نسب ،ع. نظیر زاده ،ع. عمیدی .ن .۱۳۸۵.اثر رژیمهای آبیاری و تراکم بوته بر برخی صفات فیزیولوژیک سه رقم کلزا بهاره .مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات . تهران. دانشگاه تهران

محمدیان ر، احمدي م، کلارستاقی ك و غالبی س ۱۳۸۳ . بررسی تاثیر کاربرد پتاسیم در دورههای مختلف آبیاری نشتی بر عملکرد کارایی مصرف آب دو ژنوتیپ چغندرقند ۲۰(۱): ۷۲-۵۵ چغندرقند

میرزاخانی ،محمد. ۱۳۸۹. مقایسه عملکرد روغن و برخی صفات زراعی ارقام بهاره گلرنگ پیش سرمایی شده با ارقام پاییزه .فصلنامه پژوهش های علوم گیاهی شماره پیاپی ۱۹. سال پنجم . شماره ۳. پاییزه

Hannks RJ, Keller J, Rassmussen V and Wilson G. ۱۹۷۶. Line source sprinkler forContinuous variable irrigation-crop production studies. Soil Sci. Soc. Am J. ۴۰ :۴۲-۵۴.

Malakuoti, M.J. ۲۰۰۰. General diagnosis method and essentiality of optimumfertilizers application. ۵th ed. Tarbiat Modaress University Press, ۱۳۱p

Sarmadnia, G. H., and V. A. Kocheki. ۱۹۸۷. Physiological aspects of rain-fed agriculture.University of Mashhad, Jahad-e-Daneshgahi Publications. ۴۲۴pp. (In Persian).

Soleimanzadeh H, Habibi D, Ardakani MR, Paknejad F, Rejali F. ۲۰۱۰. Response of sunflower (Helianthus Annuus L.) to drought stress under different potassium levels.World Applied Sciences Journal. ۸(۴) : ۴۴۳-۴۴۸.

Zed Rengel, et al,. ۲۰۰۸. Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use, Physiologia Plantarum ۲۰۰۸, ISSN ۰۰۳۱-۹۳۱۷.

Abstract

To evaluate the effect of different doses of potassium sulfate on the harvest index and water use efficiency of two varieties of safflower, factorial experiment in randomized complete block design with ۱۲ treatments and three replications in Research Station of Agriculture and Natural Resources was Zahak. The first two digits of safflower (page Goldasht) and the second factor consists of six levels and ۱۵۰ kg per hectare fertilizer potassium sulphate fertilizer ۱۲۵,۱۰۰,۷۵,۵۰,۰ in soil conditions ppm ۱۱۰ Mqdarptas soil. The results showed that the number of characters significant effect, so that all the characters Goldasht increased. Based on the results of the application of potassium fertilizer levels had significant effect on yield, harvest index and water use efficiency of. The potassium sulfate increases grain yield, water use efficiency and harvest index at the level of potassium fertilizer was ۱۲۵ kg per hectare. The results of measurements showed that the highest yield (seed) for the Goldasht for the Page ۹۷۵/۲ ۴۳۴/۳ ha ha, respectively.

اثر اسید سیتریک در افزایش تجمع سرب در آفتابگردان در یک خاک شنی آلوده

محمد رحمانیان [۱]، علیرضا حسین پور [۲]، ابراهیم ادهمی [۳]، حمیدرضا متقیان [۲]
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد و استادیار گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد، ۳- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج

چکیده
گیاه‌پالایی، راهکاری ارزان برای پاکسازی خاک‌های آلوده است. افزایش حلالیت آلاینده‌هایی که زیست‌فراهمی کمی در خاک دارند، مانند سرب و تسهیل انتقال آن به گیاه برای موفقیت گیاه‌پالایی حیاتی است. در مطالعه حاضر توانایی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) برای اندوزش سرب در شاخساره خود در یک خاک شنی آلوده به سرب بررسی شد. اسید سیتریک در سطوح غلظتی صفر، ۵/۰ و ۱ میلی‌مول بر کیلوگرم خاک استفاده شد. زیست‌توده خشک، غلظت سرب در شاخسار گیاهان و مقدار کل برداشت سرب از خاک اندازه گیری شد. نتایج این پژوهش نشان داد که اندوزش سرب در شاخسار گیاهان می تواند با اضافه کردن اسید سیتریک به خاک افزایش یابد، که می‌تواند تسهیل کننده اندوزش بالا در زیست‌توده و جذب فلز باشد.

واژه های کلیدی: تجمع سرب، آفتابگردان، خاک شنی آلوده.

مقدمه
آلودگی خاک‌ها در ایران رو به افزایش است. روش‌های متعددی برای پالایش این خاک‌های آلوده وجود دارد اما بیشتر این روش‌ها هزینه‌بر بوده و سبب تخریب محیط زیست می شوند. گیاه‌پالایی شیوه‌ای زیرکانه است تا گیاهان افزون بر جذب عناصر اساسی مورد نیازشان و یا به جای آن ها، فلزات سمی را نیز از خاک جذب کرده و در خود بیاندوزند. از این رو، گیاه‌پالایی می‌تواند جایگزینی مناسب برای روش‌های انرژی خواه و پرهزینه مهندسی باشد. (خداوردی‌لو، ۱۳۸۵).

گیاهان بیش‌اندوز بیشتر گیاهانی وحشی، کمیاب و بومی مناطقی هستند که در آن جا کشف شده‌اند. بیشتر این گیاهان را به دلیل احتمال بر هم زدن تنوع گونه ای سایر مناطق نمی‌توان به منطقه‌ای غیر از زادگاه‌شان انتقال داد. همچنین بسیار دیده شده در صورت انتقال این گیاهان به محیط‌های مشابه نتوانسته‌اند با محیط جدید سازگار شده و توانایی‌های بالای جذبی که در محیط اصلی داشته‌اند را از خود بروز دهند (Lasat, ۲۰۰۲; Lu et al., ۲۰۰۸). از این رو استفاده از توان گیاهان بومی پالایش آلودگی را آسان خواهد نمود.

موفقیت گیاه‌پالایی وابسته به چندین فاکتور می‌باشد. گیاهان دارای زی‌توده کافی و اندوزنده غلظت بالایی از فلزات باشند. باید بتوانیم گیاهان اندوزشگر را در سال چندین بار کشت و شاخساره آنها را برداشت کنیم. علاوه بر این، این گیاهان باید ترجیحاً اندوزنده فلزات سمی زیست‌محیطی (یعنی سرب، کادمیوم و کروم و غیره) باشند. (Blaylock et al., ۱۹۹۷).

علاوه بر این، قابلیت دسترسی فلز در خاک برای جذب گیاه محدودیت دیگری برای موفقیت گیاه‌پالایی می باشد. برای مثال، سرب، یکی از مهمترین آلاینده‌هایی محیطی دارای حلالیت کم در خاکها و قابلیت استفاده پایین برای جذب توسط گیاه به دلیل کمپلکس با مواد آلی، جذب توسط اکسیدها و رس، رسوب توسط کربنات‌ها، هیدروکسیدها و فسفات‌ها می‌باشد (McBride, ۱۹۹۴). برای خاکهایی با pH بین ۵/۵ تا ۵/۷ که حلالیت سرب توسط رسوب‌های فسفاتی یا کربناتی کنترل می‌شود، بیشترین فعالیت Pb^{+2} در محلول خاک تقریباً $10^{-5.8}$ مولار یا ۶/۰ ppb می‌باشد (Lindsay, ۱۹۷۹). حلالیت Pb^{+2} در محلول خاک با توجه به مقدار غلظت سرب خاک و به دلیل تعادل بین فاز جامد و محلول خاک باید ثابت بماند.

با وجود توانایی گیاهان در پالایش فلزات سنگین، این فرایند ممکن است سالها به طول انجامد. به همین دلیل گیاه‌پالایی به کمک تیمارهای شیمیایی و بیولوژیکی مطرح گردید (Blaylock et al., ۱۹۹۷). به طوری که امروزه استفاده از برخی عوامل کلات‌کننده از مهمترین و کارآمدترین روش‌ها در آلودگی‌زدایی فلزات سنگین از خاک شناخته شده است (Wu et al., ۱۹۹۹). کلات کننده‌های شیمیایی و طبیعی می‌توانند جذب فلزات سنگین توسط گیاهان و فراهمی آنها را افزایش دهند (Luo et al., ۲۰۰۵).

آفتابگردان به خاطر تولید زیست‌توده بالا و تحمل غلظت بالای فلزات‌سنگین در محلول خاک و همچنین قابلیت انباشت مقادیر زیادی از فلزات‌سنگین به طوری وسیعی در پژوهش‌های گیاه‌پالایی مورد استفاده قرار گرفته است (Lasat, ۲۰۰۲). بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر اسید سیتریک بر اندوزش سرب توسط گیاه آفتابگردان در یک خاک شنی آلوده انجام شد.

مواد و روش‌ها
به منظور انجام این پژوهش، یک نمونه خاک از لایه ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک‌های واقع در نزدیکی معادن سرب و روی در جنوب شهر اصفهان جمع‌آوری شد. نمونه خاک هوا خشک شده و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، به منظور بررسی‌های آزمایشگاهی

آماده شد. اندازه‌گیری تعدادی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه از جمله: بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, ۱۹۸۶)، pH در سوسپانسیون ۲:۱ آب به خاک (Thomas, ۱۹۹۶)، EC در عصاره ۲:۱ آب به خاک (Rhoades, ۱۹۹۶)، کربنات کلسیم معادل (Loeppert and Suarez, ۱۹۹۶)، ظرفیت تبادل کاتیونی (Sumner and Miller, ۱۹۹۶) و مقدار ماده آلی به روش اکسیداسیون تر (Nelson and Sommers, ۱۹۹۶) تعیین شد. مقدار کل عنصر سرب با استفاده از اسید نیتریک ۴ نرمال (Sposito et al., ۱۹۸۲) در خاک عصاره‌گیری شد. مقدار سرب قابل استفاده در خاک با استفاده از عصاره‌گیر DTPA-TEA (Lindsay and Norvell, ۱۹۷۸)، اندازه‌گیری شد.

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام شد. در ابتدا عناصر غذایی لازم به خاک هر گلدان اضافه و رطوبت گلدان‌ها به حد ظرفیت زراعی رسانده شد. سپس ۵ بذر در عمق مناسب کاشته شده و پس از استقرار و سبز شدن کامل بذور در پایان هفته دوم، تعداد گیاهان به ۳ بوته تنک گردید. در طول دوره رشد گیاه، سعی شد رطوبت گلدان‌ها به حد ظرفیت زراعی نگهداشته شود. اسید سیتریک در سطوح غلظتی ۰، ۵/۰ و ۱ میلی‌مول بر کیلوگرم خاک (Karczewska et al., ۲۰۱۱)، به همراه آب آبیاری به طور منظم در طول دوره کشت به گلدان‌ها اضافه شد. در پایان، بخش هوایی گیاهان برداشت شده، توزین شده و پس از شستشو با آب مقطر و خشک کردن در آون (۷۰ درجه سانتی‌گراد) توزین و وزن خشک قسمت هوایی گیاه اندازه‌گیری شد. غلظت سرب در اندام‌های هوایی با روش خشک سوزانی هضم شده (Campbell and Plank, ۱۹۹۸) و به وسیله دستگاه جذب اتمی (مدل جی بی سی، ۹۳۲) تعیین گردید. وزن ماده خشک گیاهی، غلظت سرب در گیاه و جذب کل سرب در گیاه (حاصل‌ضرب وزن ماده خشک در غلظت سرب در گیاه) به عنوان پاسخ‌های گیاهی در نظر گرفته شد. برای بررسی تاثیر اسید سیتریک بر گیاه‌پالایی سرب توسط آفتابگردان ضریب انتقال فلز و ضریب تغلیظ زیستی با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (Doumett et al., ۲۰۰۸). مطالعات آماری با استفاده از نرم افزار Statistica انجام شد.

(۱) ضریب تغلیظ زیستی = (غلظت سرب در ریشه)/(غلظت سرب قابل استفاده در خاک)

(۲) (غلظت سرب در ریشه گیاه)/(غلظت سرب در اندام هوایی) = ضریب انتقال

نتایج و بحث

برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. بر پایه‌ی نتایج جدول ۱، خاک بکار رفته در این پژوهش، خاکی با کلاس بافتی لوم شنی، غیرشور، آهکی و با واکنش قلیایی بود. سازمان سلامت جهانی (WHO) بر اساس غلظت کل فلز در خاک محدوده هشدار را برای سرب، روی، مس و کادمیم به ترتیب ۳۵، ۹۰، ۳۰ و ۳۵/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین کرد (Tembo et al., ۲۰۰۶).

جدول ۱: برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منتخب خاک مورد مطالعه

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	$CaCo_3$ (٪)	ماده آلی (٪)	قابلیت هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	pH	سرب قابل استفاده $mg\ kg^{-1}$	سرب کل $mg\ kg^{-1}$	روی کل $mg\ kg^{-1}$	مس کل $mg\ kg^{-1}$
۱۸	۲۵	۵۷	۳۲	۸۲/۰	۴۴/۰	۲/۸	۳/۶	۲۵۰	۸۵۰	۲۵

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس اثر اسید سیتریک بر افزایش تجمع سرب در گیاه آفتابگردان و شاخص‌های گیاه آفتابگردان شامل ماده خشک شاخساره و ریشه، غلظت سرب در شاخساره و ریشه، جذب سرب شاخساره و ریشه، ضریب تغلیظ زیستی و فاکتور انتقال آفتابگردان را نشان می‌دهد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که اثر اسید سیتریک بر غلظت سرب در شاخساره و ریشه، جذب سرب شاخساره و ریشه، ماده خشک شاخساره، ضریب تغلیظ زیستی و فاکتور انتقال در سطح آماری یک درصد معنی‌دار است (جدول ۲).

جدول ۲: میانگین مربعات تجزیه واریانس شاخص های آفتابگردان (P<۰۵/۰)

منابع تغییر	درجه آزادی	غلظت در شاخساره	وزن خشک شاخساره	جذب شاخساره	غلظت در ریشه	وزن خشک ریشه	جذب در ریشه	ضریب تغلیظ زیستی	فاکتور انتقال

سیتریک اسید	۲	۶۱/۱۸**	۶۸/۰**	۰۰۰۱/۰**	۳۶/۸۴**	ns ۰۰۱۶/۰	۰۰۰۲/۰**	۱۷/۲۱**	۰۲۴/۰**
خطا	۶	۶۶/۰	۰۱/۰	۰۰۰۰۰۵/۰	۹۷/۰	۰۰۶۱/۰	۰۰۰۰۱/۰	۰۲/۰	۰۰۰۱/۰
%CV		۳/۸	۸/۴	۱۱	۲	۱۶	۴/۱۵	۲	۶

**، معني‌دار در سطح احتمال يك درصد و ns، عدم تفاوت معني‌دار در سطح آماری مي‌باشد.

مقایسه میانگین شاخص‌های گیاه آفتابگردان شامل ماده خشک شاخساره و ریشه، غلظت سرب در شاخساره و ریشه، جذب سرب شاخساره و ریشه، ضریب تغلیظ زیستی و فاکتور انتقال در جدول ۳ گزارش شده است. بیشترین ماده خشک شاخساره (۷۱/۲ گرم) تحت غلظت صفر اسید سیتریک و کمترین ماده شاخساره تحت تاثیر تیمار ۱ میلی‌مول بر کیلوگرم اسید سیتریک بود. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که با مصرف ۵/۰ میلی‌مول بر کیلوگرم اسید سیتریک ماده خشک شاخساره گیاه آفتابگردان به طور معنی‌داری (P<۰۵/۰) کاهش یافت. همچنین، با افزایش غلظت اسید سیتریک غلظت سرب در ریشه افزایش معنی‌داری (P<۰۵/۰) پیدا کرد. با افزایش غلظت اسید سیتریک از صفر به ۵/۰ میلی‌مول بر کیلوگرم غلظت سرب در شاخساره به طور معنی‌داری (P<۰۵/۰) افزایش و با افزایش غلظت از ۵/۰ به ۱ میلی‌مول بر کیلوگرم کاهش یافت. با افزایش غلظت اسید سیتریک جذب سرب در شاخساره به طور معنی‌داری کاهش و جذب سرب ریشه به طور معنی‌داری افزایش یافت. (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های گیاه آفتابگردان

تیمار		ماده خشک (gr)		غلظت (mg/kg)		جذب (mg/pot)		ضریب تغلیظ زیستی	فاکتور انتقال
		شاخساره	ریشه	شاخساره	ریشه	شاخساره	ریشه		
اسید	۰	۷۱/۲a	۴۶/۰a	۴/۹b	۳۵c	۰۲۵/۰a	۰۱۶/۰c	۵۶/۵c	۲۶۹/۰a
سیتریک (	۵/۰	۹۸/۱b	۵۱/۰a	۵/۱۲a	۶۶/۴۷b	۰۲۴/۰a	۰۲۴/۰b	۵۷/۷b	۲۶۲/۰a
(mmol/kg	۱	۸۱/۱b	۴۹/۰a	۵۶/۷c	۱۶/۶۸a	۰۱۳/۰b	۰۳۳/۰a	۸۲/۱۰a	۱۱/۰b

میانگین‌های با حروف مشابه (حروف کوچک) در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معني‌دار در سطح ۵ درصد

در مباحث گیاه پالایی بردباری گیاه و فاکتور انتقال عناصر از اندام زیرزمینی به هوایی مهم مي‌باشد (Lasat, ۲۰۰۰). مشکل عمده در جذب فلزات توسط گیاه، تحرک پائین آنها در خاک است که بدین منظور از کلات کننده‌ها برای افزایش تحرک عناصر استفاده می‌شود که این در پاره‌ای از موارد رشد گیاه و وزن تر آن را نیز افزایش می‌دهد (Fazal et al., ۲۰۱۰). بر اساس پژوهشهای انجام شده کاربرد کلات‌کننده‌ها در افزایش راندمان گیاه‌پالایی تاثیر زیادی دارد (Zhongqiu et al., ۲۰۱۰).

سان و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر EDTA و اسید سیتریک را در جذب فلزات سنگین توسط گیاه *Sedum alfredia* مورد مطالعه قرار دادند. به طوری که EDTA و اسید سیتریک در دو غلظت (۵ و ۸ میلی‌مول بر کیلوگرم خاک) در فاصله زمانی ۳۰ روز پس از کشت اعمال شدند. نتایج نشان داد که EDTA و اسید سیتریک تاثیر بازدارندگی بر رشد گیاه داشته و وزن خشک اندام‌هوایی را کاهش داده بودند. اضافه کردن کلات‌کننده‌ها افزایش موثری در تحرک فلزات سنگین در خاک داشته و باعث افزایش معني‌دار در تجمع فلزات سنگین در اندام هوایی شده بود. تحرک فلزات سنگین ناشی ازکاربرد اسیدهای آلی طبیعی به وسیله چندین مکانیسم شامل اسیدی کردن خاک، تبادل کاتیونی و احیا هیدرواکسیدهای فلزی محلول خاک توجیه می‌شود.

افزایش غلظت اسید سیتریک منجر به کاهش رشد گیاه به دلیل بروز اثرات سمی ناشی از عناصر سنگین شده است (Sun et al., ۲۰۰۸; Dawood et al., ۲۰۰۹) که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

افزایش غلظت سرب اندام هوایی در نتیجه مصرف اسید سیتریک را می‌توان به افزایش فراهمی سرب قابل استفاده خاک در نتیجه کاربرد این ماده نسبت داد. به طور کلی کاربرد ترکیبات کلات کننده با افزایش حلالیت و فراهمی فلزات سنگین در خاک منجر به افزایش غلظت آنها در گیاه می‌شود. وجود پیوندهای آلی- فلزی در ترکیب کلات و فلزات سبب می‌شود که فلزات کمتر در معرض کلوئیدها، هیدروکسیدها و اکسیدها قرار گرفته لذا مانع از رسوب و تثبیت آنها در خاک می‌شود. از طرفی کلات‌ها توسط ریشه گیاهان قابل جذب بوده، می‌توانند فلزات را از فاز جامد و غیرمحلول به فازهای تبادلی انتقال داده و در نهایت میزان جذب فلزات توسط گیاهان را افزایش دهند (Kabata-Pendias, ۲۰۰۱).

با افزایش غلظت اسید سیتریک از صفر به ۵/۰ میلی‌مول بر کیلوگرم فاکتور انتقال سرب در گیاه آفتابگردان تقریبا ثابت و با افزایش غلظت از ۵/۰ به ۱ میلی‌مول بر کیلوگرم به طور معنی‌داری (P<۰۵/۰) کاهش یافت (جدول ۳). ضریب انتقال در حقیقت نسبت غلظت فلز در اندام هوایی به غلظت فلز در ریشه بوده و نشانگر توانایی گونه‌های مختلف گیاهی در انتقال فلز از ریشه به قسمت هوایی است (Doumett et al., ۲۰۰۸). کاهش فاکتور انتقال سرب در گیاه آفتابگردان حاکی از آن است که در انتقال این عنصر از ریشه به بخش هوایی محدودیتهایی وجود داشته است.

با افزایش غلظت اسید سیتریک از صفر به ۵/۰ میلی‌مول بر کیلوگرم ضریب تغلیظ زیستی به طور معنی‌داری افزایش و با افزایش غلظت از ۵/۰ به ۱ میلی‌مول بر کیلوگرم کاهش یافت (جدول ۳). مقدار تغلیظ زیستی یك عنصر در گیاه از نسبت غلظت آن عنصر در گیاه به غلظت آن در خاک (رابطه ۱) محاسبه می‌شود (Kabata-Pendias, ۲۰۰۱). افزایش ضریب تغلیظ زیستی بیانگر توانایی بالاتر گیاه در پالودن عنصر مورد نظر می باشد. گونه های گیاهی با مقادیر ضریب تغلیظ زیستی ۱۰-۱، ۱/۰-۱، ۰۱/۰-۱/۰ و کمتر

۰/۱ باشد به ترتیب به عنوان بسیار اندوزش‌گر، با اندوزش متوسط، با انـدوزش کـم و غیراندوزشـگر شـناخته می‌شـوند (Bini et al., ۱۹۹۵). بر اساس تقسیم‌بندی بینی و همکاران (۱۹۹۵) گیاه مورد مطـالعه در ایـن پژوهـش، در گـروه گیاهـان بسـیار اندوزشـگر قـرار می‌گیرد.

منابع

خداوردی لو، ح. ۱۳۸۵. مدل سازی پالایش‌سبز خاک‌های آلوده به کادمیم و سرب. رساله دکتری تخصصی، دانشگاه تربیت مدرس.

Bini C., Gentili L., Maleci-Bini L. and Vaselli O. ۱۹۹۵. Trace elements in plants and soils of urban parks. Annexed to contaminated soil prost. INRA. Paris.

Blaylock M.J., Salt D.E., Dushenkov S., Zakharova O., Gussman C., Kapulnik Y., Ensley B.D. and Raskin I. ۱۹۹۷. Enhanced accumulation of Pb in Indian Mustard by soil-applied chelating agents. Environmental Science and Technology, ۳۱: ۸۶۰-۸۶۵.

Campbell C.R. and Plank C.O. ۱۹۹۸. Preparation of plant tissue for laboratory analysis. In: Kalra, Y.P. (Ed). Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press, Taylor and Francis Group. pp. ۳۷-۵۰.

Dawood M., Chen F., Zhao J., Zhang G. and Wu F. ۲۰۰۹. Comparison of EDTA and citric acid enhanced phytoextraction of heavy metal in artificially metal contaminated soil by Typha agustifolia. International Journal of Phytroemediation, ۱۱:۱۰۹-۱۲۱.

Doumett S., Lamperi L., Checchini L., Azzarello E., Mugnai S., Mancuso S., Petruzzelli G. and Del Bubba M. ۲۰۰۸. Heavy metal distribution between contaminated soil and Paulownia tomentosa, in a pilot-scale assisted phytoremediation study: Influence of different complexing agents. Chemosphere, ۷۲:۱۴۸۱-۱۴۹۰.

Fazal H., Asghari B. and Fuller M. P. ۲۰۱۰. The improved phytoextraction of lead (Pb) and the growth of maize (*Zea mays* L.,): the role of plant growth regulators (GA۳ and IAA) and EDTA alone and in combinations. Chemosphere, ۸۰:۴۵۷-۴۶۲.

Gee G.W. and Bauder J.W. ۱۹۸۶. Particle size analysis. p. ۴۰۴-۴۰۷. In Klute A. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part ۱. ۲nd edition. Agron. Monogr. ۹. ASA and SSSA, Madison, WI.

Kabata-Pendias A. ۲۰۰۱. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Karczewska A., Orlow K., Kabala C., Szopka K. and Galka B. ۲۰۱۱. Effects of chelating compounds on mobilization and phytoextraction of copper and lead in contaminated soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۲:۱۳۷۹-۱۳۸۹.

Lasat M. M. ۲۰۰۰. Phytoextoraction of metals from contuminated soil: A review of plant/ soil/ metal. Interaction and assessment of pertinent agronomic issues. Journal of Hazardosus Substance Research, ۲: ۱- ۲۵.

Lasat M.M. ۲۰۰۲. Phytoextraction of toxic metals: A review of biological mechanisms. Journal of Environmental Quality, ۳۱: (۱) ۱۰۹-۱۲۰.

Lindsay W. L. ۱۹۷۹. Chemical Equilibria in Soils. Wiley, New York.

Lindsay W.L. and Norvell W.A. ۱۹۷۸. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, ۴۲:۴۲۱-۴۲۸.

Loeppert R.H. and Suarez D.L. ۱۹۹۶. Carbonate and gypsum. p ۴۳۷-۴۷۴. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Lu L.L., Tian S.K., Yang X., Wang X.C., Brown P. and Li Z. ۲۰۰۸. Enhanced root to shoot translocation of cadmium in the hyperaccumulating ecotype of Sedum alfredii. Journal of Experimental Botany, ۵۹: ۱۱. ۳۲۰۳-۳۲۱۳.

Luo C., Shen Z. and Li X. ۲۰۰۵. Enhanced phytoextraction of Cu, Pb, Zn and Cd with EDTA and EDDS. Chemosphere, ۵۹:۱-۱۱.

McBride M.B. ۱۹۹۴. Environmental Chemistry of Soils. Oxford University Press, New York.

Nelson D.W. and Sommers L.E. ۱۹۹۶. Carbon, organic carbon, and organic matter. p. ۹۶۱-۱۰۱۰. In D.L. Sparks, (ed.) Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Rhoades J.D. ۱۹۹۶. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. p. ۴۱۷-۴۳۵. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Sposito G.L., Lund J. and Chang A.C. ۱۹۸۲. Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd, and Pb in solid phases. Soil Science Society of America Journal, ۴۶:۲۶۰-۲۶۵.

Sumner M.E. and Miller P.M. ۱۹۹۶. Cation exchange capacity and exchange coefficient. p. ۱۲۰۱-۱۲۳۰. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Sun H., peng L., Miao-Zhen C., Gen Di X.X., Lad-Bin Z. and Ai-Hong J. ۲۰۰۸. Effect of exogenous organic acids on Cr tolerance, uptake and translocation by *Canna indica* L. Journal of Soil and Water Conservation, ۲:۲-۱۷.

Sun U.B., Zhou Q., An J., Liu W. and Liu R. ۲۰۰۹. Chelator-enhanced phytoextraction of heavy metals from contaminated soil irrigated by industrial wastewater with the hyperaccumulator plant. Geoderma, ۱۵۰:۱۰۶-۱۱۲.

Tembo B.D., Sichilongo K. and Cernak J. ۲۰۰۶. Distribution of copper, lead, cadmium and zinc concentrations in soils around Kabwe town in Zambia. Chemosphere, ۶۳: ۴۹۷-۵۰۱.

Thomas G.W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. p. ۴۷۵-۴۹۰. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.

Wu J.S., Hsu F.S. and Cunningham S. ۱۹۹۹. Chelate -assisted Pb phytoextraction: Pb availability, uptake and translocation constrains. Environental Science Technology, ۳۳: ۱۸۹۸- ۱۹۰۴.

Zhongqiu Z., Meizhu X., Guangyu J., Xiaona L., Zhongke B. and Yizong H. ۲۰۱۰. Effects of IDSA, EDDS and EDTA on heavy metals accumulation in hydroponically grown maize (*Zea mays* L.,). Journal of Hazardous Materials, ۱۸۱:۴۵۵-۴۵۹.

Abstract

Phytoremediation is a potentially cost-effective solution for the remediation of contaminated soils. Increasing the solubilization of the contaminants with limited bioavailability, such as lead (Pb), and facilitating its transport to plant is vital to the success of phytoremediation. In the present study, the capability of sunflower (Helianthus annuus L.) to accumulate Pb was studied in a sandy Pb-contaminated soil. Citric acid was applied to the soil at concentrations levels of ۰, ۰.۵ and ۱ mmol per kg soil. Dry biomass, Pb concentration in plant shoot, and total Pb removal from soil was measured. The research indicated that the accumulation of metal in the shoots of plants can be enhanced through the application of citric acid to the soil, facilitating high biomass accumulation as well as metal uptake.

بررسی تأثیر سطوح مختلف فسفر بر صفات کیفی گیاه نیشکر در مزارع بازرویی چهارم

عبدالغفور احمدپور داشلی برون [۱]،محمد نظری [۱]، علی قاطعی [۲]، عبدالمهدی بخشنده [۲]
۱- کارشناس ارشد خاکشناسی و زراعت کشت و صنعت امام خمینی ۲- عضو هیأت علمی دانشگاه رامین ملاثانی

چکیده
به‌منظور بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف فسفر بر عملکرد کیفی گیاه نیشکر ، آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کشت و صنعت امام خمینی(ره) در استان خوزستان اجرا گردید. فاکتور فسفر شامل چهار سطح صفر، ۸/۳۶، ۶/۷۳ و ۴/۱۱۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع کود سوپر فسفات تریپل اعمال گردید. صفات کیفی شامل عملکرد شکر سفید (SY)، درصد ساکارز (Pol)، درصد مواد جامد محلول (Brix)، درصد خلوص شربت (Pty) و درصد شکر قابل استخراج تصفیه شده (RS) مورد بررسی قرار گرفتند. سطوح مختلف فسفر تاثیر مثبت و معنی‌داری بر تمام صفات کیفی به غیر از درصد مواد جامد محلول داشت.
واژه های کلیدی: نیشکر، درصدساکارز،درصد مواد جامد محلول، درصد خلوص شربت

مقدمه
قند یك محصول بسیار باارزش به شمار می‌رود. تقریباً ۶۰ درصد قند تولیدی دنیا از نیشکر و بقیه از چغندرقند حاصل می‌شود. صنعت تولید قند کارفرمای بزرگی به شمار آمده و شغل‌های باصرفه‌ای را در بخش زراعت برای میلیون‌ها نفر متخصص و غیرمتخصص در فن‌آوری و تصفیه‌ی قند در سراسر جهان تأمین می‌کند (هانسیگی[۲۹]، ۱۳۸۰).
درك اساسی از تغذیه گیاه نیشکر برای مدیران مزرعه و متخصصین کشاورزی در جهت اطمینان از برقراری توازن صحیح بین نیاز غذایی محصول، ظرفیت خاك برای تأمین عناصر غذایی و مدیریت کود ازنظر مقدار، جایگذاری و زمان کوددهی، بدون به خطر انداختن حاصل‌خیزی خاك و سایر اجزای محیط زیست، بسیار مهم است (مایر و همکاران[۳۰]، ۱۳۹۲) .
نیشکر(*Saccharum officinarum* L.) ، گیاهی است که دارای رشد فوق‌العاده با مسیر فتوسنتزی C_4 است. در بیشتر کشورها چرخه‌ی تولید نیشکر معمولاً بین ۵ تا ۶ سال طول می‌کشد، که در طول این مدت ۴ تا ۵ بار برداشت می‌شود، (مایر و همکاران، ۱۳۹۲).
فسفر در کلیه فرایندهای بیوشیمیایی، ترکیبات انرژی‌زا و سازوکارهای انتقال انرژی دخالت دارد. در ضمن، فسفر جزئی از پروتئین سلول بوده و به‌عنوان بخشی از پروتئین هسته، غشای سلولی و اسیدهای نوکلئیك نقش ویژه‌ای دارد. کمبود فسفر، فعل‌وانفعالات سوخت‌وساز، نظیر تبدیل قند به نشاسته را متوقف می‌سازد (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳).
بوختیار و ساکورای[۳۱] (۲۰۰۳) اظهار داشتند عملکرد شکر تحت تأثیر سطوح فسفر خاک افزایش یافت.
بازرویی یعنی گیاه نیشکر و برخی محصولات خاص، پس از بریده شدن در زمان برداشت، بدون آن‌که مجدداً کشت گردند می‌توانند گیاهی تازه را به وجود بیاورند. عملیات داشت مزارع بازرویی نیشکر ادامه پیدا می کند تا این که محصولی جدید از آن برداشت شود.

ازآنجاکه به‌طورمعمول در مزارع نیشکر، فسفر موردنیاز گیاه فقط یک‌بار در سال، آن‌هم قبل از کشت به خاک اضافه می‌گردد. به نظر می‌رسد از بازرویی چهارم به بعد (سال پنجم به بعد) نیاز گیاه به فسفر تأمین نمی‌گردد لذا در این پژوهش اثر تأمین فسفر گیاه نیشکر در سن بازرویی چهارم بررسی شد.
با توجه به موارد مذکور اهداف این طرح عبارتند از:
۱-تعیین مناسب‌ترین مقدار کود فسفره موردنیاز برای مزارع بازرویی سال چهارم نیشکر در خوزستان.
۲-بررسی تأثیر فسفر بر عملکرد کیفی نیشکر.
۳-بررسی امکان حفظ مزارع بازرویی چهارم نیشکر از طریق تأمین فسفر مورد نیاز و افزایش محصول شکر.

مواد و روش‌ها
به‌منظور بررسی تأثیرکاربرد سطوح مختلف فسفر و نیتروژن شروع کنندهٔ رشد بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه نیشکر رقم Cp۶۹-۱۰۶۲ در مزارع بازرویی چهارم (راتون چهار) آزمایش مزرعه‌ای یک ساله طراحی و اجرا گردید.

[۲۹] - Hunsigi
[۳۰] - Meyer et al.
[۳۱] - Bokhtiar and Sakurai

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه نیشکر SC۱۱-۱۸ کشت و صنعت نیشکر امام خمینی(ره) که درحدود ۴۰ کیلومتری جنوب شوشتر و ۵۰ کیلومتری شمال اهواز در استان نیشکر خیز خوزستان اجرا شد. این منطقه با توجه به آمار هواشناسی در اقلیم خشک و نیمه خشک طبقه‌بندی می‌شود. متوسط بارندگی سالیانه ۳/۲۶۸ میلی متر، متوسط درجه حرارت سالیانه هوا ۹/۲۴ درجه سانتیگراد می‌باشد.

آزمایش به صورت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور فسفر نیز از منبع کود سوپرفسفات تریپل در ۴ سطح صفر، ۸/۳۶، ۶/۷۳ و ۴/۱۱۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار و به نام‌های (P۰)، (P۱)، (P۲) و (P۳)، عرضه شد.

صفات کیفی شامل عملکرد شکر سفید (SY)، درصد ساکارز (Pol)، درصد مواد جامد محلول (Brix)، درصد خلوص شربت (Pty) و درصد شکر قابل استخراج تصفیه شده (RS) مورد بررسی قرار گرفتند. کلیه محاسبات آماری و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد. در نهایت جهت رسم منحنی‌ها و نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که عملکرد شکر سفید، درصد ساکارز، درصدخلوص شربت و درصد شکر قابل استخراج در سطح ۱ درصد اختلاف مثبت معنی دار داشتند ولی درصد مواد جامد محلول اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۱).

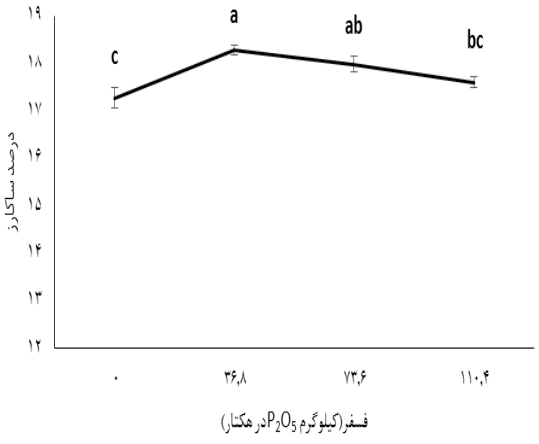
اچولا و امولو[۳۲] (۲۰۰۵) نتیجه گرفتند که سطوح مختلف فسفر تأثیر معنی‌داری بر روی پارامترهای کیفی واریته‌های نیشکر از قبیل پل، بریکس، درصد فیبر و درصد شکر داشتند.

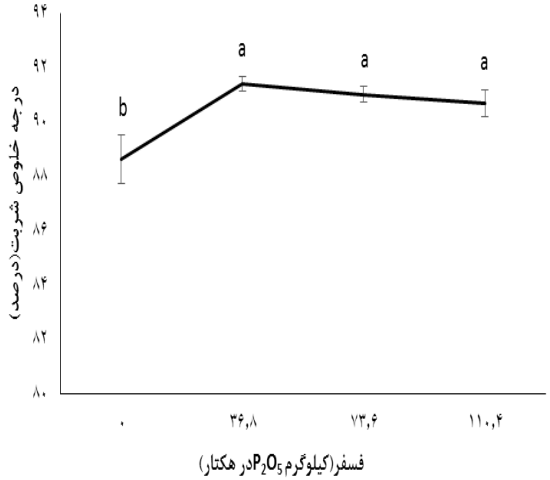
جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس صفات مربوط به خصوصیات صفات کیفی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد مواد جامد محلول (Brix)	درصد ساکارز (Pol)	درجه خلوص شربت (Pty)	درصد شکر قابل استخراج (RS)	عملکرد شکر (SY)
بلوک	۲	۱۹۴/۰ ns	۴۳۸/۰ ns	۰۱۷/۷ ns	۲۳۱/۰ ns	۶۱۹/۶۶۹۸ ns
فسفر (P)	۳	۶۴۷/۰ ns	۷۶۲/۱**	۷۵۵/۱۳**	۵۵۵/۰**	۸۷۵/۴۷۴۱۶**
اشتباه آزمایشی	۶	۳۰۰/۰	۱۷۵/۰	۴۸۶/۲	۱۱۷/۰	۸۸۷/۳۶۷۸
ضریب تغییرات	-	۷۸/۲	۳۵/۲	۷۴/۱	۰۲/۳	۵۹/۶

ns غیر معنی‌دار * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

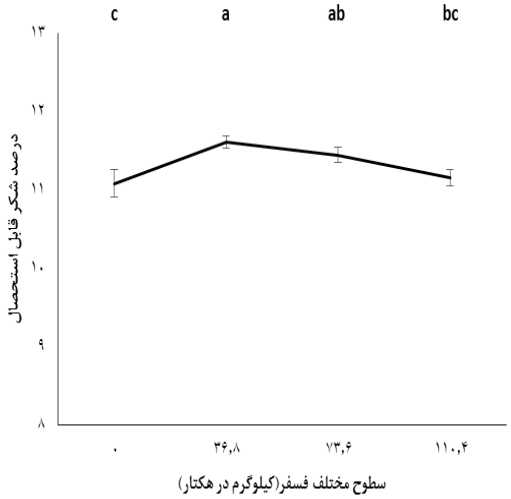
شکل های ۱ تا ۴ به ترتیب مربوط به مقایسه میانگین درصد ساکارز، درجه خلوص شربت، درصد شکر قابل استحصال و عملکرد شکر می باشد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد(فسفر صفر) بود.



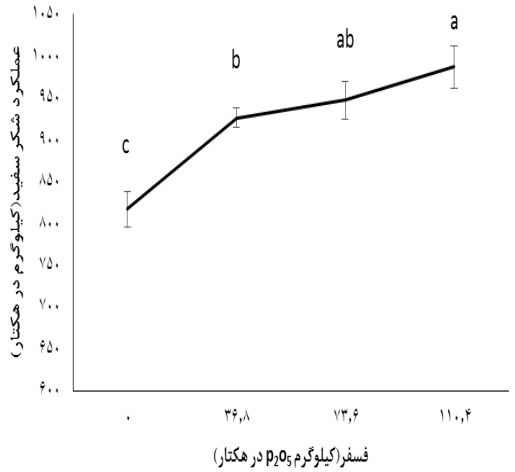


۳۲ - Ochola and Omollo

شکل ۱ -تأثیر سطوح مختلف فسفر بر درصد ساکارز



شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف فسفر بر درجه خلوص شربت



شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف فسفر بر درصدشکر قابل استحصال

شکل ۴- تأثیر سطوح مختلف فسفر بر عملکرد شکر سفید

با توجه به اشکال مقایسه میانگین ها سطوح مختلف فسفر بر روی درصد ساکارز، درجه خلوص شربت، درصد شکر قابل استحصال تأثیر مثبت افزایشی نسبت به عدم کاربرد فسفر داشته است اما با افزایش سطوح فسفر بالاتر از ۸/۳۶ کیلوگرم P_2O_5 درهکتار ، صفات فوق اندکی کاهش پیدا کرد. عملکرد شکر سفید در هکتار نیز با افزایش سطوح مختلف فسفر افزایش داشته است.
به نظر می‌رسد کاهش صفات کیفی در سطوح بالاتر فسفر به دلیل اثر آنتاگونیستی بین فسفر و روی بر همدیگر است. فیضی‌اصل و ولی‌زاده (۱۳۸۳) گزارش کردند که با افزایش میزان فسفر در خاك، غلظت روی در گندم به طور چشمگیری (۱۱ الی ۱۴ درصد) کاهش یافت. مارشنر[۳۳] (۲۰۰۲) نیز تأثیر منفی افزایش میزان فسفر خاك بر جذب عنصر روی را گزارش کردند. هانسیگی (۲۰۰۱) اظهار داشت افزودن فسفر در یک سطح بهینه موجب افزایش ساکارز در شربت شد.
این مطالعه نشان داد که عکس‌العمل گیاه نیشکر به فسفر در بازرویی چهارم معنی‌دار شد. عملکرد شکر در تیمار ۴/۱۱۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار حداکثر بود و ۲/۹۸۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. که با سایر تیمارهای فسفر معني‌دار بود.

منابع

فیضی اصل، و و غ. ولی‌زاده. ۱۳۸۳. اثر کاربرد تؤام فسفر و روی در غلظت عناصر غذایی و عملکرد گندم دیم رقم سرداری (Triticum aestivum). مجله علوم زراعی ایران. ۶ (۳). ۲۳۳-۲۳۸.
مایر، ج.، پ، رین، ترنر. پ و ماتیاس، ك. ۱۳۹۲.مدیریت بهینه در صنعت نیشکر، جلد اول. مترجمان: حمیدرضا بهروان، اسکندر زند و فرح شفیعی بافتی. انتشارات کردگار. اهواز.
ملکوتی، م. ج و م. همایی. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاکها و کودها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
هانسیگی، جی. ۱۳۸۰. زراعت نیشکر. مترجم: بهرام میرشکاری. دانشگاه آزاد اسلامی (تبریز).

Bokhtiar. S. M. and K. Sakurai. ۲۰۰۳. Sugarcane Response to Soil Phosphorus Better Crops International Vol. ۱۷, No. ۱, May ۲۰۰۳. Pp۲۰-۲۵
Marschner, H. ۲۰۰۲. Mineral nutrition of higher plants. Elsevier Science Ltd.
Ochola. P and J.O. Omollo. ۲۰۰۵. Influence of Residual phosphorus on yield and quality of sugarcane. Pp. ۷۳۲-۷۳۶.

۳۳- Marschner

Abstract

Designed to investigate the effects of different levels of phosphorus on the quality of sugarcane, field experiment in a randomized complete block design with three replications in agricultural Imam Khomeini was conducted in Khuzestan province. P factor of four levels of zero, ۳۶.۸, ۷۳.۶ and ۱۱۰.۴ kg P_2O_5 in ha of triple superphosphate fertilizer was applied. Quality traits of white sugar yield (SY),% sucrose (Pol), soluble solids (Brix), the purity of the syrup (Pty) and the percentage of extractable refined sugar (RS) were studied. Different levels of phosphorus and significant positive impact on all the quality traits, except for the soluble solids.

توزیع شکل‌های مختلف مس و ارتباط آن با خصوصیات خاک‌هایاستان گیلان

فاطمه روستایی [۱]، ابراهیم ادهمی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشدعلوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، ۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

چکیده
مطالعه حاضر برای تعیین شکل‌های مختلف مس در خاک‌های استان گیلان و ارتباط آن‌ها با خصوصیات خاك انجام شد. عصاره‌گیری متوالی با آب مقطر، استات آمونیوم ۷pH، استات آمونیوم ۵pH، هیدروکسیل آمین هیدروکلریدریک در استیک اسید ۲۵%(حجمی/حجمی)، پراکسید هیدروژن و استات آمونیوم ۲۰%(حجمی/حجمی) و نیتریک اسیدبرای استخراج شکل‌های محلول، تبادلی، کربناتی، اکسیدی، آلی و باقیماندههانجام شد. نتایج نشان داد که ترتیب فراوانی شکل‌های مس به صورت باقیمانده>متصل به ماده‌ی‌آلی>اکسیدی> کربناتی بوده است. همبستگی شکل‌های مختلف مس و خصوصیات خاک نشان داد که مس کربناتی با درصد سیلت همبستگی منفی معنی‌دار و مس متصل به ماده آلی با درصد کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی همبستگی مثبت معنی‌دار دارد. در حالی‌که شکل‌های اکسیدی و باقیمانده با هیچیک از خصوصیات خاک همبستگی معنی‌داری را نشان ندادند.

واژه های کلیدی: عناصر کم مصرف، مس، خاک هایاستان گیلان، عصاره‌گیری متوالی

مقدمه
مس از جمله عناصر ضروری برای رشد و توسعه‌ی گیاهاناست (اسکندری و مظفری، ۱۳۹۱) که اغلب به حالت دو ظرفیتیی کلات جذب گیاهمی‌شود (تابنده و همکاران، ۱۳۸۷).دامنه غلظت مس در خاك‌ها بین ۲ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با میانگین ۳۰ میلي‌گرم در کیلوگرم مي‌باشد. مس معمولا در خاك‌های قلیایی در کربنات‌ها و در خاك‌های اسیدی در اکسیدهای آهن وجود دارد. افزایش pHبه بیشتر از ۶ هیدرولیز مس را در پی دارد که سبب جذب قوي‌تر مس به وسیله کانی‌های رسی و مواد آلی مي‌شود. ماده آلی اولین ترکیبی است که سبب جذب مس شده و به راحتی ایجاد کمپلکس مي‌کند. چنانچه pH افزایش یابد کلوئیدهای آلی با وزن مولکولی زیاد افزایش و در نتیجه سطوحی که می‌تواند مس را جذب کند افزایش مي‌یابد(حسین پور، ۱۳۸۷).
مس به صورت جزء ساختمانی در کانی‌های رس وجود دارد. اکسیدهای آبدار آهن و آلومینیوم نقش مهمی در نگه‌داری مس ایفا می‌کند. همچنین مواد آلینقش مهمي در نگه‌داری مس ایفا می‌کند. عوامل مختلف ازجمله pH، نوع و مقدارمواد آلی، برهمکنش سایر عناصر در محلول خاک، کاربرد کود، مواد بهساز خاک، غرقاب شدن، عوامل محیطی و عوامل گیاهی بر قابلیت استفاده‌ی مس برای گیاه تاثیر دارد(معزاردلان و ثواقبی، ۱۳۸۱).
اندازه‌گیری شکل‌های مختلف عناصر در خاک در مطالعه نگهداری و آزاد سازی عناصر به وسیله‌ی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعیین دقیق این اجزا در مطالعات مربوط به خاک و گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا این شکل‌ها با ریشه‌های گیاه در ریزوسفر برهم کنش دارند(زلفی باوریانی و مفتون، ۱۳۸۹).
محققان از روش‌های متفاوتی برای جداسازی شکل‌های مختلف عناصر کم مصرف بهره برده‌اند. مک‌لارن و کروفور، شکل‌های مختلف مس را به پنج جزء شامل مس محلول و قابل تبادل، بخشی از مس که به طور ضعیف به مکان‌های ویژه متصل شده، مس متصل به ماده آلی، مس رسوب داده شده بوسیله‌ی مواد اکسیدی و مس باقیمانده که به طور عمده در ساختار شبکه رس وجود دارد، تقسیم نمودند (McLaren and Crawford., ۱۹۷۳).
شومن روش دیگری را برای جداسازی شکل‌های مختلف عناصر کم مصرف در خاك‌های اسیدی به کار برد. شکل‌های مختلف این عناصر شامل بخش‌های هم رسوب شده با اکسیدهای آهن بي‌شکل، اکسیدهای آهن متبلور، اکسیدهای منگنز و همچنین شکل‌های تبادلی، آلی و همراه با شن، سیلت و رس بود (زلفی باوریانی و مفتون، ۱۳۸۹).
تیسر و همکاران عناصر کم مصرف را به پنج جزء قابل تبادل، متصل به کربنات‌ها، متصل به اکسیدهای آهن و منگنز، متصل به ماده آلی و باقیمانده تقسیم کردند(Tessieret al ۱۹۷۹,.). مولینگ و همکاران گزارش کردند که مس مصرفی در خاک عمدتا به شکل آلی تبدیل می‌شود (زلفی باوریانی و مفتون، ۱۳۸۹). عمده ترین شکل قابل جذب مس، شکل‌های تبادلی، جذب سطحی شده و آلی است(McLaren and Crawford., ۱۹۷۳).
با توجه به تفاوت شرایط اقلیمی و در پی آن وضعیت متفاوت خاک‌های استان گیلان با اکثر نقاط کشور، مطالعه‌ی حاضر در راستای دست یافتن به اطلاعات بیشتر از وضعیت خاک‌های این منطقه و با اهداف زیر انجام شد: ۱. بررسی شکل‌های مختلف عنصر مس ۲. تعیینارتباط میان شکل‌هایمختلف مس با خصوصیات خاک‌ها.

مواد و روش‌ها

بیست نمونه خاک سطحی از نقاط مختلف استان گیلان جمع آوری شد. در زمان نمونه برداری اراضی تحت کشت گیاهانی مانند برنج، مرکبات، چای، زیتون و بادام بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های انتخاب شده در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

خصوصیات خاک	محدوده تغییرات	میانگین± انحراف معیار
کربن آلی(درصد)	۶۷/۵-۰۸۹/۰	۲۸/۱±۸۹/۲
رس(درصد)	۵۲-۸/۷	۵۱/۱۲±۹۲/۳۱
سیلت(درصد)	۵۹-۵/۲۵	۷۷/۸±۶۴/۴۳
شن(درصد)	۷/۶۳-۲	۴۹/۱۸±۴۵/۲۴
CCE (درصد)	۵/۱۶-۵۳/۱	۹۴/۴±۳۷/۷
pH	۶/۷-۲/۴	۹۶/۰±۵۷/۶
CEC(cmol+/Kg)	۹/۵۱-۲/۱۴	۰۶/۹±۵۷/۳۵
FeO(ppm.soil)	۹۳۴۸-۵۸۲	۲۲۲۶±۴۹۷۵

CEC،CCE و FeO به ترتیب کربنات کلسیم معادل، ظرفیت تبادل کاتیونی و اکسید آهن است.

شکل‌های مختلف مس با عصاره‌گیری متوالی براساس روش پیشنهادی کاشم و همکاران (Kashem et al., ۲۰۰۷) با نسبت خاک به میلی‌لیتر عصاره‌گیر ۲۰:۲ در دو تکرار انجام شد. خلاصه روش عصاره‌گیری متوالی در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- خلاصه روش عصاره‌گیری متوالی برای تعیین شکل‌های مس(کاشم و همکاران، ۲۰۰۷)

مرحله	جزء	عصاره‌گیر	مدت واکنش (ساعت)	نحوه تکان دادن نمونه‌ها	دما (سانتی‌گراد)
۱	محلول	آب مقطر	۱	مداوم	دمای اتاق
۲	تبادلی	NH_4OAc ۱ مولار (pH=۷)	۲	مداوم	دمای اتاق
۳	کربناتی	NH_4OAc ۱ مولار (pH=۵)	۲	مداوم	دمای اتاق
۴	اکسیدی	$NH_4OH.HCL$ ۰۴/۰ مولار در استیک اسید ۲۵% (حجمی/حجمی) (pH=۳)	۶	گهگاهی	۸۰
۵	آلی	H_2O_2 (pH=۲) ۳۰% و NH_4OAc ۲/۳ مولار در اسید نیتریک ۲۰% (حجمی/حجمی)	۶	گهگاهی	۸۰
۶	باقیمانده	HNO_3 ۷ مولار	۶	گهگاهی	۸۰

پس از هر مرحله، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۷۵۰۰ g سانتریفوژ شد و محلول زلال رویی با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شد. غلظتمس در نمونه‌ها با دستگاه جذب اتمی هیتاچی مدل ۲۳۰۰ ZCASTقرائت شد و ضرایب همبستگی بین شکل‌های مختلف مس و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با برنامه آماری SPSS ۱۶مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

در خاک‌های مورد مطالعه pHبین ۲/۴تا ۶/۷، رس و سیلت به ترتیب بین ۸/۷ تا ۵۲ و ۵/۲۵ تا ۵۹ درصد، کربنات کلسیم معادل بین ۵۳/۱ تا ۵/۱۶ درصد، کربن آلی بین ۰۸۹/۰ تا ۶۷/۵ درصد و ظرفیت تبادل کاتیونی بین ۲/۱۴ تا ۹/۵۱ میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خاک بودند (جدول ۱). مقادیر مس محلول و مس تبادلی کمتر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بود. مس کربناتی، مس متصل به اکسیدهای آهن و منگنز، مس متصل به ماده‌ی آلی و مس باقیمانده به ترتیب در محدوده‌های ۷/۵-۱۵/۰، ۴/۲۰-۴۵/۰، ۲۵/۳۱-۸۵/۱، ۰۵/۷۸-۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (جدول ۳). فراوانی میانگین مس عصاره‌گیری شده بصورت مس باقیمانده>مس متصل به ماده‌ی‌آلی>مس متصل به اکسیدهای آهن و منگنز>مس کربناتی بود. نتایج نشان داد که در مجموع مقادیر شکل‌های مس متحرک(مجموع شکل‌های محلول، تبادلی و کربناتی)بسیار کمتر از مجموع مقادیر شکل‌های مس غیر متحرک(مجموع شکل‌های متصل به اکسیدهای آهن و منگنز، متصل به ماده آلی و باقیمانده) بود.

جدول ۳- محدوده و میانگین غلظت شکل‌های مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در خاک‌های مورد مطالعه

شکل‌های مس	محدوده	میانگین ± انحراف معیار	مقادیر نسبی (درصد)
مس کربناتی	۷/۵-۱۵/۰	۰۱۹/۱±۵۷۲/۰	۲۱/۱
مس متصل به اکسیدهای آهن و منگنز	۴/۲۰-۴۵/۰	۹۷۳/۲±۵۱۵/۲	۳۵/۵
مس متصل به ماده آلی	۲۵/۳۱-۸۵/۱	۷۳۴/۴±۴۰۵/۱۷	۳۷
مس باقی‌مانده	۰۵/۷۸-۱۰	۵۰۰/۱۲±۴۸۷/۲۶	۴/۵۶

کمتر بودن مقادیر مس محلول و تبادلی از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی را احتمالا می‌توان نشانه‌ی آن دانست که در خاک‌های مورد مطالعه جذب مس به صورت تبادلی و فیزیکی انجام نشده، بلکه مس در این خاک‌ها به وسیله کربنات‌ها، اکسیدهای آهن و منگنز، مواد آلی و کانی‌ها به صورت ویژه جذب شده است. تابنده و همکاران (۱۳۹۲) مقدار مس تبادلی را در خاک‌های آهکی استان فارس، بسیار ناچیز گزارش کردند.

شکل کربناتی با میانگین ۵۷۲/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فقط ۲۱/۱ درصد از کل مس خاک‌های مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. شکل کربناتی با درصد سیلت خاک همبستگی منفی معنی‌داری (در سطح احتمال ۵ درصد) نشان داد (جدول ۴). ما و یورن (۱۹۹۵) بیان کردند که جزء کربناتی پس از جزء محلول در آب و تبادلی کمترین جزء مس موجود در خاک را شامل می‌شود. علوی و همکاران (۱۳۹۱) سهم شکل کربناتی را ۶ درصد مس کل گزارش کردند.تابنده و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای بین شکل کربناتی مس و درصد سیلت خاک همبستگی مثبت و معنی‌داری (سطح احتمال ۵ درصد) گزارش کردند.

جدول ۴- ضرایب هبستگی میان شکل‌های مس و خصوصیات خاک

خصوصیات خاک	مس کربناتی	مس اکسیدی	مس متصل به ماده آلی	مس باقیمانده

	-ns۲۲۳/۰	-ns۰۷۸/۰	۸۱۱/۰**	
کربن آلی(درصد)				-ns۰۸۴/۰
رس(درصد)	-ns۴۸۰/۰	ns۰۵۱/۰	ns۱۷۸/۰	ns۱۸۳/۰
سیلت(درصد)	-۸۳۹/۰*	ns۰۲۰/۰	ns۰۷۳/۰	ns۰۷۸/۰
شن(درصد)	ns۷۰۰/۰	-ns۰۴۴/۰	-ns۱۵۵/۰	-ns۱۶۱/۰
کربنات کلسیم معادل(درصد)	ns۱۰۴/۰	-ns۰۳۹/۰	-ns۰۱۰/۰	ns۰۵۰/۰
pH	ns۴۲۷/۰	ns۱۰۵/۰	-ns۱۹۲/۰	-ns۰۹۷/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی (meq/۱۰۰gr soil)	-ns۱۶۳/۰	ns۲۵۶/۰	۶۳۹/۰**	ns۳۵۲/۰
اکسید آهن(درصد)	-ns۴۷۹/۰	ns۰۷۲/۰	ns۳۰۶/۰	ns۰۰۱/۰

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد. ns: معنی دار نیست.

در مطالعه‌ی حاضر، شکل مس متصل به اکسیدهای آهن و منگنز به صورت میانگین ۵۱۵/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. مس اکسیدی با هیچ یک از خصوصیات خاک همبستگی معنی‌داری نشان نداد. علوی و همکاران (۱۳۹۱) در خاک‌های استان گلستان مقدار مس متصل به اکسیدهای آهن (بی‌شکل و متبلور) را پس از شکل باقیمانده، بیشترین مقدار بیان کردند که با pHدر سطح احتمال یک درصد ارتباط منفی معنی‌داری دارد. سینگ و همکاران (۱۹۸۸) بیان کردند که مس متصل به اکسیدهای آهن و منگنز با کربن آلی خاک همبستگی منفی معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد دارد در صورتی که با سایر خصوصیات خاک همبستگی معنی‌داری گزارش نشده است.

شکل آلی مس با میانگین ۴۰۵/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، اهمیت مواد آلی را در جذب مس در خاک‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. شکل آلی مس با کربن آلی (درصد) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک همبستگی مثبت و معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد. حسین‌پور(۱۳۸۷) بیان کرد که ماده آلی اولین ترکیبی است که سبب جذب مس شده و به راحتی ایجاد کمپلکس می‌کند. سالاردینی(۱۳۸۴) بیان کرد که مواد آلی نقش مهمی در نگه‌داری مس دارد.

مقدار شکل باقیمانده در این پژوهش بین ۱۰ تا ۰۵/۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک متغیر بوده و بیشترین سهم را از مجموع شکل‌های مس به خود اختصاص داده است. این جزء مس با هیچ یک از خصوصیات خاک همبستگی معنی‌داری نشان نداد. تابنده و همکاران (۱۳۹۲) میانگین شکل باقیمانده را ۸۶/۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بیان کردند که ۴۸ درصد مس کل را شامل می‌شود که از نتیجه به دست آمده در این مطالعه کمتر است. علوی و همکاران (۱۳۹۱) مقدار مس باقیمانده را در خاک‌های استان گلستان حدود ۳۷ درصد از مجموع شکل‌های مس گزارش کردند که نسبت به مطالعه حاضر کمتر است.

نتایج حاصل از عصاره‌گیری متوالی حاکی از آن است که بخش عمده مس خاک‌ها به شکل باقیمانده (۴/۵۶ درصد کل مس خاک‌ها) است که از آن به عنوان شکل غیرقابل دسترس گیاهی نام برده می‌شود. بعد از شکل باقیمانده، قسمت عمده مس خاک، شکل آلی (۳۷ درصد کل مس خاک‌ها) است که می‌توان علت آن را بهپیوند قوی مس با اجزای مواد آلی نسبت داد. با توجه به اینکه ماده‌ی آلی خاک دارای جزء محلول یا نامحلول بیشتری باشد، می‌تواند نقش متفاوتی در نگه‌داری عناصر کم مصرفمانند مس در خاک ایفا کند (Harter, ۱۹۹۱). وجود همبستگی مثبت معنی‌دار درصد کربن آلی با شکل آلی مس، بیانگر تاثیر مثبت ماده آلی بر جذب مس به وسیله خاک می‌باشد.

منابع

اسکندری، س. و مظفری، و. ۱۳۹۱. تاثیر سطح شوری و مقادیر مختلف مس بر جذب عناصر غذایی کم‌مصرف در شاخساره و ریشه دو رقم پسته (*Pistacia vera L.*) درشرایط گلخانه‌ای. مجله‌ی علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال سوم، شماره‌ی ۱۲، صفحه‌های ۲۹ تا ۴۲.

تابنده، ل.، مفتون، م. و کریمیان، ن. ع. ۱۳۸۷. مقایسه عصاره‌گیرهای شیمیایی مختلف جهت تعیین مس قابل استفاده برنج در تعدادی از خاک‌های آهکی استان فارس. مجله‌ی پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد بیست و دوم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۱۸۹ تا ۲۰۱.

تابنده، ل.، بخشی، م. ر. و کریمیان، ن. ع. ۱۳۹۲. بررسی رابطه بین شکل‌های شیمیایی مس و جذب آن توسط گیاه سویا در چند خاک آهکی استان فارس. مجله‌ی مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد سوم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۱۸۳ تا ۱۹۸.
زلفی باوریانی، م. و مفتون، م. ۱۳۸۹. تاثیر روی و مس و شکل‌های شیمیایی آن‌ها بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج در یک خاک آهکی. مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال چهاردهم، شماره‌ی ۵۴، صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۲۰.
علوی، ه.، بارانی مطلق، م. و دردی‌پور، ا. ۱۳۹۱. تعیین شکل‌های شیمیایی مس و ارتباط آن با پاسخ‌های گیاه و ویژگی‌های گیاه در برخی خاک‌های استان گلستان. مجله‌ی پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد نوزدهم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۴۳ تا ۶۲.
حسین‌پور، ع ر. ۱۳۸۷. شیمی و حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه پیام نور.
سالاردینی، ع ا. ۱۳۸۴. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
معز اردلان، م. و ثواقبی فیروزآبادی، غ ر. ۱۳۸۸. مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.

Kashem M.A., Singh B.R., Kondo T., Imamul Huq S.M. and Kawai S. ۲۰۰۷. Comparison of extractability of Cd, Cu, Pb and Zn with sequential extraction in contaminated and non-contaminated soils. International Journal of Environmental Science and Technology, ۴: ۱۶۹-۱۷۶.
Ma Y.B. and Uren N.C. ۱۹۹۵. Application of a new fractionation scheme for heavy metals in soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۲۶: ۳۲۹۱-۳۳۰۳.
McLaren R.G. and Crawford D.V. ۱۹۷۳. Studies on soil copper. I: The fractionation of copper in soils. Soil Science, ۲۴: ۱۷۲-۱۸۱.
Singh J.P., Karwasra S.P.S. and Singh, M. ۱۹۸۸. Distribution and forms of Copper, Iron, Manganese and Zinc in calcareous soils of India. Soil Science, ۱۴۶: ۳۵۹-۳۶۶.
Tessier A., Campbell P.G.C. and Bisson M. ۱۹۷۹. Sequential extraction procedure for the speciation ofparticulate trace metals. Analytical Chemistry, ۵۱: ۸۴۴-۸۵۱.
Harter R.D. ۱۹۹۱. Micronutrient Adsorption-Desorption Reactions in soils. Madison, USA.

Abstract

The present study conducted to determine the different forms of copper in soils of Guilan province in the northern part of Iran. Sequential Extraction with deionized water, ammonium acetate pH۷, ammonium acetate pH۵, hydroxylamine hydrochloric at ۲۵% acetic acid (v/v), hydrogen peroxide and ammonium acetate ۲۰% (v/v) and nitric acid solution used to extract: water soluble, exchangeable, carbonate, oxide, organic andresidual fractions respectively. Results showed that abundance of copper forms was in the following order: Car-cu< OM-cu< Fe Mn-cu< Res-cu. Correlation coefficient of cu fractions with soil properties showed that car-cu was negatively correlated with silt(%), OM-cuwas positivelycorrelated with CEC and organic carbon(%). However Fe Mn-cu and residual forms showed no significant correlation with soil properties.

تاثیر محلول‌پاشی اوره و پوتریسین برغلظت برخی از عناصر پرمصرف درختان پسته

سعید فرضی‌زاده [۱] وحید مظفری [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان ۲- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده
به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اوره و پوتریسین بر غلظت برخی از عناصر معدنی درختان پسته، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار در یک باغ پسته (رقم کله‌قوچی) انجام شد. تیمارها شامل، اوره (صفر، سه و شش در هزار) و پوترسین (صفر، نیم ویک میلی‌مولار) بودند. تیمارها به‌صورت محلول‌پاشی روی ۲۷ اصله درخت پسته انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که غلظت عنصر نیتروژن برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اوره و پوتریسین قرار گرفت، به‌طوری که با افزایش محلول‌پاشی سه و شش گرم بر لیتر اوره غلظت نیتروژن به ترتیب بیش از ۵۰ و ۶۰ درصد افزایش حاصل کرد. محلول‌پاشی نیم میلی‌مول برلیتر پوتریسین نیز باعث افزایش ۱۸ درصدی نیتروژن گردید. در مورد غلظت پتاسیم نتایج نشان داد که با محلول‌پاشی سه گرم برلیتر اوره غلظت پتاسیم نسبت به شاهد با افزایش ۲۵ درصدی روبرو گشت. هم‌چنین محلول‌پاشی اوره بر غلظت کلسیم ومنیزیوم تاثیر معنی‌داری داشت به‌طوری که با محلول‌پاشی سه گرم بر لیتر اوره غلظت کلسیم ومنیزیوم نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۸ و ۳۰ درصد افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: اوره، پوتریسین، محلول‌پاشی

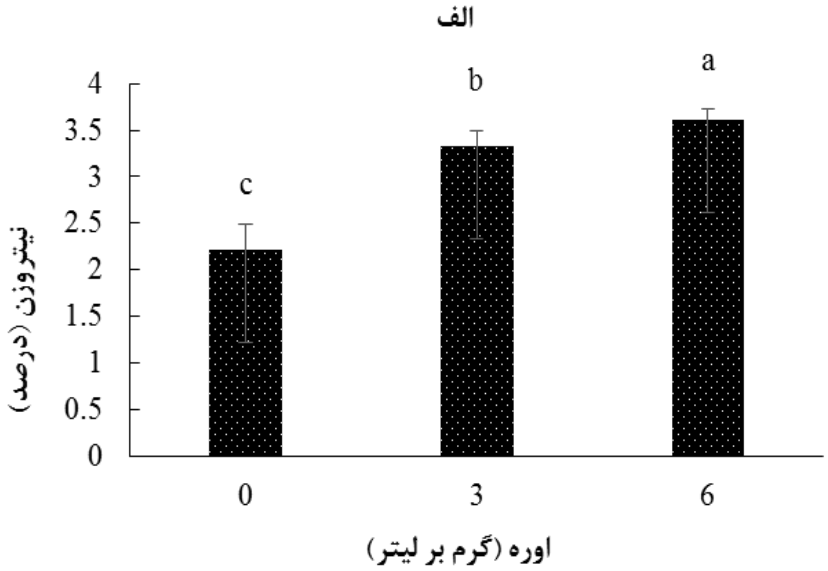
مقدمه
پسته (*Pistaciavera* L.) بخش عمده‌ای از صادرات غیر نفتی کشور ایران را شامل می‌شود. سطح زیر کشت باغ‌های پسته کشور در حدود ۴۷۷ هزار هکتار می‌باشد که حدود ۸۸ درصد آن را درختان بارور تشکیل می‌دهد. در ایران ارقام غالب زیر کشت شامل اوحدی، کله‌قوچی و اکبری می‌باشد که شدت سال‌آوری در این ارقام بالا است(Alizadeh and Rahemi, ۲۰۰۳). از اوایل قرن ۱۹ محلول‌پاشی به‌عنوان یک نوع مدیریت مهم برای رشد و ازدیاد میوه مطرح شده است. تغذیه برگی روشی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات محیطی آن‌ها می‌باشد. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، در طول فصل رشد به‌دلیل کاهش رطوبت در قسمت بالایی خاک، هم ریشه‌های موجود در آن قسمت خشک می‌شوند و هم عناصر غذایی از دسترس گیاه خارج می‌گردد. تحت چنین شرایطی مصرف کود به خاک مخصوصاً کودهای محتوی عناصر کم‌مصرف که تحرک کمی در خاک دارند، کارایی کم‌تری خواهد داشت. در نتیجه مصرف کودها از طریق محلول‌پاشی ضروری به‌نظر میرسد. بنابراین با تغذیه برگی می‌توان مستقیماً عناصر غذایی را در کم‌ترین زمان، در اختیار برگ، شاخه یا میوه قرار داد. در اوایل بهار، زمانی‌که ریشه‌ها به‌دلیل دمای پایین خاک نمی‌توانند عناصرغذایی را جذب نمایند (هم‌زمان با متورم شدن جوانه‌ها) می‌توان با محلول‌پاشی نیاز آن‌ها به عناصرغذایی، مخصوصاً عناصر پرمصرف را برطرف نمود. به‌علاوه در بعضی موارد به‌خصوص زمانی که مسئله آنتاگونیسمی عناصر از طریق ریشه ایجاد اشکال می‌کند و یا با افزودن موادی به خاک موجودات زنده خاک از بین می‌روند، تغذیه‌ی برگی اهمیت زیادی پیدا می‌کند(Fritz, ۱۹۷۸.; Haq and Mallarip, ۲۰۰۰.;Girma et al., ۲۰۰۷.; Brown,.۲۰۰۷Soliemanzadeh,et al., ۲۰۱۳).

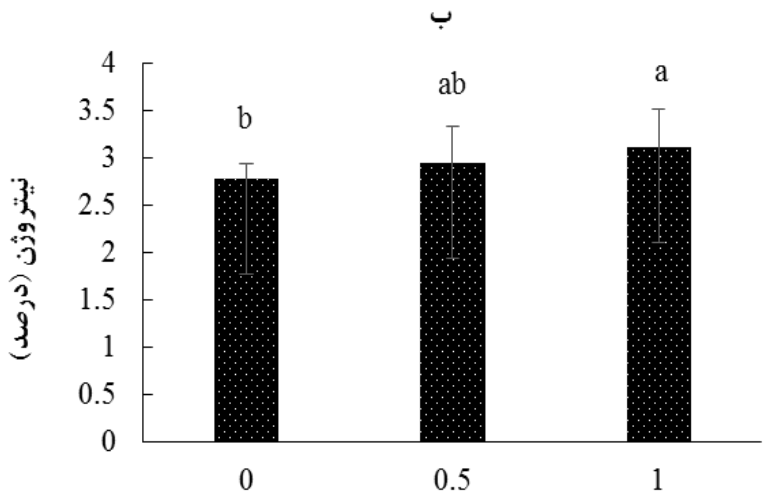
مواد و روش‌ها
در منطقه کوثرریز واقع در ۱۵ کیلومتری شمال‌غربی رفسنجان، یک باغ دو هکتاری شامل درختان پسته رقم کله‌قوچی که از نظر قطر تنه، ارتفاع، قطر سایه‌انداز و سن (۲۵ساله) تقریباً با هم یکسان باشند، انتخاب گردید. در این باغ سعی گردید که فاصله ردیف‌ها از هم ۱۰ متر و فاصله هر درخت با درخت بعدی روی هر ردیف دو متر باشد (هر هکتار حدود ۵۰۰ درخت). برای انجام این پژوهش سه ردیف انتخاب و هر ردیف یک بلوک در نظر گرفته شد. آبیاری درختان پسته به روش غرقابی با فاصله زمانی ۳۰ روزه و با حجم آب مصرفی ۱۰۰۰ لیتر در هر بار آبیاری برای هر درخت انجام گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو سال متوالی انجام گرفت. در مجموع ۲۷ اصله‌ی درخت در این آزمایش در سال ۱۳۹۲ مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا در باغ مورد نظر درختان انتخاب و براساس نقشه طرح و تیمارها، شماره‌گذاری شد. در این آزمایش درختانی تقریباً هم‌اندازه در هر ردیف انتخاب و شاخه‌هایی از آن‌ها نشانه‌گذاری گردید. برای این منظور در هر درخت مورد آزمایش دو شاخه با رشد رویشی، ضخامت، طول و تعداد جوانه گل، تقریباً یکسان از جهات مختلف انتخاب و علامت‌گذاری شد. محلول‌پاشی بر روی تمام درخت (همه شاخه‌ها) صورت گرفت. تیمارها شامل نیتروژن از منبع اوره در سه سطح (صفر، سه و شش در هزار) و پوتریسین در سه سطح (صفر، نیم و یک میلی‌مولار) بودند. هم‌چنین محلول‌پاشی در دو مرحله، قبل ازتشکیل میوه (۲۱ فروردین ماه) ودو هفته بعد از آن انجام گرفت. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر نیتروزن، پتاسیم ،کلسیم ومنیزیوم موجود در برگ، اواسط مردادماه سال ۱۳۹۳

نمونه برداری از برگ‌های شاخه‌های علامت گذاری شده برای هر تیمار انجام گرفت. پس از انتقال برگ‌ها به آزمایشگاه، ابتدا یک بار با آب معمولی و یک بار با آب و مایع ظرفشویی (یک درصد) و سپس با آب مقطر شسته و در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در آون برای رسیدن به وزن ثابت خشک شدند،سپس به‌وسیله آسیاب پودر گردیدند. یک گرم از پودرهای به‌دست آمده با دقت توزین و با روش خاکستر خشک و هضم با اسید کلریدریک دو نرمال عصاره‌گیری گردید.

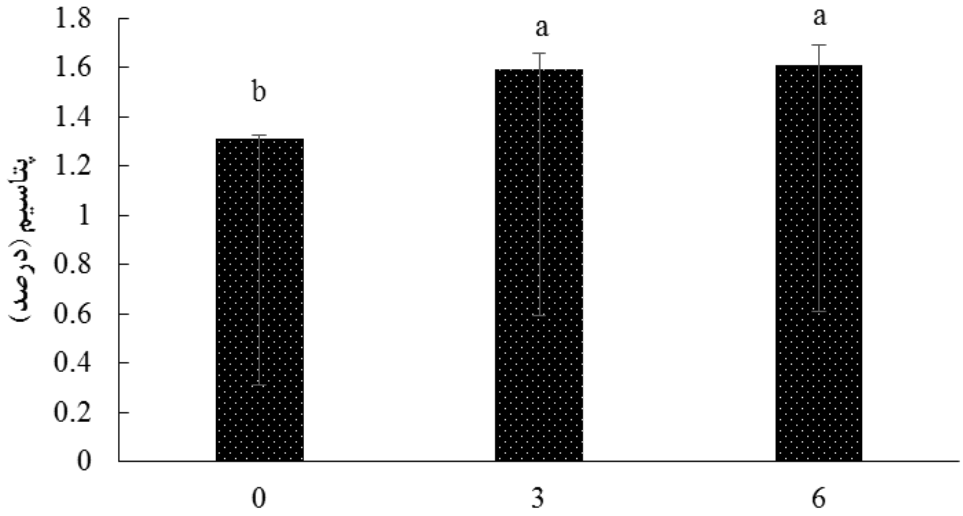
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف اوره و پوتریسین تاثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن رقم کله‌قوچی داشتند لیکن اثر متقابل تیمارها معنی‌دار نگردید. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش اوره به شش گرم بر لیتر (شکل ۱ الف)، غلظت نیتروژن نسبت به شاهد ۵۹ درصد افزایش یافت و با به کار بردن یک میلی‌مول بر لیتر پوتریسین نیز (شکل ۱ ب)،۱۴ درصد غلظت نیتروژنبا افزایش مواجه گردید.محلول‌پاشی اوره بر غلظت پتاسیم معنی‌دار گردید نتایج نشان داد (شکل ۲)،با محلول‌پاشی سه گرم بر لیتر اوره غلظت پتاسیم رقم اوحدی ۲۱ درصد نسبت به شاهد افزایش روبرو کرد. هم‌چنین محلول‌پاشی اوره بر غلظت کلسیم و منیزیوم معنی‌دار گردید، نتایج نشان داد (شکل ۳ و ۴) که با محلول پاشی سه گرم بر لیتر اوره غلظت کلسیم و منیزیوم به‌ترتیب ۲۸و ۳۰ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت.

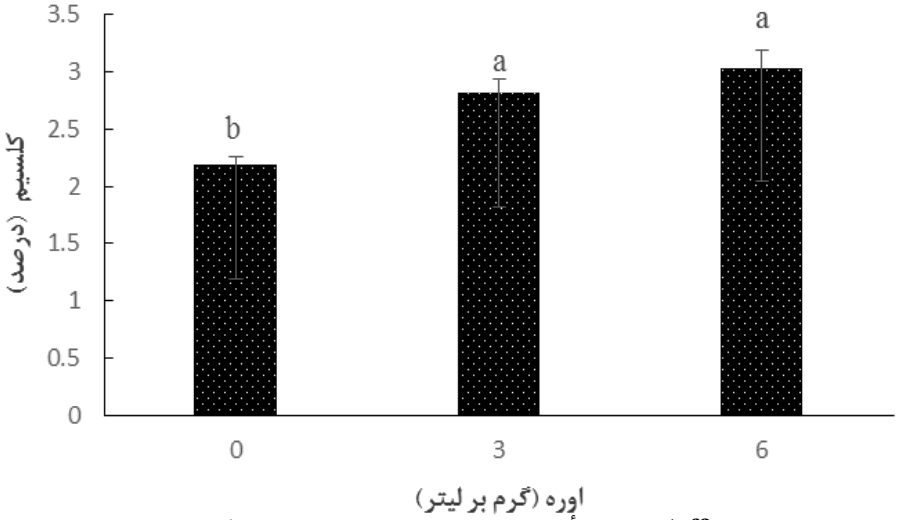




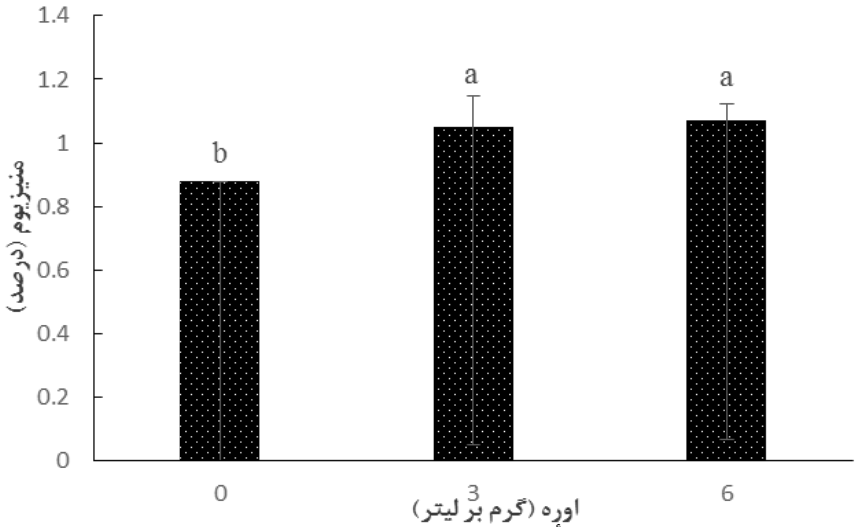
ستون‌های دارای حروف مشترک (off) شکل ۱- تأثیر محلول‌پاشی اوره و پوتریسین بر نیتروژن (درصد) درختان پسته رقم کله‌قوچی سال، ۱۳۹۲ براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



ستون‌های دارای حروف مشترک براساس (off) شکل ۲-تأثیر محلول‌پاشی اوره بر غلظت پتاسیم برگ (درصد) درختان پسته رقم کله‌قوچی ۱۳۹۲ آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



ستون‌های دارای حروف مشترک براساس (off) شکل ۳-تأثیر محلول‌پاشی اوره بر غلظت کلسیم برگ (درصد) درختان پسته رقم کله‌قوچی ۱۳۹۲ .آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند



ستون‌های دارای حروف مشترک براساس (off) شکل ۴-تأثیر محلول‌پاشی اوره بر غلظت منیزیوم برگ (درصد) درختان پسته رقم کله‌قوچی ۱۳۹۲ .آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

افزایش نیتروژن در گیاه با افزایش پلی‌آمین‌ها گزارش شده است (Zeid., ۲۰۰۹).در تحقیقات نشان داده شده است که محلول‌پاشیاوره باعث افزایش عناصر معدنی در درختان پستهگردیده و در نتیجه عملکرد نیز با افزایش روبه رو شده است (Esmaeilizadeh .*et al*., ۲۰۱۴). برای اولین بار ریچارد وکولمن درسال ۱۹۵۲ گزارش نمودند که گیاه جو با تولید مقادیر بالای پوتریسین به سطوح پایین پتاسیم واکنش نشان می‌دهد، .بعدها نقش پوتریسین درحفظ تعادل کاتیون-آنیون در بافت‌های گیاهی به اثبات رسید در شرایط کمبود شدید پتاسیم، پوتریسین می‌تواند تا ۱۴۰میکرومول درگرموزن خشک (۲/۱ درصد ماده‌ی خشک) افزایش یابد. عقیده بر این است که تجمع کاتیون، مکانیسمی است که گیاه به وسیله آن زیادی پروتون را به حالت تعادل بر می‌گرداند.پلی‌آمین‌ها به عنوان بافر متابولیکی عمل می‌کنند و در شرایطی که آسیمیلاسیون آمونیوم بیش از حد تولید پروتون می‌کند، این کاتیون‌ها pH سلولی را در حد طبیعی حفظ می‌کنند .مشخص شده است که زیاد بودن نسبت یون آمونیوم به نیترات باعث تجمع پوتریسین آزاد می شود. دلایلی وجود دارد مبنی بر این که تجمع و افزایش مقدار پوتریسین نه تنها نتیجه تحریک فعالیت آرژنین دکربوکسیلاز استبلکه ناشی از کاهش فعالیت اسپرمیدین-سینتاز می باشد. تجمع پوتریسین مطابق با ظهور شدید علائم کمبود مواد معدنی اتفاق

می‌افتد. درگیاه مو، کمبود پتاسیم در مراحل اولیه رشد میوه‌ها،با تولید و تجمع در آمینوپروپان در حبه‌های نارس انگور همراه بوده است. همچنین در مراحل نهایی رشد میوه (رسیدن میوه) رابطه‌ی معکوسی بین میزان پوتریسین آزاد و تغذیه پتاسیم در میوه‌ها و برگ وجود دارد. هم‌چنین، تغییر میزان پلی‌آمین‌ها در اثر کمبود منیزیوم در اندام های مختلف گیاه مو گزارش شده است . تغییر میزان پلی‌آمین‌ها معمولا قبل از ظهور علائم کمبود عناصر در برگ‌ها اتفاق می افتد. (اثنی عشری وخسروشاهی، ۱۳۸۷).

منابع

اثنی عشری، م. و زکایی خسروشاهی، م. ۱۳۸۷. پلی‌آمین‌ها و علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران

Alizadeh, M. and rahemi, M. ۲۰۰۳. Infiuence of foliar application ofreacombind with ۶-benzyladenine to reduce flower bud abscission .Journal of Agricultural Science and Technology, ۳۴:۶۵۰-۶۶۵.

Brown, P. ۲۰۰۷. Is there a biological rationale for foliar fertilizers in almond production? California. Plant and Soil Conference, ۵۳-۶۱.(*PrunusInsititia* L.). Journal of PlantPhysiology, ۱۶۳, ۸۶-۹۷.

Esmaeilizadeh, M., Talaie, A., Lesani, H., Javanshah, A. and Hokmabadi, H. ۲۰۱۴. Effect of Shoot Girdling, Fruit Thinning and Foliar Application of Urea, Zinc Sulfate and Sucrose on Yield, Leaf Chlorophyll Content, Photosynthesis Rate and Nut Quantitative Characteristics of Pistachio cv.'Ohadi'. Journal of horticultural science, ۲۸: ۳۳.

Fritz, A. ۱۹۷۸. Foliar fertilization- A technique for improved crop production. ActaHorticulture,۸۴: ۴۳-۵۶.

Girma, K., Martin, K. L., Freeman, K. W., Mosali, J., Teal, R. K., Raun, W. R., Moges, S. M. and Arnall, D. B. ۲۰۰۷. Determination of optimum rate and growth for foliar applied phosphorus in corn. Communications in Soil Science and PlantAnalysis,۳۸: ۱۱۳۷-۱۱۵۴.

Haq, M. U. and Mallarino A. P. ۲۰۰۰. Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization. Agronomy Journal, ۹۲: ۱۶-۲۴.

Soliemanzadeh, A., Mozafari, V., Tajabadipour, A. and Akhgar, A. ۲۰۱۳ Effect of Zn, Cu and Fe foliar application on fruit set and some quality and quantity characteristics of pistachio trees. South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment, ۴: ۱۹-۳۴.

Zeid, I. M. ۲۰۰۹. Effect of arginine and urea on polyamines content and growth of bean under salinity stress. Acta Physiologiae Plantarum, ۳۱: ۶۵-۷۰.

Abstract

In order to evaluate the effect of foliar application of urea and putrecine on the concentration of some macro pistachio trees, a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications in a garden of nuts (figureKlgochi) was performed. Treatments include urea (zero, three, and six per thousand) and putrecine (zero, and a half mM) respectively. Treatments were foliar on ۲۷ pistachio trees. The results showed that the concentration levels of urea and foliar foliar putrecine Nitrogen leaves were affected, so that by increasing the concentration of nitrogen fertilizer applied three to six grams per liter respectively ۵۰ and ۶۰ per cent was achieved. Spraying mmol l Putricine half the increase was ۱۸ percent nitrogen. The results showed that spraying three grams of potassium concentration of urea l potassium concentrations compared to control was confronted with an increase of ۲۵ percent.

تاثیرکاربرد فسفر بر افزایش تحمل نسبی یونجه به تنش آبی

مهدیه کمالی [۱]، احمد تاج آبادی پور [۲]، منوچهر مفتون [۳]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم و تحقیقات فارس، ۲- عضو هیات علمی و دانشیار دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۳- عضو هیات علمی و استاد دانشگاه علوم و تحقیقات فارس

چکیده
بهمنظور بررسی تاثیر کاربرد فسفر بر افزایش تحمل نسبی یونجه به تنش آبی، آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه‌تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل پنج سطح فسفر (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک از منبع منوکلسیم فسفاتوچهار سطح آبیاری (۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)بر روی یونجه رقم نیک شهری بودند. نتایجنشان داد افزایش تنش آبی موجب کاهش وزن خشک شاخسار و ریشه یونجه گردید. حداکثر کاهش وزن خشک شاخسار و ریشه در تنش آبی شدید به ترتیب به میزان ۴۰ و ۱۵ درصد نسبت به شاهد مشاهده گردید. کاربرد فسفر موجب افزایش وزن خشک شاخسار و ریشه شد. کاربرد فسفر تحت سطوح تنش آبی بر پارامترهای رشدیسطح برگ و وزن تر شاخسار تاثیرمعنی‌داری نداشت. مقایسه خطوط معادله‌های رگرسیونی سطوح فسفر کاربردی با خط معادله عدم مصرف فسفر تحت سطوح تنش آبی در مورد رشد نسبی وزن خشک شاخسار و ریشهنشان دادکه برهم‌کنش تنش آبی و فسفر مثبت بوده و با کاربرد فسفر تحمل نسبی یونجه به تنش آبی افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: یونجه، فسفر، تنش آبی

مقدمه
یونجه گیاهی است از خانواده Leguminoseکه به علت غنی بودن از نظر مواد غذایی و درصد کم سلولز در ردیف بهترین گیاهان علوفه‌ای قرار گرفته است (رستگار، ۱۳۸۳). ایران در کمربند بیابانی جهان قرار دارد و به عنوان منطقه‌ای خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردد که میزان تبخیر آن نسبت به میانگین بارندگی، بسیار زیاد است (آهنگری، ۱۳۸۶). خشکی شایع‌ترین تنش محیطی است که تقریبا تولید ۲۵ درصد از اراضی جهان را محدود ساخته است (Passioura, ۲۰۰۷). آب و عنصر غذایی، دو فاکتور مهم کنترل کننده رشد گیاهان محسوب می‌شوند (Stonemnan et al., ۱۹۹۶). مصرف کود، بدون بالا بردن مصرف آب، رشد گیاه و به تبع آن، کارایی مصرف آب را افزایش می‌دهد. کوددهی می‌تواند با کاهش تنش عناصر غذایی و تسهیل رشد، توانایی گیاه را برای سازگاری با شرایط خشک بهبود بخشد (Wu et al., ۲۰۰۸). تحقیقات انجام شده بر روی برخی گیاهان نشان می‌دهد که فسفر می‌تواند مقاومت گیاه را به تنش خشکی افزایش دهد (Graciano et al., ۲۰۰۵). با توجه به این‌که اهمیت یونجه علاوه بر ذخیره نمودن مواد غذایی، به خاطر تاثیر مهمی است که در اصلاح زمین زراعتی دارد (رستگار، ۱۳۸۳)، هدف این تحقیق بررسی تاثیر کاربرد فسفر بر افزایش تحمل نسبی یونجه به تنش آبیمی‌باشد.

مواد و روش‌ها
این پژوهش به منظور بررسی تاثیر کاربرد فسفر بر تحمل نسبی یونجه به تنش آبیدر شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل پنج سطح فسفر (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلیگرم فسفر در کیلوگرمخاک از منبع منو کلسیم فسفات) وچهار سطح آبیاری (۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)برروی یونجه رقم نیک شهری بودند.
خاک ((Loamy-Skeletal, mixed, active, thermic Typic Torriorthents(سنجری و همکاران، ۱۳۹۰)،به مقدار کافی از عمق صفر تا سیسانتیمتری از یکیاز مناطق شهرستان جیرفت که عمومایونجه کشت می‌شود وازنظرشوری وفسفرقابل استفاده درحد پایینی بود، تهیه شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک براساس روش‌های استاندارد آزمایش خاک تعیین گردید (جدول ۱).

جدول ۱ -برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

رس(درصد) ۱۵

خصوصیت مقدار
سیلت (درصد) ۴۵
شن (درصد) ۴۰
بافت لومی
ظرفیت زراعی(درصد وزنی) ۰/۱۵
نقطه‌ی پژمردگی دائم (درصد وزنی) ۰/۳
کربنات کلسیم معادل (درصد) ۴/۲۶
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول بار مثبت در کیلوگرم)۵ /۱۴

پ‌هاش ۱۵/۷
قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) ۳/۱
ماده آلی (درصد) ۴۶/۰
فسفر به روش اولسن (میلی‌گرم در کیلوگرم)۷۰/۶
پتاسیم عصاره گیری شده با استات آمونیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)۲/۱۰۴
نیتروژن کل(درصد) ۰۱۵/۰
روی عصاره گیری شده با DTPA(میکروگرم در گرم خاک) ۶۴/۰
آهن عصاره گیری شده با DTPA(میکروگرم در گرم خاک) ۰۶/۵
مس عصاره گیری شده با DTPA(میکروگرم در گرم خاک) ۱۸/۲
منگنز عصاره گیری شده با DTPA(میکروگرم در گرم خاک) ۸۰/۳

مقدار ۳ کیلوگرم خاک را داخل کیسههای پلاستیکی ۵ کیلویی ریخته و بر اساس نتایج تجزیه خاک، عناصر غذاییبه تمامی خاک‌ها و سطوح مختلف فسفر بر اساس نقشه طرح به‌صورت محلول به خاک داخل پلاستیکها افزوده شدند. پس از رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی، خاک موجود در هر کیسه به خوبی مخلوط شد و به داخل گلدانهای پلاستیکی سه کیلوگرمی منتقل گردید. در تاریخ ۱۵/۷/۱۳۹۱ در هر گلدان،۱۲-۱۰ بذر جوانه زده در عمق یک سانتیمتری کشت گردید و سپسگلدانها با آب مقطر آبیاری شده و رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی رسانده شد. میزان رطوبت زراعی خاک مورد استفاده در حدود ۱۵ درصد وزنی بود که با توجه به وزن خاک خشک گلدان (سه کیلوگرم) میزان آب مصرفی ۴۵۰ میلی‌لیتر به‌دست آمد. تا قبل از اعمال تیمارها، رطوبت گلدان‌ها هر روز توسط آب مقطر با توزین مرتب آنها در حد ظرفیت زراعی حفظ گردید. در هفته چهارمپس از کشت،تعدادبوته‌ها در هرگلدان به ۵ بوته در هر گلدان تقلیل داده شد و سطوح آبیاری در تیمارهای موردنظر اعمال گردید. آبیاری گلدان‌ها در هر دور آبیاری تا حد ظرفیت زراعی تعیین شده انجام گردید و مقدار آب باقی‌مانده در خاک، قبل از آبیاری با توزین گلدان‌ها اندازه‌گیری شد. در پایان دوره رشد (پس از گذشت هشت هفته از کشت)در تاریخ ۱۵/۹/۱۳۹۱ بوته‌ها از محل طوقه قطع و ریشه‌ها از خاک خارج گردیدند.توزین شاخسار و ریشه و سطح برگها (با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.نمونه‌ها پس از شستشو با آب معمولی و آب مقطر، هوا خشک و سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند تا وزن آنها به حد ثابتی برسد. پس از توزین شاخسار و ریشه‌های خشک شده، معادله‌های رگرسیونی سطوح فسفر برای پارامترهای رشدی وزن خشک ریشه و وزن خشک شاخسار در سطوح تنش آبی محاسبه شد و معادله‌های مربوطه بدست آمد.

پس از انجام تمامی اندازه‌گیری‌ها، پاسخ‌های گیاهی با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری SAS و با انجام آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و سپس معادله‌های رگرسیونی با استفاده از نرم افزار SPSS و نمودارهای مربوطه با استفاده از برنامه Excel ترسیم و نتایج حاصل تفسیر گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد سطح برگ با افزایش تنش آبی روند کاهشی داشت، به‌طوری که در شرایط تنش آبی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی ۵۱ درصد نسبت به شرایط عدم تنش آبی کاهش یافت. اولین علامت کمبود آب کاهش فشار تورژسانس است که منجر به کاهش رشد و نمو سلول‌ها مخصوصا در برگ می‌شود، کاهش رشد سلول برگ منجر به کاهش اندازه آن می‌شود.(Hoang-Bo et al., ۲۰۰۸) سطح برگ با کاربرد فسفر روند افزایشی داشت، به‌طوری که با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک نسبت به شاهد ۸۲ درصد افزایش یافت. کاهش رشد برگ در نتیجه کمبود فسفر به کاهش هدایت روزنه‌ای نسبت داده می‌شود (Pieters et al., ۲۰۰۱).برهم‌کنش تنش آبی و فسفر بر سطح برگ معنی‌دار نشد.

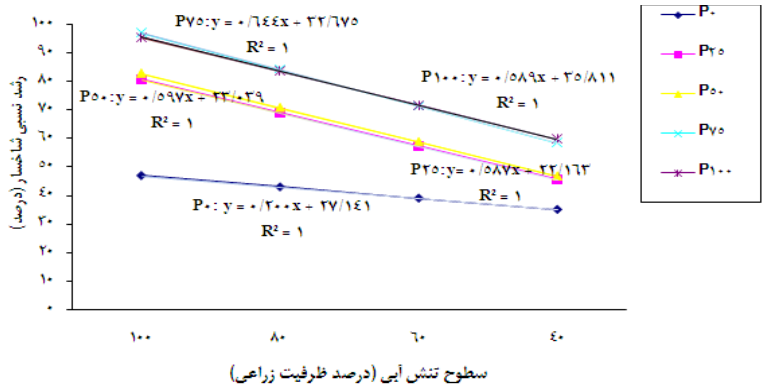
با افزایش تنش آبی وزن تر شاخسار روند کاهشی داشت، به‌طوری‌که در شرایط تنش آبی شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) نسبت به عدم تنش آبی ۳۷ درصد کاهش یافت. جلوگیری از توسعه شاخسار به هنگام تنش آبی، میزان مصرف کربن و انرژی را در شاخسار کاهش داده و سبب کاهش رشد شاخسارمی‌گردد (Sabb et al., ۱۹۹۰). با کاربرد فسفر وزن تر شاخسار روند افزایشی داشت، به‌طوری که با مصرف ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک ۵۴ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. کاربرد فسفر باعث افزایش وزن تر گیاهان علوفه‌ای یونجه و اسپرس گردید ((Shah et al., ۱۹۹۱. برهم‌کنش تنش آبی و فسفر بر وزن تر شاخسار معنی‌دار نشد.

با افزایش تنش آبی وزن خشک شاخسار روند کاهشی داشت، به‌طوری که در تنش آبی ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به آبیاری کامل، به ترتیب حدود ۴۰ و ۱۹ درصد کاهش نشان داده است. وزن خشک ساقه و وزن کل گیاه تحت تاثیر تنش خشکی نسبت به شاهد در گیاهان چاودار و یونجه کاهش یافته‌است (مداح و فرهنگیان کاشانی، ۱۳۹۰).با افزایش مصرف فسفر، وزن خشک شاخسار روند افزایشی از خود نشان داد. وزن خشک شاخسار با مصرف ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک نسبت به عدم مصرف فسفر، به ترتیب ۸۹ و ۵۷ درصد افزایش پیدا کرده است.کود فسفر وزن خشک شاخسار اسپرس را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد (ایران نژاد و همکاران، ۱۳۸۳). نتایج مربوط به برهم‌کنش تنش آبی و فسفر بر وزن خشک شاخسار نشان داد برهم‌کنشتنش آبی و فسفر بر وزن خشک شاخسار معنی‌دار گردید و بیشترین وزن خشک شاخسار (۳۳/۸ گرم) از آبیاری

براساس ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک و کمترین وزن خشک شاخسار (۵۹/۲ گرم) از آبیاری براساس ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و عدم کاربرد فسفر بدست آمد.

با افزایش تنش آبی وزن خشک ریشه کاهش یافت. وزن خشک ریشه در تنش آبی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به شاهد ۱۵ درصد کاهش نشان داده است. وزن خشک ریشه تحت تاثیر تنش خشکی نسبت به شاهد در گیاهان چاودار و یونجه کاهش یافته است (مداح و فرهنگیان کاشانی، ۱۳۹۰). با افزایش مصرف فسفر میزان وزن خشک ریشه به‌طور معنی‌داری افزایشیافته‌است. در اثر کاربرد فسفر در سطح ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم بالاترین وزن خشک ریشه ۱۱/۶ گرم بدست آمده و در این سطح وزن خشک ریشه نسبت به شاهد ۷۷ درصد افزایش نشان می‌دهد. کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک احتمالا به دلیل عدم تعادل عناصر غذایی وزن خشک ریشه را نسبت به کاربرد ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم کاهش داده است. وزن خشک ریشه سویا تحت تیمار فسفر افزایش معنی‌داری یافت (رضوانی‌فر و همکاران، ۱۳۹۰). برهم‌کنش تنش آبی و فسفر بر وزن خشک ریشه معنی‌دار گردید. به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک ریشه (۶۵/۶ گرم) از آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و مصرف ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک و کمترین وزن خشک ریشه (۲۵/۳ گرم) از آبیاری براساس ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و عدم مصرف فسفر حاصل گردید. کاربرد فسفر می‌تواند با افزایش وزن خشک ریشه، طول و سطح آن و کاهش پیری ریشه‌ها اثرات نامطلوب کمبود آب را در سویا بهبود بخشد (Jin et al., ۲۰۰۹).

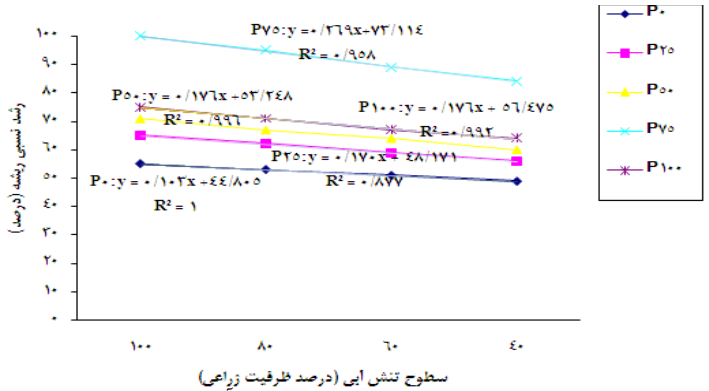
معادله‌های رگرسیون خطی P۰ (بدون کاربرد فسفر)، P۲۵ (مصرف ۲۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک)، P۵۰ (مصرف ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، P۷۵(مصرف ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک) و P۱۰۰ (مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک) مربوط به رشد نسبی وزن خشک شاخسار است.در این معادله‌ها yرشد نسبی وزن خشک شاخسار (درصد)، x تنش آبی (درصد ظرفیت زراعی) و R^2ضریب تعیین می‌باشد. خطوط معادله‌ها در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱ - رشد نسبی شاخسار یونجه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش آبی و کاربرد سطوح مختلف فسفر

همان‌طور که خطوط ترسیم شده در شکل ۱ نشان می‌دهد با افزایش تنش آبی رشد نسبی شاخسار کاهش یافته است. مقایسه خط معادله ۱ (عدم مصرف فسفر) با خطوط معادله‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ نشان دهنده این مطلب است که مصرف فسفر در سطوح تنش آبی نسبت به عدم مصرف آن میانگین رشد نسبی شاخسار را به ترتیب ۲۲، ۲۴، ۳۷ و ۳۶ درصد افزایش داده است. هم‌چنین مقایسه خطوط شکل ۱ نشان می‌دهد که مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک در شرایط تنش شدید نسبت به عدم کاربرد فسفر رشد شاخسار را ۶۰/۲۴ درصد افزایش داده است.

معادله‌ها و خطوط رگرسیون خطی P۰ (بدون کاربرد فسفر)، P۲۵(مصرف ۲۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک)، P۵۰(مصرف ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)،P۷۵ (مصرف ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک) و P۱۰۰(مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک) مربوط به رشد نسبی وزن خشک ریشه است.در این معادله‌ها yرشد نسبی وزن خشک ریشه (درصد)، xتنش آبی (درصد ظرفیت زراعی) و R^2ضریب تعیینمی‌باشد. خطوط معادله‌ها در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲- رشد نسبی ریشه یونجه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش آبی و کاربرد سطوح مختلف فسفر

طبق شکل ۲ مقایسه خطوط معادله‌های سطوح فسفر تحت شرایط تنش آبی مربوط به رشد نسبی وزن خشک ریشه نشان داد که با افزایش تنش آبی رشد نسبی وزن خشک ریشه روند کاهشی و با کاربرد فسفر روند افزایشی داشته است. مقایسه خطوط معادله‌های ۲۵،۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر درکیلوگرم خاک با خط معادله عدم کاربرد فسفر نشان دهنده این مطلب است که مصرف فسفر در سطوح تنش آبی نسبت به عدم مصرف آن میانگین رشد نسبی وزن خشک ریشه را به ترتیب ۸، ۱۴، ۴۰ و ۱۷ درصد افزایش داده است. هم‌چنین کاربرد ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک در شرایط تنش آبی شدید نسبت به عدم کاربرد آن رشد نسبی وزن خشک ریشه را ۳۵ درصد افزایش داده است.

با توجه به این‌که خطوط معادله‌های رگرسیون کاربرد فسفر تحت شرایط تنش آبی مربوط به پارامترهای رشدی ذکر شده، بالاتر از خط عدم کاربرد آن قرارگرفته‌اند، این نتیجه به‌دست می‌آید که برهم‌کنش تنش آبی و فسفر مثبت بوده و فسفر باعث افزایش تحمل نسبی یونجه به تنش آبی شده است (Qiang-Sheng et al., ۲۰۱۱).

منابع

۱-آهنگری، ع. ۱۳۸۶. بررسی صفات موثر در مقاومت به تنش خشکی در گندم. فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، شماره‌ی ۱۸، صفحه‌های ۴۲ تا ۴۵.

۲-ایران نژاد، ح. فرامرزی، م. و شادفر، م. ۱۳۸۳ .تاثیر سطوح مختلف فسفر بر عملکرد علوفه اسپرس در شرایط دیم.مجله‌ی علوم زراعی ایران، جلد ششم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۲.

۳-رستگار، م. ع. ۱۳۸۳. زراعت نباتات علوفه‌ای. انتشارات نوپردازان.

۴-رضوانیفر، م. افشنگ، ا. قلی زاده، ع. و زعفریان، ف. ۱۳۹۰. ارزیابی منابع مختلف فسفر بر رشد و جذب فسفر در سویا. مجله‌ی مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد اول، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۹۷ تا ۱۱۸.

۵-سنجری، ص. فرپور، م. ه. کریمیان اقبال، م. و اسفندیار پور بروجنی،ع. ۱۳۹۰.نحوه تشکیل، میکرومرفولوژیویکانیشناسی رسی خاکهای واقع بر ژئومرفیک گوناگون منطقه جیرفت. نشریه‌ی آب وخاک (علومو صنایع کشاورزی)، جلد بیست و پنجم،شماره‌ی ۲،صفحه‌های ۴۱۱ تا ۴۲۵.

۶-مداح، س. م. و فرهنگیان کاشانی، س. ۱۳۹۰. بررسی میزان رشد و غلظت کلروفیل پنج گیاه مرتعی در شرایط تنش خشکی. فصلنامه‌ی علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد واحد اهواز، جلد سوم، شماره‌ی ۱۱، صفحه‌های ۸۹ تا ۱۰۲.

۷-Graciano C., JuanJ., GuiametJ. and GoyaF.۲۰۰۵. Impact of nitrogen and phosphorousfertilization on drought responses in Eucalyptus grandis seedlings.Forest Ecology andManagement, ۲۱۲(۱): ۴۰-۴۹.

۸-Hoang-Bo Sh. and Li-YeCh.۲۰۰۸. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. Current Research in Biologies,۳۳۱: ۲۱۵-۲۲۵.

۹-Jin J., Wang, G., Liu, X., Pan, X. and Herbert, S.J. ۲۰۰۹. Phosphorous application affects the soybean root response to water deficit at the initial flowering and full pod stages. Japanese Soil Science and Plant Nutrition, ۵۱:۹۵۳-۹۶۰.

۱۰-Passioura J. ۲۰۰۷. The drought environment physical, biological and agricultural perspectives. Journal of Experimental Botany, ۵۸:۱۱۳-۱۱۷.

۱۱-Pieters A.J., PaulM.J. and LawlorD.W. ۲۰۰۱. Low sink demands limits photosynthesis under P deficiency. Journal of Experimental Botany, ۵۲:۱۰۸۳-۱۰۹۱.

۱۲-Qiang_Sheng W., Ying-NingZ.and Xin-HuaH. ۲۰۱۱. Differences of hyphal and Soil phosphatase activities in drought stress mycorhizal trifoliate orange (Poncirus trifoliata). Scientia Horticulturae, ۱۲۹(۲): ۲۹۴- ۲۹۸.

۱۳-Sabb I.N., SharpR.E., PrichardJ. and VoetbergG.S. ۱۹۹۰. Increased endogenous absicic acidmaintains primary root growth and inhibit shoot growth of maize seedling at low water potentials. Plant Physiology, ۹۳:۱۳۲۹-۱۳۳۶.
۱۴-ShahM.H., SinghK.N., KochrooD. and KhandayB.A. ۱۹۹۱. Performance of lucerne andsainfoin under different levels of phosphorous. Indian Journal of Agronomy, ۳۶:۶۱-۶۶.
۱۵-Stonemnan G.L., GrombieD.S., WhitfordK., HingstonF.J., GilesR., PortlockC.C., GalbraithJ.H. and DimmockG.M. ۱۹۹۶. Growth and water relations of Eucalyptus marginata (jarrah) stands in response to thining and fertilization. Tree Physiology, ۱۶:۲۶۷-۲۷۴.
۱۶-Wu F., BaoW., LiF. and WuN. ۲۰۰۸. Effect of drought stress and N supply on the growth, biomasspartitioning and water use efficiency of Sophora davidii seedlings. Environmental and Experimental Botany, ۶۳:۲۴۸-۲۵۵.

Abstract

To study the effects of soil phosphorous application on the relative tolerance of alfalfa to water stress, a greenhouse experiment was conducted. Treatments were arranged in a factorial manner as completely randomized design with ۳ replications. Treatments consisted of ۵ P levels (۰, ۲۵, ۵۰, ۷۵ and ۱۰۰ mg kg^{-1} soil as $Ca(H_2PO_4)_2$ and four irrigation intervals (۴۰, ۶۰, ۸۰ and ۱۰۰ percent field capacity) on the alfalfa cultivar Nikshahri.Results showed that as water stress increased, alfalfa shoot and root dry weights decreased. The highest decrease in shoot and root dry weight was observed at the highest water stress by ۴۰ and ۱۵ percent respectively in comparison to control. Phosphorous application increased alfalfa shoot and root dry weight. P application had no significant effect on growth parameters (leaf area,shoot fresh weight). Comparison of regression equations of different levels of P application on relative growth of shoot and root indicated that water stress and P application had a positive interaction and P application increased relative tolerance of alfalfa to water stress.

بررسی تاثیر تنش شوری دو نمک کلرید سدیم و کلرید کلسیم بر صفات جوانه زنی گیاه بامیه

مریم دهقانی فتح آبادی [۱]، ناصر برومند [۲]، صالح سنجری [۲]، مهرانگیز جوکار [۳]
۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت، ۳- استادیار گروه آگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت

چکیده
به منظور بررسی اثرات نمک‌های مختلف و سطوح مختلف شوری بر روی جوانه‌زنی گیاه بامیه (*Hibiscus esculentus*) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه زراعت و باغبانی دانشگاه جیرفت انجام شد. فاکتور اول شامل دو نمک $CaCl_2$ ،NaCl و فاکتور دوم شامل سطوح شوری (صفر، ۰/۷۵، ۱/۵، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) برای هر نمک بود. نتایج نشان داد که بیشترین درصد (۶۶/۷۱٪) و سرعت جوانه‌زنی (۰۴/۵) مربوط به تیمار شاهد و کمترین درصد (۲۰٪) مربوط به سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر در نمک NaCl و $CaCl_2$ و کمترین سرعت (۶۳/۰) مربوط به سطح شوری ۱۲دسی‌زیمنس برمتر در نمک NaCl بود. بیشترین طول ساقه‌چه ۸۶/۸ سانتی‌متر مربوط به سطح شوری ۷۵/۰ دسی‌زیمنس برمتر در نمک $CaCl_2$ و کمترین ۹۳/۱ سانتی‌متر مربوط به سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر در نمک NaCl بود و همچنین بیشترین طول ریشه‌چه ۳۳/۹ سانتی‌متر مربوط به سطح شوری ۵/۱ و ۳ دسی‌زیمنس برمتر از نمک $CaCl_2$ و کمترین ۶۶/۲ سانتی‌متر مربوط به سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر از نمک NaCl بود. به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش همه صفات جوانه‌زنی با افزایش شوری در دو نمک کاهش معنی‌داری نشان دادند که مقدار تاثیر نمک NaCl در کاهش صفات بیشتر از نمک $CaCl_2$ بود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، بامیه، جوانه‌زنی

مقدمه
وسعت زمین‌های شور و توسعه روز افزون آن، همچنین محدودیت‌های موجود برای منابع آب شیرین توجه محققان زیادی را به مبحث شوری معطوف کرده است (Niu et al.,۱۹۹۵). بالغ بر ۸ میلیون هکتار از زمین‌های جهان تحت تاثیر شوری قرار دارند (Munns, ۲۰۰۵). در ایران مساحتی در حدود ۵/۲۳ میلیون هکتار از اراضی، با مسائل شوری، سدیمی و ماندابی روبرو هستند (Davan and Famouri, ۱۹۶۴). اثرات عمده‌ی شوری شامل؛ اثر اسمزی، اثر سمیت یون‌های ویژه، اثر تخریبی بر خصوصیات فیزیکی خاك، اثر بر فعالیت‌های زیستی و زیست‌شیمی در خاك می‌باشد. برای مقابله با مشکل شوری می‌توان از روش‌های به‌زراعی (بهبود مدیریت آبیاری)، کاشت بذر در نقاط مناسب، استفاده بهینه از کودهای شیمیایی و روش‌های بیولوژیکی، به نژادی (ارقام مقاوم به شوری) استفاده کرد (Abrol et al., ۱۹۹۸). شوری ممکن است از طریق پتانسیل اسمزی که مانع جذب آب می‌شود یا از طریق اثرات سمی یون‌هایی نظیر کلسیم و یا کلراید، جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه را تحت تاثیر قرار دهد (Menchanda et al., ۲۰۰۸). گیاه بامیه با نام علمی *Hibiscus esculentus* متعلق به خانواده *Malvaceae* یکی از گیاهان مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است که در طب سنتی به کار می‌رود. پیشنهاد شده است که خواص درمانی بامیه از پلی‌ساکاریدهای موجود در غلاف می‌باشد. این گیاه سرشار از کربوهیدرات‌ها، فیتواسترول‌ها، تانن‌ها و فلاونوئیدها می‌باشد (Sharma, ۲۰۱۱). جوانه‌زنی شامل انتقال مواد ذخیره‌ای به محور جنین و شروع فعالیت‌های متابولیك و رشد آن است. این مرحله از زندگی گیاهان زراعی نقش تعیین کننده‌ای در استقرار مناسب گیاه و عملکرد نهایی آن دارد (Almasuri et al., ۲۰۰۱). برای شروع فعالیت‌های متابولیکی بذرها برای جوانه‌زنی لازم است که ابتدا میزان معینی آب توسط آن‌ها جذب شود که بسته به ترکیب شیمیایی و نفوذپذیری پوسته بذرها، متفاوت است (Misra and Dewivedi, ۱۹۹۵). سه مرحلهٔ قابل تمایز طی جوانه‌زنی عبارتند از؛ الف) مرحله آماس بذر که طی آن جذب آب درون بذر اتفاق می‌افتد، ب) مرحلهٔ تأخیر که در این مرحله فعال‌سازی آنزیمی و شروع فعالیت‌های مریستماتیک صورت می‌گیرد، ج) شروع رشد با طویل شدن ریشه‌چه و ساقه‌چه و خروج آن‌ها از پوسته بذر. این توالی وقایع تحت کنترل جذب آب از محیط خارجی است. میزان و سرعت جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل آب خارجی کاهش می‌یابد و برای هر گونه‌ای میزانی از پتانسیل آب وجود دارد که پائین‌تر از آن جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد (Stavir et al., ۱۹۹۸). پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری دو نمک کلریدسدیم و کلریدکلسیم بر صفت‌های جوانه‌زنی گیاه بامیه انجام شد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در آبان ماه سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه زراعت و باغبانی دانشگاه جیرفت انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی که تیمارها شامل دو نمک (NaCl و $CaCl_2$) و هفت سطح شوری (۰-۰/۷۵-۱/۵-۳- ۶- ۹-۱۲ دسی‌زیمنس بر

متر) در ۳ تکرار انجام پذیرفت. تیمار آب مقطر به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در ابتدا بذر گیاه بامیه را توسط هیپوکلریدسدیم به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی کرده و بعد بذرها سه بار با آب مقطر شستشو داده شدند، سپس بذرها به قارچ‌کش مانکوزب آغشته شدند. تعداد ۲۰ عدد بذر انتخاب در شرایط آزمایشگاه در بستر کاغذ صافی درون پتری‌دیش قرار داده شد و سپس ۵ میلی‌لیتر از محلول مورد نظر به هر پتری‌دیش اضافه گردید و در ژرمیناتور به مدت ۱۲ روز و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بذرها کشت شدند. در پایان تعداد کل بذرهای جوانه‌زده (گیاهچه‌های تولید شده) شمارش و یادداشت‌برداری گردید و داده‌های حاصل به عنوان درصد جوانه‌زنی نهایی منظور گردید (معادله ۱). معیار جوانه‌زنی بذرها خروج ریشه‌چه حدود ۲ میلی‌متر بود (حسینی و رضوانی مقدم، ۱۳۸۵). سرعت جوانه‌زنی بر حسب جوانه‌زنی نسبی بذور از طریق معادله (۲) بدست آمد.

$$GP=(Ni/N)\times 100 \quad (1)$$

که در آن GP= درصد جوانه زنی؛ Ni = تعداد بذرهای جوانه زده تا روز i ام و N= تعداد کل بذر می باشد.

$$GR=ni/di \quad (2)$$

این فرمول GR: سرعت جوانه زنی؛ ni: تعداد بذرهای جوانه زده و di: تعداد روز پس از شروع آزمایش می باشد.

سپس گیاهچه‌های عادی و غیر عادی نمایان شدند و ۵ گیاهچه عادی انتخاب شد و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور جداگانه تعیین گردید. برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم افزار SAS استفاده شد و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه گردید.

نتایج و بحث

میانگین مربعات حاصل از نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در جدول (۱) ارائه گردیده است. بر اساس این جدول اثر نوع نمک و سطوح مختلف شوری در سطح ۵ درصد از نظر آماری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل بین نمک‌ها و سطوح شوری بر طول ریشه‌چه در سطح ۵ درصد معنی‌دار و بر درصد، سرعت و طول ساقه‌چه معنی‌دار نبود. تاکنون تحقیقات متعددی در خصوص واکنش گیاهان مختلف به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای انجام شده است که در تمامی این مطالعات، اثرات بازدارندهٔ تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاهان گزارش شده است به نحوی‌که با افزایش شوری، جوانه‌زنی کاهش یافته است و بیشترین جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده شده است (Kafi et al, ۲۰۱۰).

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی حاصل از تأثیر سطوح شوری و نمک‌های مختلف در بذر بامیه

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه (cm)	طول ریشه‌چه (cm)
نمک ها	۱	۸۸/۸۱۴*	۰۸/۳*	۳۳/۱۹*	۳۲/۸۲*
سطوح شوری	۶	۸۷/۱۷۶۵*	۳۶/۱۲*	۲۸/۲۱*	۷۵/۹*
نمک ها*سطوح شوری	۸	۷۱/۱۳۵ns	۴۸/۰ns	۶۹/۱ns	۳۶/۴*
خطا	۲۸	۵۷/۱۲۸	۵۵/۰	۴۳/۱	۰۱/۱
%CV		۲۶/۲۸	۹۳/۳۳	۱۵/۱۹	۵۲/۱۶

*معنی دار بودن اختلاف میانگین‌ها در سطح ۵ درصد ns غیرمعنی دار بودن

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نمک‌ها و سطوح شوری بر صفت های اندازه گیری شده بذر گیاه بامیه

نمک ها	سطح شوری	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه‌چه(cm)	طول ریشه‌چه(cm)
	۰	a۶۶/۷۱	a۰۴/۵	a۹۶/۶	a۸۳/۶
	۷۵/۰	a۶۶/۵۶	b۹۳/۲	a۵۳/۷	a۸۶/۵
	۵/۱	a۵۵	b۳۲/۳	a۶۰/۷	a۵۰/۵
	۳	b۴۵	b۳۵/۲	a۰۶/۷	b۴۰/۴
NaCl	۶	b۳۵	ab۶۶/۱	b۴۳/۴	b۹۳/۳
	۹	b۳۳/۲۸	ab۲۸/۱	b۴۶/۳	b۶۶/۳
	۱۲	b۲۰	ab۶۳/۰	b۹۳/۱	ab۶۶/۲
	۰	a۶۶/۷۱	a۰۴/۵	a۹۶/۶	a۸۳/۶
	۷۵/۰	b۶۶/۳۶	b۹۱/۱	a۸۶/۸	a۰۳/۸
	۵/۱	b۴۰	b۱۰/۲	a۴۰/۸	ab۳۳/۹
	۳	b۳۰	b۲۷/۱	a۹۳/۷	b۳۳/۹
$CaCl_2$	۶	ab۲۰	b۱۴/۱	ab۳۳/۵	ab۵۶/۵
	۹	b۶۶/۳۱	b۱۹/۱	a۳۰/۶	ab۹۶/۷
	۱۲	ab۲۰	ab۷۷/۰	ab۷۰/۴	ab۴۰/۵

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند از لحاظ آماری با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

جدول (۲) مقایسه میانگین اثر متقابل نمک‌ها و سطوح شوری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه را نشان می‌دهد که براساس آن اثرات متقابل بین دو عامل (نمک‌ها و سطوح شوری) باعث تفاوت‌های معنی‌داری بر میزان درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه شد. در بین تیمارهای مورد آزمایش سطح شوری صفر (شاهد) در هر دو نمک دارای بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی که به ترتیب (۶۶/۷۱ و ۰۴/۵) نسبت به سایر تیمارها بود و سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در دو نمک دارای کمترین درصد جوانه‌زنی (۲۰) و سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر در نمک NaCl دارای کمترین مقدار سرعت جوانه‌زنی (۶۳/۰) بود. بیشترین طول ساقه‌چه (۶۸/۸ سانتی‌متر) مربوط به سطح شوری ۷۵/۰ دسی‌زیمنس برمتر در نمک CaCl۲ و کمترین (۳۹/۱ سانتی‌متر) مربوط به سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر در نمک NaCl است و همچنین بیشترین طول ریشه‌چه (۳۳/۹ سانتی‌متر) در سطح شوری ۵/۱ و ۳ دسی‌زیمنس برمتر در نمک CaCl۲ و کمترین (۶۶/۲ سانتی‌متر) در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر در نمک NaCl بود.

یون کلسیم (Ca^{+2}) بعنوان یك عنصر ضروری در بسیاری از فرآیندهای گیاهی مطرح است. توانایی Ca^{+2} در تشکیل اتصالات بین سلولی باعث شده است که این یون نقش مهم و کلیدی در حفظ تمامیت و ساختار غشاها و دیواره‌های سلولی داشته باشد (Sharp et al., ۲۰۰۲). موارد ذکر شده ممکن است دلایل احتمالی تاثیر مثبت یون کلسیم در بهبود طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه باشد. تحقیقات نسبتاً زیاد بیانگر این مطلب است که شوری ناشی از کلرید سدیم دارای اثر مخرب سدیم در غشاء سیتوپلاسمی سلول است که منجر به کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌شود (Jafarzadeh and Aliasgharzad, ۲۰۰۷). بهبودیان و همکاران (۱۳۸۴) اظهار داشتند در محیط‌های شور، افزایش غلظت املاح مضر در محیط ریشه، از طریق کاهش پتانسیل آب گیاه، سبب کاهش طول ریشه‌چه در گیاهچه‌های نخود شد. در مورد سایر محصولات نیز تاثیر کاهنده شوری بر روی جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج بیانگر تاثیر منفی شوری بر روی صفاتی از قبیل درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گندم (Munns and James, ۲۰۰۳) پنبه (آناقلی، ۱۳۸۵) و چغندر قند (ابراهیمیان و همکاران، ۱۳۸۵) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که حداکثر جوانه‌زنی بذر بامیه در تیمار شاهد مشاهده شد. با افزایش غلظت شوری در دو نمک NaCl و $CaCl_2$ ، مقدار تمامی صفت های مورد مطالعه بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد که مقدار تاثیر نمک NaCl در کاهش صفات جوانه زنی بامیه بیشتر از نمک $CaCl_2$ می‌باشد.

منابع

ابراهیمیان، ح.م.، رضایی، م.، رنجبی، ذ. و جهاد اکبر، م.ر. ۱۳۸۵. غربال کردن منابع مقاومت در چغندر به شوری در گلخانه. مجموعه چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. تهران. دانشگاه تهران. پردیس ابوریحان.

بهبودیان، ب.، لاهوتی، م. و نظامی، ا. ۱۳۸۴. بررسی اثرات تنش شوری بر جوانه زنی ارقام نخود. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۸، شماره ۲، صفحه‌های ۱۲۷ تا ۱۳۸.

آناقلی، ا. ۱۳۸۵. بررسی و تعیین آستانه تحمل به شوری در ارقام پنبه. مجموعه چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. تهران. دانشگاه تهران. پردیس ابوریحان.

Almasouri, M., Kinet J.M. and Lutts. S. ۲۰۰۱. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (Triticum durum Desf). Plant Soil, ۲۳۱: ۲۴۳-۲۵۴ .

Davan M.L. and Famouri J. ۱۹۶۴. The soils of Iran. Iranian Ministry of Agriculture and FAO of the UN. ۳۱p.

Jafarzadeh A.A. and Aliasgharzad, N. ۲۰۰۷. Salinity and salt composition effect on seed germination and root length of four sugar beet cultivars. Biologia, ۶۲(۵): ۵۶۲-۵۶۴.

Kafi M. and Rahimi Z. ۲۰۱۰. Salinity Effects on Germination Properties of purslane (Portulaca oleracea L.). Iranian Journal of Field Crops Research, ۸(۴): ۶۱۵-۶۲۱. (In Farsi)

Menchanda G. and Garg N. ۲۰۰۸. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Acts Physiology Plant, ۳۰: ۵۹۵- ۶۱۸.

Misra N. Dwivedi U.N. ۱۹۹۵. Carbohydrate metabolism during seed germination and seedling growth in green gram under saline stress. Plant Physiol, ۳۳: ۳۳-۴۰.

Munns R. ۲۰۰۵. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist, ۱۶۷: ۶۴۵-۶۶۳.

Munns R., and James R. ۲۰۰۳. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil, ۲۵۳: ۲۰۱-۲۱۸.

Niu X., Bressan R.A., Hasegawa P.M. and Pardo J.M. ۱۹۹۵. Homeostatise in NaCl stress environment. Plant Physiol, ۱۰۹: ۷۳۵-۷۴۲.

Sharp R. E. and LeNoble M. E. ۲۰۰۲. ABA, ethylene and the control of shoot and root growth under water stress. Journal of Experimental Botany, ۵۳: ۳۳-۳۷.

Sharma R. Arya V. ۲۰۱۱. A review on fruits having anti-diabetic potential. J Chem Pharm Res, ۳(۲): ۲۰۴-۱۲.
Stavir K., Gupta A.K. and Kaure N. ۱۹۹۸. Gibberelic Acid and kinetin partially reverse the effect of water stress on germination and seedling growth in chick pea. Plant growth regulation, ۲۵: ۲۹-۳۳.

Abstract

To evaluate the effect of various salts and different levels of salinity on plant germination gumbo (Hibiscus esculentus) factorial experiment in a completely randomized design with three replications was conducted in university of Jiroft. The first factor includes two NaCl, CaCl۲ and the second factor including salinity levels (zero, ۰.۷۵, ۱.۵, ۳, ۶, ۹ and ۱۲ dS $m^{-۱}$) for each salt. The results showed that the highest percentage (۷۱.۶۶%) and speed of germination (۵.۰۴) in the control and the lowest percentage (۲۰%) of ۱۲ dS $m^{-۱}$ salinity levels in each tow salt, and slowest speed (۰.۶۳) on the level ۱۲ dS $m^{-۱}$ NaCl salt .The highest length stemlet ۸.۸۶ cm of the level salinity ۰.۷۵ dS $m^{-۱}$ of salt CaCl۲ and lowest ۱.۹۳ cm of the salinity level of ۱۲ dS $m^{-۱}$ of the NaCl salt. The highest length rootlet ۹.۳۳ cm salinity level of ۱.۵ and ۳ dS m-۱ of salt CaCl۲ and lowest ۲.۶۶ cm salinity level of ۱۲ dS $m^{-۱}$ of NaCl was. In general, according to the results of the tests all Germination traits with increased salinity in two salts showed significant reduction (more effect NaCl).

عملکرد و تجمع یون‌ها در جو تحت تاثیر زمان و غلظت سالیسیلیک‌اسید در شرایط غیرشور و شور

غلامحسن رنجبر [۱]، هادی پیرسته انوشه [۱]، محمدحسین بناکار [۱]، نادیا بشارت [۲]
۱- عضو هیئت علمیمرکز ملی تحقیقات شوری، ۲- کارشناس مرکز ملی تحقیقات شوری.

چکیده
به منظور بررسی تاثیر غلظت (صفر، ۰/۳۵، ۰/۷۰، ۱/۰۵، ۱/۴۰ و ۱/۷۵ میلی‌مولار) و زمان (پنجه‌زنی+ساقه‌روی+ظهورسنبله و ساقه‌روی+ظهورسنبله) محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید بر عملکرددانه و غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در گیاه جو تحت شرایط غیرشور و شور (به ترتیب ۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر) مطالعه‌ای مزرعه ای در مرکز ملی تحقیقات شوری طی سال های زراعی ۹۳-۱۳۹۱ اجرا گردید. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار عملکرددانه و غلظت پتاسیم و افزایش غلظت سدیم گردید، با این حال عملکرددانه بوته‌های جو تحت تاثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در زمان و غلظت‌های متفاوت به میزان قابل توجهی افزایش یافت. با توجه به معنی‌داری همبستگی منفی بین غلظت سدیم با عملکرد دانه؛ نقش تعدیل‌کنندگی سالیسیلیک اسید برای اثرات منفی تنش شوری نیز می‌تواند با اثر مثبت آن بر کاهش غلظت سدیم در ارتباط باشد. به طورکلی، بهترین تیمار را می‌توان محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱/۰۵ میلی‌مولار برای شرایط غیرشور و با غلظت ۰/۷۰ میلی‌مولار برای شرایط شور در دو مرحله ساقه‌روی+ظهور سنبله دانست که باعث افزایش عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۶/۱۶ و ۶/۱۸ درصد گردیدند.

واژه های کلیدی: پتاسیم، تنش شوری، سدیم.

مقدمه
شور و قلیا شدن خاک‌ها مدت مدیدی است که یک مشکل جهانی است و هیچ قاره و اقلیمی عاری از خاک‌های متاثر از شوری با منشا اولیه یا ثانویه نیست. کشور ایران از نظر اقلیمی در زمره‌ی مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. این روند به دلیل مدیریت نادرست آبیاری تشدید شده است (امام و همکاران، ۱۳۹۲).تنش شوری منجر به تغییرات بیوشیمیایی و پاسخ‌های فیزیولوژیک در گیاهان می‌شود و روی تمام مراحل نظیر فتوسنتز، رشد و توسعه گیاهان تاثیر می‌گذارد (Ashraf et al., ۲۰۱۰). پاسخ گیاهان به تنش شوری بسیار پیچیده است. اثرات بازدارندگی شوری می‌تواند در اثر تغییر در توازن هورمون‌های گیاهی در اثر تنش باشد. تنظیم‌کننده‌های رشدی چونسالیسیلیک اسید با ایجاد توازن در غلظت هورمون های گیاهی در کنترل پاسخ های گیاه به شرایطنامساعد شوری نقش مهمی دارند (Pirasteh-Anosheh et al., ۲۰۱۵). سالیسیلیک اسید (SA) یا اورتوهیدروکسی‌بنزوئیک‌اسید به‌وسیله سلول‌های ریشه تولید می شود ونقش زیادی در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیک مختلف گیاه دارد (Hayat et al., ۲۰۰۵).
به‌طورکلی، با نگاهی به مقالات منتشر شده اثر مثبت سالیسیلیک اسید بر طیف وسیعی از صفات جوانه زنی، رشد، عملکرد، اجزای عملکرد، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهان به ویژه در شرایط شور به خوبی مشخص شده است. اما هنوز غلظت بهینه برای محلول پاشی هنوز به خوبی مشخص نشده است. پاکار و همکاران، (۱۳۹۳) غلظت ۰/۱ تا ۵/۱ میلی مولار را برای دستیابی به بهترین تاثیر پیشنهاد دادند. پیرسته انوشه و همکاران (Pirasteh-Anosheh et al., ۲۰۱۵) غلظت های ۰/۲ و ۴۱/۱ میلی مولار را به ترتیب برای شرایط غیرشور و شور توصیه کردند.در حال حاضر بیشتر پژوهش‌هایی که درباره اثرهای فیزیولوژیک سالیسیلیک اسید انجام می شود درباره توانایی سالیسیلیک اسید در جهت تعدیل اثر منفی شوری در شرایط کنترل شده و به ویژه در مراحل اولیه زندگی گیاه انجام می شود. بنابراین، داده‌های قابل توجهی در رابطه با اثر سالیسیلیک اسید بر القای افزایش مقاومت گونه های مختلف گیاهی در مراحل اولیه شرایط شوری به دست آمده است، ولی تعداد کارهای مزرعه ای بسیار اندک است.این پژوهش به منظور بررسی اثر زمان و غلظت محلول پاشی سالیسیک اسید بر عملکرد، اجزای عملکرد و غلظت یون های گیاه جو در شرایط تنش شوری می باشد. همچنین مهمترین صفات موثر بر عملکرد نیز تعیین گردید.

مواد و روش‌ها
این پژوهش در مرکز ملی تحقیقات شوری در سال های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ به صورت آزمایش کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد نظر برای آزمایش شامل شوری در دو سطح آبیاری با آب مطلوب (۲ دسی زیمنس بر مترمربع) و با آب شور (۱۲ دسی زیمنس بر مترمربع) در کرت های اصلی و تیمارهای متفاوت مرحله

و غلظت کاربرد سالیسیلیک اسید در ۱۱ سطح شامل شاهد، محلول پاشی با غلظت های ۰/۳۵، ۰/۷، ۱/۰۵، ۱/۴ و ۱/۷۵ میلی مولار در مراحل پنجه زنی+ساقه روی+ظهور سنبله یا ساقه روی+ظهور سنبله در کرت های فرعی بود. بذرهای یکنواخت گیاه جو رقم نصرت در ردیف هایی به طول ۴ متر و با فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی متر در کرت های ۴×۳ متری کاشته شد. بر اساس نتایج آزمون خاک، میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره به صورت تقسیط و ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص از منبع سوپرفسفات تریپل در زمان کاشت به خاک اضافه شد. در طول فصل رشد گیاه به منظور تعیین شوری خاک تا عمق ۹۰ سانتی متری در ۴ مرحله نمونه خاک تعیین گردید. میانگین شوری عصاره گل اشباع در این عمق در طول فصل رشد در کرت های غیرشور و شور به ترتیب برابر با ۹/۲ و ۶/۱۱ دسی زیمنس بر متر بود. تنش شوری پس از مرحله استقرار کامل گیاهچه از طریق آبیاری با شوری های مدنظر اعمال شد. آب شور (۱۲ دسی زیمنس بر متر) از ترکیب دو استخر موجود در مزرعه با شوری های ۲ و ۱۴ دسی زیمنس به دست آمد. محلول پاشی سالیسیلیک اسید نیز یک هفته پس از اعمال شوری از طریق سمپاش موتوری انجام گردید. در پایان فصل رشد در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، کل بوته های جو همه کرت (۱۲ مترمربع) برداشت شده و عملکرد دانه اندازه گیری و برای یک مترمربع محاسبه شدند. غلظت عناصر سدیم و پتاسیم بر اساس روش شعله سنجی توسط دستگاه فلیم فتومتر تعیین شدند. تجزیه واریانس داده ها و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد توسط نرم افزار SAS انجام صورت گرفت. ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه با سایر صفات اندازه گیری شده توسط نرم افزار MINITAB برآورد شد. پس از تجزیه مرکب داده های، با توجه به معنی دار نشدن اثر برهمکنش سال با همه اثرات دیگر، میانگین دو سال مورد مقایسه میانگین قرار گرفت.

نتایج و بحث

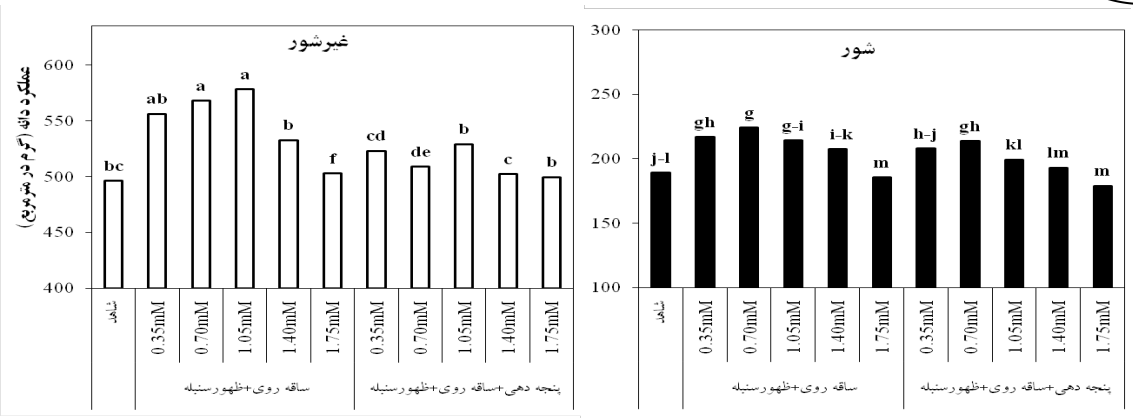
بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر تنش شوری، محلول پاشی سالیسیلیک اسید و برهمکنش آن ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. به طور کلی تنش شوری موجب کاهش قابل ملاحظه ای در عملکرد دانه بوته های جو شد (جدول ۱). این کاهش به طور میانگین برابر با ۵/۶۱ درصد بود. بر اساس مقایسه میانگین برهمکنش ها؛ کاهش معنی دار عملکرد دانه (شکل ۱) در اثر تنش شوری در همه تیمارهای شاهد و سالیسیلک اسید به ثبت رسید؛ ولی با این وجود در بین تیمارهای مختلف محلول پاشی سالیسیلیک اسید واکنش های متفاوتی مشاهده شد. شوری با اثرات متفاوتی که به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر متابولیسم دارد، سبب کاهش تولید ماده خشک می گردد (امام و همکاران، ۱۳۹۲). اگرچه به طور کلی سالیسیلیک اسید موجب افزایش عملکرد دانه گردید، ولی این اثر مثبت به شدت با غلظت آن همبستگی داشت. پاکار و همکاران (۱۳۹۳)،متوالی و همکاران (۲۰۰۳)، الطیب (۲۰۰۵) و پیرسته انوشه و همکاران (۲۰۱۵) مشاهده کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک جو گردید.

جدول ۱. تاثیر آبیاری با آب شور بر عملکرد و تجمع یون های سدیم و پتاسیم در جو

شوری (dS m-۱)	عملکرد دانه (g m-۲)	غلظت سدیم (%)	غلظت پتاسیم (%)
۲	۵۲۷.۰۴a	۱.۵۸b	۱.۶۵a
۱۲	۲۰۲.۸۴b	۲.۱۱a	۱.۱۱b

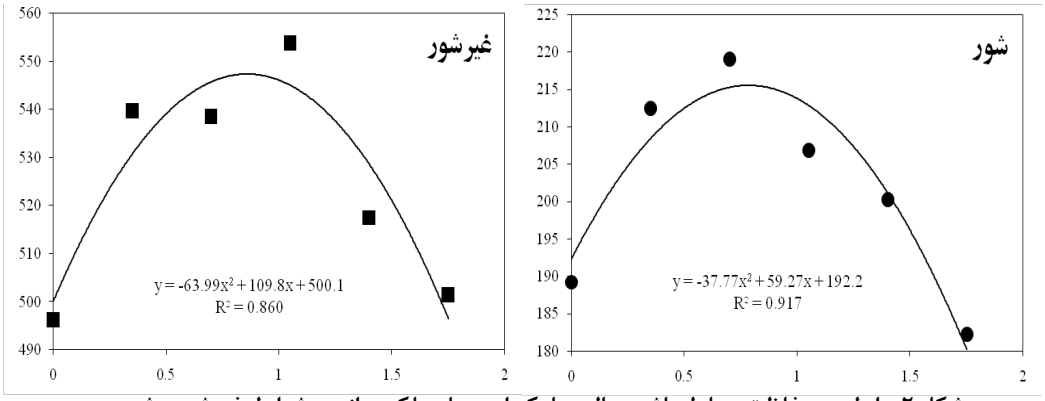
میانگین های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار ندارند.

در شرایط غیر شور، بیشترین عملکرد دانه از تیمارهای SE۱.۰۵ و SE۰.۷۰ به ترتیب برابر با ۵/۵۷۸ و ۲/۵۶۸ گرم در مترمربع به دست آمد. در شرایط شور نیز SE۰.۷۰ با عملکردی برابر با ۴/۲۲۴ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه را داشت (شکل ۱). از سوی دیگر، کمترین عملکرد دانه در شرایط غیرشور در تیمارهای شاهد (۱/۴۹۶ گرم در مترمربع) و محلول پاشی TSE۱.۷۵ (۵/۴۹۹ گرم در مترمربع) و در شرایط شور در تیمارهای شاهد (۲/۱۸۹ گرم در مترمربع)، SE۱.۷۵ (۵/۱۸۵ گرم در مترمربع)، و TSE۱.۷۵ (۰/۱۷۹ گرم در مترمربع) مشاهده شد (شکل ۱). به طور کلی بیشترین کاهش عملکرد در اثر تنش شوری در تیمارهای محلول پاشی SE۱.۷۵ (۱/۶۳ درصد) و TSE۱.۷۵ (۱/۶۴ درصد) بود. تیمارهای SE۰.۷۰ و TSE۰.۷۰ به ترتیب با ۵/۶۰ و ۰/۵۸ درصد کاهش، کمترین میزان کاهش عملکرد در اثر تنش شوری را داشتند (شکل ۱).



شکل ۱. عملکرد دانه جو تحت تاثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید در غلظت ها و زمان های مختلف در شرایط غیرشور و شور. میانگین های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی دار ندارند.

به طور کلی در شرایط شور غلظت های پایین تر تاثیر بهتری را از خود نشان دادند و منحنی پاسخ عملکرد به غلظت سالیسیلیک اسید در شرایط شور زودتر رو به کاهش نهاد (شکل ۲). این بدین معنی است که در شرایط غیرشور غلظت های بالاتر و در شرایط شور غلظت های پایین تر تاثیر بهتری دارند. در هر دو شرایط با افزایش غلظت به ۷۵/۱ میلی مولار تاثیر مثبت آن به طور قابل توجهی کاهش یافت. پاکار و همکاران (۱۳۹۳) بیشترین تاثیر مثبت سالیسیلیک اسید در تعدیل اثرات منفی تنش شوری هم بر عملکرد دانه و هم بر عملکرد بیولوژیک بوته های جو در غلظت ۵/۱ میلی مولار مشاهده کرد. پیرسته انوشه و همکاران (Pirasteh-Anosheh et al., ۲۰۱۵) نیز با بررسی تاثیر غلظت های متفاوت شوری بر جو بیان داشتند که در دو سال آزمایش غلظت های ۰/۱ تا ۵/۱ میلی مولار بیشترین اثرات تعدیل کنندگی را داشتند. این پژوهشگران نشان دادند که غلظت ۲ میلی مولار در شرایط شور تاثیر منفی بر رشد و عملکرد جو داشت.



شکل ۲. رابطه بین غلظت محلول پاشی سالیسیلیک اسید با عملکرد دانه در شرایط غیرشور و شور

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تنها اثرات اصلی تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر غلظت سدیم شاخساره به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی دار شد. غلظت پتاسیم نیز تنها تحت تاثیر معنی دار شوری در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت. تنش شوری موجب افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت پتاسیم شد (جدول ۱)؛ به طوری که بوته های رشد یافته در شرایط شور به میزان ۷/۳۳ درصد سدیم بیشتری در شاخساره خود بودند. همچنین غلظت پتاسیم در شاخساره بوته های تحت شرایط غیرشور به میزان ۰/۴۹ درصد بیشتر از بوته های تحت شرایط شور بود.مطالعات نشان میدهد که افزایش غلظت نمك در محیط رشد گیاهان باعث افزایش غلظت سدیم میگردد. غلظتهای بالای نمک میتواند یک اثر رقابتی را در جذب یونها به وجود بیاورد. درغلظت بالای نمک، غلظت یون سدیم افزایش و غلظت یون پتاسیم در گیاه کاهش مییابدو باعث کمبود پتاسیم میگردد (Noble and Rogers, ۱۹۹۲). نسبت سدیم به پتاسیم میتواند به عنوان شاخصی مناسب در مورد اثرات متضاد سدیم و پتاسیم در گیاه مطرح باشد. این نسبت در بافت گیاه به عنوان شاخص سمیت سدیم بکار برده میشود. پایین بودن نسبت سدیم به پتاسیم به معنی کم بودن سمیت سدیم یا تحمل بالای گونه گیاهی مورد نظر میباشد (Schatchman et al., ۱۹۹۱).

جدول ۲. تاثیر غلظت و زمان محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر تجمع یون های سدیم و پتاسیم در جو

مرحله کاربرد	غلظت (میلی مولار)	غلظت سدیم (%)		غلظت پتاسیم (%)	
شاهد		۲.۱۴	a	۱.۳۷	a
پنجه زنی+ساقه روی+ ظهور سنبله	۳۵/۰	۲.۰۱	bc	۱.۲۸	a
	۷۰/۰	۱.۷۱	d	۲.۰۶	a
	۰۵/۱	۲.۱۰	ef	۱.۳۶	a
	۴۰/۱	۱.۷۴	ef	۱.۴۱	a
	۷۵/۱	۱.۶۰	ab	۱.۲۱	a
ساقه روی+ظهور سنبله	۳۵/۰	۱.۸۵	cd	۱.۲۵	a
	۷۰/۰	۱.۶۹	e	۱.۲۸	a
	۰۵/۱	۱.۸۸	g	۱.۲۵	a
	۴۰/۱	۱.۴۹	fg	۱.۱۸	a
	۷۵/۱	۲.۰۸	ab	۱.۴۶	a

میانگین های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

جدول ۳. ضرایب همبستگی عملکرد دانه با تجمع یون ها در دو شرایط و غیرشور

	غلظت سدیم	غلظت پتاسیم
غیرشور	۰.۱۷۰ns	-۰.۰۸۱ns
شور	-۰.۴۳۸*	-۰.۰۷۹ns

ns: غیرمعنی دار؛ * و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

بیشترین غلظت سدیم در تیمار شاهد بدون کاربرد سالیسیلیک اسید بود، و همه تیمارهای محلول پاشی سالیسیلیک اسید دارای غلظت سدیم کمتری بودند (جدول ۲). غلظت سدیم شاخساره در تیمارهای TSE۱۴۰، TSE۱۰۵، TSE۰۷۰، TSE۰۳۵ و TSE۱۷۵ به ترتیب معادل ۱/۶،۱/۲۰، ۷/۱۸، ۶/۱۸ و ۲/۲۵ درصد کمتر از تیمار شاهد بود. این مقادیر برای تیمارهای SE۱۴۰، SE۱۰۵، SE۰۷۰، SE۰۳۵ و SE۱۷۵ به ترتیب برابر با ۵/۱۳، ۰/۲۱، ۱/۱۲، ۴/۳۰ و ۹/۲ درصد بود. غلظت سدیم در شرایط شور به طور معنی دار با عملکرد دانه همبستگی منفی (۴۳۸/۰-) داشت (جدول ۳).پژوهشگران بر این باورند که سالیسیلیک اسید هم «جذب سدیم از محلول خاک توسط ریشه» و هم «انتقال سدیم از ریشه به اندام های هوایی» را در شرایط شور کاهش می دهد (Hayat et al., ۲۰۰۵; Ashraf et al., ۲۰۱۰). برخی مطالعات پیشین نیز نشان دادند که کاربرد سالیسیلیک اسید می تواند بخشی از اثرات تنش شوری که موجب افزایش سدیم بوته های جو گردید، را جبران کند (پاکار و همکاران، ۱۳۹۳؛ El-Tayeb, ۲۰۰۵; Mutlu et al., ۲۰۱۳).

به طور کلی محلول پاشی سالیسیلیک اسید بسته به زمان و غلظت های متفاوت توانست عملکرد دانه جو را افزایش دهد. بهترین تیمار را می‌توان تیمار محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۰۵/۱ میلی مولار برای شرایط غیرشور و با غلظت ۷۰/۰ میلی‌مولار برای شرایط شور در دو مرحله ساقه‌روی+ظهور سنبله دانست.

منابع

امام ی.، حسینی ا.، رفیعی ن. و پیرسته انوشه، ه. ۱۳۹۲. رشد اولیه و جذب یون های سدیم و پتاسیم در ده رقم جو در شرایط تنش شوری. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی، شماره ۱۹، صفحه‌های ۵ تا ۱۵.

پاکار ن.، پیرسته انوشه،ه. امام، ی. ۱۳۹۳. اثر غلظت‌های متفاوت سالسیلیك‌اسید بر ویژگی‌های کمی و کیفی جو در شرایط تنش شوری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، شماره ۱۴، صفحه‌های ۱۹۱ تا ۲۰۱.

Ashraf, M., Akram, N.A., Arteca, R.N. and Foolad, M.R. ۲۰۱۰.The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. Critical Reviews in Plant .Science, ۲۹: ۱۶۲-۱۹۰

El-Tayeb, M.A. ۲۰۰۵. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Journal of .Plant Growth Regulation, ۴۵: ۲۱۵-۲۲۴

Hayat, S., Fariduddin, Q., Ali, B. and Ahmad, A., ۲۰۰۵.Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of .wheat seedlings.ActaAgronomicaHungarica, ۵۳: ۴۳۳-۴۳۷
Metwally, A., Finkmeier, A., George, M. and Dietz, K. ۲۰۰۳. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in .barley seedling. Plant Physiology, ۱۳۲۱: ۲۷۲-۲۸۱
Mutlu, S., Karadagoglu, O., Atici, O., Tasgin, E. and Nalbantoglu, B. ۲۰۱۳.Time-dependent effect of salicylic acid on alleviating cold damage in two barley cultivars differing in cold tolerance. Turkish Journal of Botany, ۳۷: .۳۴۳-۳۴۹
Noble, C.L. and M.E. Rogers. ۱۹۹۲. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt .tolerance in crops. Plant Physiology, ۱۴۶: ۹۹-۱۰۷
Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y. and Sepaskhah, A.R. ۲۰۱۵.Improving barley performance by proper foliar .applied salicylic-acid under saline conditions. International Journal of Plant Production, ۹: ۴۶۷-۴۸۶
Schatchman, D.P., Munns, R. Whitecross, M.I. ۱۹۹۱. Variation in sodium exclusion and salt tolerance in .Triticumtauschii. Crop Science, ۳۱: ۹۹۲-۹۹۷

Abstract:

To evaluate the effect of concentration (۰.۰, ۰.۳۵, ۰.۷۰, ۱.۰۵, ۱.۴۰ and ۱.۷۵ mM) and time (tillering+stemelongation+ear emergence and stem elongation+ear emergence) of salicylic acid (SA) foliar application on grain yield and ion accumulation on barley under non-saline and saline conditions (۲ and ۱۲ dSm^{-1}, respectively), a field experiment was done in National Salinity Research Center during ۲۰۱۲-۲۰۱۳ and ۲۰۱۳-۲۰۱۴ growing seasons. Results showed that salt stress decreased yield components and potassium concentration and decreased sodium concentration; however, grain yield of barley plants were increased when treated by SA foliar application at different time and concentrations. In regard to negative correlation between sodium concentration and grain yield, the positive impact of SA could be due to its effect on reduction of sodium concentration. In addition, SA foliar application by ۱.۰۵ and ۰.۷۰ mM at stem elongation+ear emergence could be considered as the best treatments in non-saline and saline conditions; which increased grain by ۱۶.۶%, ۱۸.۶%,

اثر منبع، مقدار و روش کاربرد آهن بر عملکرد و کیفیت توت فرنگی رقم سلوا

یعقوب حسینی [۱] و محمد بهادری [۲]
۱-استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان ۲- دانشجوی سابق دانشگاه آزاد اسلامی جیرفت

چکیده
آهکی بودن و pH بازی خاکهای منطقه جیرفت سبب شده است تا جذب عناصر ریزمغذی بویژه آهن بوسیله گیاه توت فرنگی دچار مشکل شود. در پژوهش حاضر، تیمارها ترکیبی از منابع مختلف آهن، روش مصرف و مقدار مصرف بودند. نتایج نشان داد که استفاده از کلات آهن (Fe-EDDHA) به روش مصرف خاکی به مقدار ۵/۱۰ کیلو گرم در هکتار بیشترین عملکرد میوه، متوسط وزن میوه و ویتامین ث را سبب شد. پس از آن مقادیر ۵/۷ و ۵/۴ کیلو گرم سکوسترین آهن در هکتار بصورت کاربرد خاکی بالاترین عملکرد توت فرنگی در منطقه جیرفت را سبب شدند که با تیمارهای دیگر اختلافی معنی دار داشتند. بنابراین از نظر تأثیر بر عملکرد و پارامترهای کیفی توت فرنگی مقدار ۵/۱۰ کیلو گرم سکوسترین آهن در هکتار قابل توصیه می باشد.
واژه های کلیدی: توت فرنگی، روش مصرف، منبع آهن، عملکرد

مقدمه
توت فرنگی (*Fragaria* × *ananassa*Duch) گیاهی علفی است که در سراسر مناطق قابل کشت کره زمین از نواحی شمالی تا گرمسیری پرورش می یابد (سعادتی و معلمی، ۱۳۹۰). در حال حاضرکشت و کارمحصولات گلخانه ای درکشور درحال توسعه می باشد که کشت توت فرنگی از جمله آنهاست (دیلمقانی حسنلویی و همتی، ۱۳۹۰). از طرف دیگر، براثرکمبودآهن فعالیت چندین سیستم آن زیمی وترکیبات گیاهی مانندکاتالاز،سیتوکرم اکسیدازوفردوکسین به طورقابل ملاحظه ای کاهش مییابد. مقدارآهن موجوددرخاک زیاداست ولی گیاهان فقط آهن دو ظرفیتی را در فرایندهای فیزیولوژیکی خود مورد استفاده قرار میدهند،که درمقایسه باکل آهن خاک ناچیزاست. شرایط محیطی خاک برمقدارجذب آهن توسط گیاه تاثیرمیگذارد،به همین دلیل کنترل جذب آهن توسط گیاه مشکل است(تقوی و همکاران، ۱۳۸۴). بخش بزرگی از خاک‌های زراعی کشور، به ویژه نواحی جنوبی، حاوی مقادیر زیادی کربنات کلسیم هستند که سبب افزایش واکنش خاک و ایجاد اختلال در جذب عناصر آهن، روی، فسفر و غیره می شود (شهابیان و همکاران، ۱۳۸۵). کمبود آهن در توت فرنگی حجم ریشه را محدود نموده و ریشه‌ها به رنگ زرد درمی‌آیند، رشد طوقه کم شده و ساقه‌های خزنده و گیاهان دختری حاصل از آنها کلروز وسیعی را نشان می‌دهند. در اواسط فصل رشد، اندازه‌ی گیاه کاهش یافته و به تبع آن اندازه برگها بشدت کوچك مي‌گردد. در کمبود آهن ظاهر گل و میوه توت فرنگی کمتر تحت تاثیر قرار مي‌گیرند(Maas, ۱۹۸۴). در خاکهای آهکی با pH بالا بي‌رنگی در برگهای توت فرنگی گسترش یافته و عمدتاً ظهور این علامت که اغلب ناشی از کمبود آهن است منجر به کاهش عملکرد مي‌گردد(Sharma, ۲۰۰۲). تقوی و همکاران(۱۳۸۷) در بررسی تاثیر سطوح مختلف آهن و بُر روی مقدار عناصر و عملکرد توت فرنگی رقم سلوا اظهار داشتند که افزودن آهن به محیط رشد گیاه باعث افزایش نیتروژن کل، پتاسیم و بُر برگ‌ها و کاهش مقدار نیترات، فسفر، منیزیم، کلسیم و آهن برگ‌ها میشود. در پژوهشی Singh, ۲۰۰۰)) ملاحظه گردید که در محلول‌پاشی برگی، آهن به آسانی بر روی سطح برگ به‌صورت هیدروکسید رسوب می‌کند و به دلیل اینکه برگ بر خلاف ریشه مکانیزم اسیدی کردن وجود. در آزمایشی Kalesck و همکاران (۲۰۰۳) بیان داشتند، که بی‌کربنات در خاک‌های آهکی عامل بسیار مهمی در ایجاد کلروز آهن می‌باشد و به نوعی نیز مسئول غیر متحرک شدن آهن در بافت‌های گیاهی است. بنابراین بی کربنات هم از طریق جلوگیری از جذب آهن و هم از طریق افزایش pH سلول، جذب و انتقال آهن را کاهش می‌دهد. در تحقیقی Sanz و همکاران (۲۰۰۲) بیان نمودند کاربرد کلات آهن روش موثری در برطرف نمودن کمبود آهن می‌باشد زیرا اثر بخشی کیلیت آهن کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. در مطالعه ای (Kazemi, ۲۰۱۴) بر رشد رویشی و زایشی توت فرنگی ملاحظه گردید که آهن نقشی چشمگیر در افزایش وزن خشک، سطح برگ و طول ریشه توت فرنگی دارد. همچنین خصوصیات زایشی مثل تعداد میوه را نیز افزایش داد. در بررسی دیگر (Erdal, ۲۰۰۴) اثر محلول پاشی آهن در مراحل مختلف رشد توت فرنگی انجام و گزارش شد که غلظت سولفات آهن از طریق برگپاشی مؤثرتر از کاربرد Fe - EDTA بود. در آزمایشی دیگر (Borowski and Michalek, ۲۰۱۱) مشخص گردید که محلول پاشی عناصر معدنی بصورت محلول پاشی یک روش قابل قبول برای کاربرد عناصر غذایی در گیاهان عالی است و موثر تر از کاربرد خاکی است؛ بویژه وقتی که شرایط خاک برای آهن قابل دسترس مناسب نیست.
آهکی بودن و pH بازی خاکهای منطقه جیرفت سبب شده است تا جذب عناصر ریزمغذی بویژه آهن بوسیله گیاه دچار مشکل شود. راهکارهایی که بتواند این مشکل را تعدیل نماید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می باشد. به نظر می رسد منبع، روش کاربرد و مقدار ترکیب آهن دار مورد استفاده در این موضوع مهم باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کشت خاکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه یکی از گلخانه داران منطقه جیرفت به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای مورد مطالعه ترکیبی از منابع مختلف آهن (کلات- Fe-EDDHA یا همان سکوسترین آهن ۱۳۸، کلات- Fe-HEEDTA یا رکسنول آهن و سولفات آهن)، روش مصرف (خاکی و محلول‌پاشی) و مقدار مصرف]۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار برای سکوسترین آهن ۱۳۸ به صورت مصرف خاکی و محلول‌پاشی کلات Fe-HEEDTA با غلظت ۲/۰ درصد (۲ در هزار) و ۴/۰ درصد (۴ در هزار)) و محلول‌پاشی سولفات آهن با غلظت (۱/۰ درصد (۱در هزار)، ۲/۰ درصد(۲در هزار) و ۳/۰ درصد (۳در هزار)[و یک تیمار شاهد (بدون مصرف ترکیبات آهن دار) بودند. محلولپاشی دو مرتبه در دو مرحله ۸-۱۰ برگی و ۱۴-۱۶برگی صورت گرفت. در این آزمایش ۹ تیمار در ۲۷ کرت آزمایشی مورد مطالعه قرار گرفت. سپس بر اساس آزمایش خاك و توصیه مرکز تحقیقات جیرفت، مقادیر لازم عناصر غذایی دیگر (به استثنای آهن) به خاک اضافه گردید. نشاءها توت فرنگی رقم سلوا قبل از کاشت در محلول قارچ‌کش بنومیل به نسبت ۲ در هزار ضد عفونی شدند و در محل‌های مشخص کشت گردیدند. عملکرد میوه در طی ۳۰ چین در هکتار، متوسط وزن میوه در بوته، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین ث و درصد مواد جامد محلول از پاسخ گیاهی اندازه گیری شده در این آزمایش بودند. داده‌های جمع‌آوری شده در طول اجرای آزمایش، توسط نرم افزار SAS تجزیه و میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. مقایسه گروهی تیمارها نیز با کمک برنامه MSTAT C انجام پذیرفت. ترسیم نمودارها با نرم افزار Excel صورت گرفت

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که تیمارهای مورد استفاده در آزمایش تأثیری معنی دار بر صفات اندازه گیری شده در آزمایش داشتند. بیشترین عملکرد میوه در طی ۳۰ چین درهکتار(۶۴/ ۲۲ تن در هکتار) با کاربرد ۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) بصورت خاکی بدست آمد و با کاربرد ۵/۷ و ۵/۴ کیلو گرم آن در هکتار تفاوتی معنی داشت. در تحقیقی دیگر هم نشان داده شد که ارقام توت فرنگی پاسخهای متفاوتی به مقادیر کاربرد سکوسترین ۱۳۸ آهن نشان دادند (Turemis et al., ۱۹۹۷). کمترین عملکرد میوه در طی ۳۰ چین (۲۶/۱۹ تن در هکتار) از عدم مصرف کود آهن (شاهد) بدست آمد. این نتایج حاکی از این مطلب است که مصرف آهن به میزان ۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) نسبت به مصرف Fe-HEEDTA (رکسنول) و محلول پاشی سولفات آهن تاثیر بیشتری بر افزایش عملکرد میوه طی ۳۰ چین در هکتارداشت (شکل ۱A). اگرچه استفاده از سولفات آهن و رکسنول نیز، نسبت به تیمار شاهد، سبب افزایش معنی دار عملکرد گردیدند. نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققین (کریمی و همکاران، ۱۳۸۹) مطابقت دارد که بیان می دارد که آهن نقش مهمی در فعالیت کلروفیل و سنتز تعداد زیادی از پروتئین های مهم از قبیل سیتوکروم های مختلف دارد و فتوسنتز و انتقال آسیمیلاتها را به مخزن برعهده دارد و در نهایت افزایش عملکرد را در پی دارد. در آزمایشی بر روی ارقام توت فرنگی نشان داده شد که کاربرد سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) از کلات Fe-EDTA مؤثرتر است که علت آن رسوب آهن در ترکیب Fe-EDTA، کاهش قابلیت استفاده آهن و تولید برخی از ترکیبات سمی در هنگام استفاده از کلات Fe-EDTA در مقایسه با کلات سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) ذکر گردید (Shahvali-Kohshouri et al., ۲۰۱۳).

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که متوسط وزن میوه در بوته مربوط به تیمارهای مختلف آزمایش تفاوتی معنی دار با یکدیگر داشتند. به طوریکه بیشترین متوسط وزن میوه در بوته از مصرف ۵/۱۰و ۵/۷ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ۱۳۸ (EDDTA-Fe) بصورت خاکی بدست آمد و کمترین متوسط وزن میوه در بوته از عدم مصرف کود آهن(شاهد) بدست آمد (شکل ۱B). مصرف آهن از منبع Fe -HEEDTA (رکسنول) نسبت منبع سولفات آهن سبب تولید میوه های درشتی گردید، اگرچه بین مصرف سولفات آهن به مقدار ۳ در هزار و تیمارهای محلول پاشی رکسنول آهن تفاوتی معنی دار وجود نداشت. برخی از پژوهشگران دیگر نیز گزارش کردند که با کاربرد آهن وزن میوه افزایش پیدا کرده است (رزازی و همکاران، ۱۳۸۹) که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد.

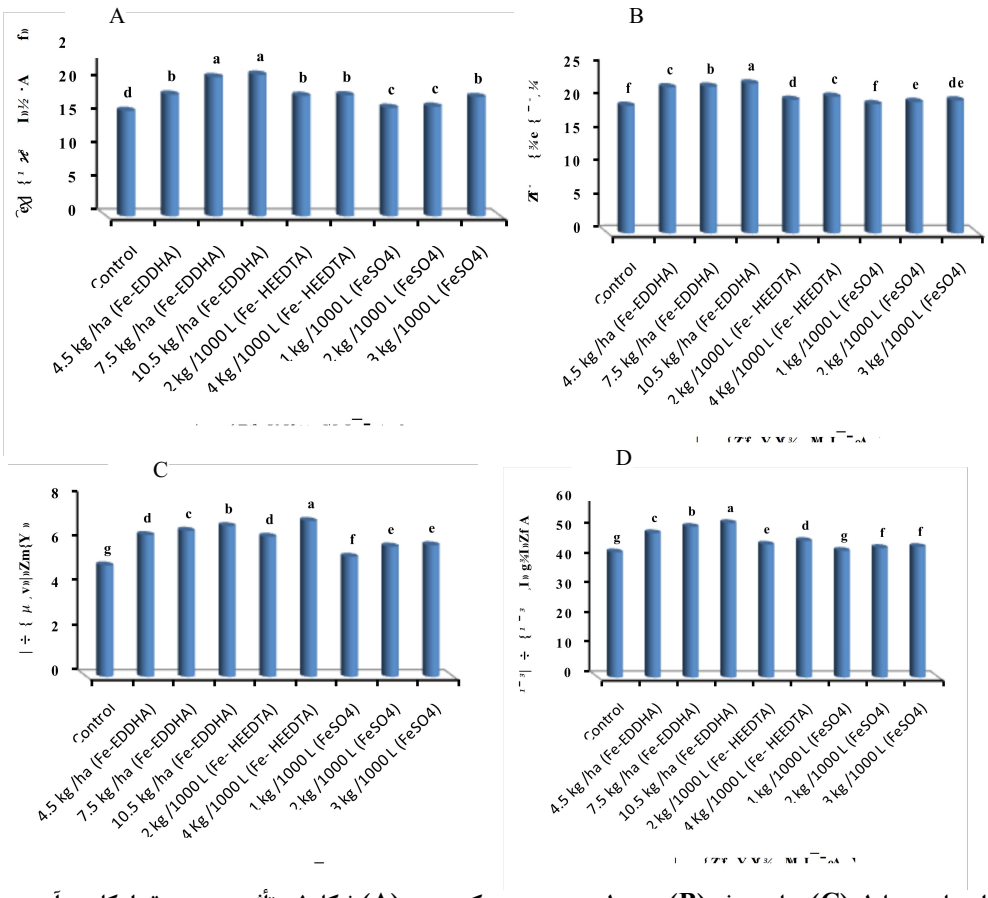
بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آزمایش بر مقدار اسیدیته میوه تاثیر معنی داری نداشت. اما در پژوهشی (Bacha et al,. ۱۹۹۵) در خاکهای آهکی مشخص شد که کاربرد آهن سه باره مرتبه بطور معنی داری درصد مواد جامد محلول دانه انگور را افزایش داد و در حالی که درصد اسیدیته را در تعداد دفعات محلول پاشی کاهش داد.

جدول تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که ویتامین ث میوه به طوری معنی دار تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت. به طوریکه بیشترین ویتامین ث (برحسب میلی گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه) از مصرف ۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) بصورت خاکی بدست آمد و کمترین ویتامین ث از عدم مصرف کود آهن(شاهد) بدست آمد (شکل ۱C). همچنین محلول پاشی رکسنول (Fe-HEEDTA) و سولفات آهن در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش معنی دار ویتامین ث در میوه گوجه فرنگی شدند که از این حیث استفاده از رکسنول (Fe-HEEDTA) نسبت به سولفات آهن ارجحیت داشت.

بیشترین درصد مواد جامد محلول (۷۹/۶درصد) از محلول پاشی رکسنول با غلظت ۴ در هزار و کمترین درصد مواد جامد محلول(۰۲/۵) از عدم مصرف آهن(شاهد) حاصل گردید (شکل ۱D). رسولی و ملکوتی (۱۳۷۸) نیز نشان دادند که با مصرف بهینه عناصر کم مصرف و از جمله آهن، کیفیت میوه از طریق افزایش درصد مواد جامد محلول(بریکس) بهبود پیدا می کند. نتایج این پژوهش با مطالعات سایر محققین در زمینه تاثیر آهن بر افزایش درصد مواد جامد محلول میوه (Davarpanah et al., ۲۰۱۳؛ Bacha et al., ۱۹۹۵) مطابقت و همخوانی دارد و همگی اشاره به این مطلب دارند که مصرف آهن منجر به افزایش درصد مواد جامد محلول در میوه می شود.

مقایسات گروهی(اورتوگونال)

بر اساس نتایج مقایسات گروهی (جدول ۱) بین تیمار کاربرد خاکی آهن (به صورت سکوسترین) و کاربرد محلول پاشی آهن (با استفاده از ترکیب سولفات آهن و یا محلول پاشی HEEDTA-Fe) در مورد اغلب صفات اندازه گیری شده تفاوت معنی دار وجود دارد. اما نوع ترکیب مورد استفاده در محلول پاشی برای بیشتر صفات اندازه گیری شده نتوانسته است تفاوت معنی داری را ایجاد نماید، به عبارت دیگر محلول پاشی با ترکیب سولفات آهن و یا محلول پاشی HEEDTA-Fe بر روی صفات اندازه گیری شده (به استثناء متوسط وزن میوه) یکسان عمل کردند و ترجیحی بر یکدیگر ندارند. بر اساس مقایسات گروهی، به طور کلی، مصرف آهن با هر روش کاربرد و هر ترکیبی سبب تفاوت معنی دار در اغلب صفات گیاهی اندازه گیری شده (به استثناء اسیدیته میوه و ویتامین ث)، گردیده است. بنابراین فارغ از نوع و روش مصرف آهن، کاربرد آن برای افزایش عملکرد و برخی دیگر از پارامترهای کیفی توت فرنگی در شرایط گلخانه در منطقه جیرفت ضروری می باشد. در آزمایش Erdal و همکاران (۲۰۰۴) هم ملاحظه گردید که کاربرد آهن چه به صورت مجزا و چه به صورت همراه با گوگرد و حتی کاربرد گوگرد به تنهایی، به سبب اسیدی کردن خاک و فراهم شدن بستر برای قابلیت دسترسی بیشتر آهن، سبب افزایش عملکرد توت فرنگی شده است.



توت (D)و مواد جامد محلول (C)ویتامین ث ،(B)متوسط وزن میوه در یک چین ،(A) شکل ۱- تأثیر منبع و مقدار کاربرد آهن بر عملکرد میوه فرنگی

جدول ۱- مقایسات گروهی تیمارهای آزمایش بر برخی پاسخ های گیاه توت فرنگی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد مواد جامد محلول	متوسط وزن میوه	عملکرد میوه در هکتار	اسیدیته میوه	ویتامین ث
تفاوت تیمار شاهد با تیمارهای کودی	۱	۳۰/۴**	۶۹/۱۷**	۸۴/۲*	۰۲/۰ns	۴۶/۵۱ns
تفاوت سکوسترین و محلول پاشی سولفات آهن	۱	۱۳/۳**	۴۸/۷ns	۷۹/۰*	۰۲/۰ns	۷۲/۴۱ns
تفاوت سکوسترین آهن با محلول پاشی HEEDTA- Fe	۱	۲۴/۳*	۶۰/۶۲**	۹۰/۴*	۰۴/۰ns	۷۶/۲۲۹ns
تفاوت محلول پاشی سولفات آهن با محلول پاشی HEEDTA- Fe	۱	۰۴/۰ns	۸۵/۲۹*	۹۳/۸ns	۰۰۵/۰ns	۹۹/۸۷ns

منابع

تقوی، ت. س.، بابالار، م.، عبادی، ع.، ابراهیم‌زاده، ح. و عسگری، م. ع. ۱۳۸۷. اثر سطوح مختلف آهن و بُر روی مقدار عناصر و عملکرد توت‌فرنگی رقم سلوا. مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۳، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۴۹ تا ۵۳.

تقوی، ت. س.، بابالار، م.، عبادی، ع.، ابراهیم‌زاده، ح. و عسگری، م. ع. ۱۳۸۴. اثر سطوح مختلف آهن و بُر روی مقدار عناصر و عملکرد توت فرنگی رقم سلوا. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۶، شماره‌ی ۵، صفحه‌های ۱۰۶۵ تا ۱۰۷۳.

دیلمقانی حسنلویی، م. ر. و همتی، س. ۱۳۹۰. اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان عناصر غذایی، عملکرد و خصوصیات کیفی توت فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاك. علوم و فنون کشت های گلخانه ای، جلد ۲، شماره‌ی ۷، صفحه‌های ۱ تا ۷.

سعادتی، ص. و معلمی، ن. ۱۳۹۰. بررسی محلول پاشی عنصر روی بر رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری. مجله علوم باغبانی ایران، جلد ۴۲، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۲۶۷ تا ۲۷۵.

شهابیان، م.، رستگار، ح. و. سمر، س. م. ۱۳۸۵. تاثیر منابع مختلف کود آهن بر عملکرد کمی و کیفی میوه درختان پرتقال. مجله علوم خاک و آب، جلد ۲۰، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۱۱ تا ۱۶.

کریمی، ح. ر.، تفضلی بندری، ع. ا.، و کریمیان، ن. ع. ۱۳۸۹. اثرات کاربرد آهن و اسید سولفوریک بر برخی ویژگی‌های رشدی و عملکرد توت فرنگی در خاک‌های آهکی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، جلد ۱۰، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۳۴ تا ۴۲.

Bacha M. A., Sabbah S. M. and El-hamady M. A. ۱۹۹۵. Effect of foliar application of iron, zinc and manganese on yield, berry quality and leaf mineral composition of Thompson Seedless and Roumy red grape cultivars. Alexandria Journal of Agricultural Research, ۴۰(۳): ۳۱۵-۳۳۱.

Borowski E. and MichalekS. ۲۰۱۱.The effect of foliar fertilization of French bean with iron salts and urea on some physiological processes in Plants relative to iron uptake and translocation in leaves.ActaScientiarumPolonorum, HortorumCultus, ۱۰ (۲): ۱۸۳-۱۹۳.

Davarpanah S., AkbariM., AskariM. A., BabalarM. andEsmaeilNaddafM. ۲۰۱۳. Effect of iron foliar application (Fe-EDDHA) on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate CV."Malas -e-Saveh". World of Sciences Journal, ۴:۱۷۹-۱۸۷.

ErdalI., Kepenek K., Kizilgoz I. and Turkay F. ۲۰۰۴. Effect of foliar iron applications at different growth stages on iron and some nutrient concentrations in Strawberry cultivars. Turkish Journal of Agricultural, ۵۲:۴۲۱-۴۲۷.

Kalesck H., OktayM. and HofnerW. ۲۰۰۳. Effect of iron cholorosis-inducing factors on the pH of the cytoplasm of sunflower (*Helianthus annuus*). Plant and Soil, ۸۲: ۲۱۵-۲۲۱.

Kazemi M. ۲۰۱۴. Application of iron, calcium and zinc sulfate on vegetativegrowth and reproductive characteristic of strawberry CV. pajaro. Turakish Journal of Sciences, ۱: ۲۱-۲۶.

Maas J. L. ۱۹۸۴. Compendium of strawberry ddiseases. American phytopathological society, in cooperation with Agricultural Research service United State Department of Agriculture, USA.

Sanz M., CaveroJ. and AbadiaJ. ۲۰۰۲. Iron chlorosis in the ebro river basin, Spain. Journal of Plant Nutrition, ۱۵(۱۰): ۱۹۷۱-۱۹۸۱.

Shahvali-Kohshouri R., MoieniA. and BaghizadehA. ۲۰۱۳. Positive effects of cold pretreatment, iron source and silver nitrate on another culture of strawberry (*Fragaria* × *ananassa*Duch). Plant Biotechnology Reports, ۷(۴): ۴۸۱-۴۸۸.

Sharma R. R. ۲۰۰۲. Growing Strawberries. Scientist Division of Fruit and Horticulture Technology, Indian Agricultural research Institute, International Book Distributing Company,New Delhi.

Singh G. H. ۲۰۰۰. Effect of suphur in preventing the occurrence of chlorosis in peas. Agronomy Journal, ۶۲: ۷۰۸-۷۱۱.

Turemis N., OzguvenA. I., PaydasS. and IdemG. ۱۹۹۷. Effects of sequestrene Fe-۱۳۸ as foliar and soil application on yield and earliness of some strawberry cultivars in the subtropics. Acta Horticultural, ۴۴۱: ۳۶۹-۳۷۴.

Abstract

Calcareoussoilsand highpH inJiroftregionhas causedmicronutrients, particularly ironuptakebyplantsbedifficult. In present study treatments were included incorporated different sources ofiron, methods of useandtheamount consumed.The results showedthat theuseofchelatediron(Fe-EDDHA)to۱۰.۵kilogramsper hectareassoil applicationhadthehighestfruit yield, averagefruitweightandvitamin C. Then, values of۷.۵and۵.۴kgironSequestrineper hectare as soil application wasthe highestperformancein Jiroftstrawberries that Withother treatmentshad significantdifference. Thus the use ofironSequestrine۱۳۸ (Fe-EDDTA)inthe amount of۴.۵kg perhectarein thesoilforstrawberryin Jiroftis recommended.

بررسی کیفیت آب آبیاری در اراضی پستهکاری منطقهی کوثرریز رفسنجان

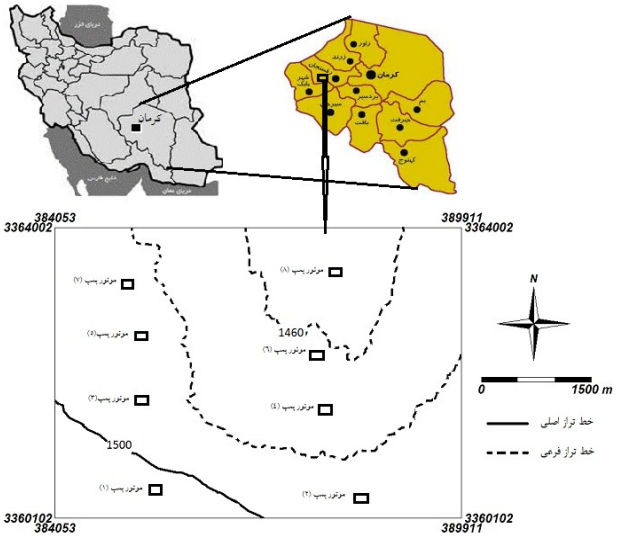
معصومه زین الدینی [۱]، وحید مظفری [۲]، حسین شیرانی [۲] ، عیسی اسفندیارپور بروجنی [۲]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده
بسیاری از مشکلات کشاورزی ناشی از ترکیب شیمیایی آب آبیاری است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر برخی خصوصیات آب زیرزمینی بر رشد و عملکرد پسته در منطقهی کوثرریز رفسنجان انجام گرفت. بدینمنظور، از هشت نمونهی آب آبیاری موجود در منطقه، نمونهبرداری و قابلیت هدایت الکتریکی (EC)، سدیم، کلسیم، منیزیم، سولفات، کلر، سختی کل و نسبت جذب سدیم (SAR) آنها اندازهگیری شد. نتایج نشان داد که در آب زیرزمینی، همبستگی مثبت و معنیداری بین شوری، کلسیم، سدیم، منیزیم، کلر و سختی کل وجود دارد. در منطقهی مورد بررسی، اغلب آبیاری با آبهای شور و سدیمی انجام میشود که از عوامل اصلی کاهش عملکرد پسته شد. همچنین، نتایج نشان داد که وجود مقدار زیاد شوری و نسبت جذب سدیم در آب، بهدلیل برداشتهای بیرویه از آبهای زیرزمینی و خشکسالیهای پیدرپی در سالهای اخیر میباشد.

واژه های کلیدی: : آب زیرزمینی، پسته، شوری و سدیمی، رفسنجان

مقدمه
آب زیرزمینی، منبع اصلی آب کشاورزی در ایران میباشد (Hosseinifard et al., ۲۰۰۶). یکی از مهمترین مشکلات در مناطق خشک و نیمهخشک، غلظت بالای نمک در آب آبیاری و خاک میباشد. کیفیت آب آبیاری، نقش اساسی را در مدیریت آبیاری و کشاورزی ایفا میکند (Fereres et al., ۲۰۰۳). در سالهای اخیر، تغییر کیفیت آب آبیاری در بعضی از نقاط جهان و ایران گزارش شده است (Castellanos et al., ۲۰۰۲). مناطق خشک و نیمهخشک در سطح پنج قاره گسترش دارند و سطح زیادی از کرهی زمین را شامل میشوند. حدود ۲۵ میلیون هکتار (۱۵ درصد) از سطح کل اراضی کشور با درجات مختلف با مشکلات شوری و سدیمی مواجه است و از سوی دیگر در همین مناطق، کیفیت آبهای مورد استفاده برای آبیاری و بهویژه آبهای استخراجی از منابع زیرزمینی، از کیفیت مناسب برخوردار نیستند. افزایش فعالیتهای کشاورزی برای افزایش تولید غذای ناشی از رشد بالای جمعیت و گسترش سریع فعالیت اقتصادی، باعث تخلیهی سریع منابع آب زیرزمینی شده است (Fernandez et al., ۲۰۰۹).
پسته (*Pistachio vera* L.) گیاهی نیمهگرمسیری و مقاوم به شوری و خشکی محسوب میشود که محصول آن ارزش اقتصادی زیادی دارد. ایران با دارا بودن ۵۰ درصد از حجم و ارزش صادراتی پسته، مقام اول را در دنیا دارد. شهرستان رفسنجان با سطح زیر کشتی بالغ بر ۱۱۰ هزار هکتار، عمدهترین مرکز تولید این محصول میباشد (Mirzaei Khalilabadi and Chizari ۲۰۰۴). با توجه به خشکسالیهای شدید در استان کرمان به عنوان قطب مهم کشاورزی و اهمیت شهرستان رفسنجان در تولید پسته و همچنین اهمیت کیفیت آب و افت آبهای زیرزمینی، مسألهی تعیین کیفیت آب برای مصارف کشاورزی، دارای اهمیت ویژهای میباشد. بنابراین، هدف اصلی پژوهش حاضر، تعیین کیفیت آب آبیاری در منطقهی کوثرریز رفسنجان و تأثیر آن بر رشد و عملکرد پسته بود.

مواد و روشها
معرفی منطقهی مطالعاتی
منطقهی کوثرریز در ۲۰ کیلومتری غرب شهرستان رفسنجان واقع شده است. این منطقه به وسعت ۲۴۰۰ هکتار بین عرضهای جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۲۴ دقیقهی شمالی و طولهای جغرافیایی ۵۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۵۱ دقیقهی شرقی قرار دارد (شکل ۱). از لحاظ فیزیوگرافی، منطقهی مطالعاتی بر روی قاعدهی یک مخروطافکنه واقع گردیده است. اراضی این منطقه به کشت پسته (رقم اوحدی) اختصاص یافته است. منطقهی مزبور، فاقد آبهای سطحی بوده و بهدلیل کمبود آب، آبیاری با آبهای زیرزمینی با دور آبیاری زیاد و حجم کم انجام میگیرد. از طرفی، آبیاری در منطقه با روش سنتی و بهصورت غرقابی میباشد که موجب اتلاف شدید و بیش از اندازهی آب میشود.



شکل ۱- موقعیت توپوگرافیکی منطقه‌ی مطالعاتی

روش نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها

از هشت حلقه چاه موجود در منطقه‌ی مطالعاتی که درختهای پسته با آب آن‌ها آبیاری میشدند، نمونهبرداری شد و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، قابلیت هدایت الکتریکی آنها توسط دستگاه هدایتسنج (مدل SENS Direct CD۲۴)، کلر نمونه‌ها به روش تیتراسیون با نیترات نقره، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با ورسین (EDTA)، سولفات با روش اسپکتروفتومتری، بیکربنات و کربنات به روش تیتراسیون با اسید سولفوریک و غلظت سدیم با دستگاه فلیمفتومتر (مدل GENWAY PSPV) (Ryan, ۲۰۰۱) اندازهگیری شد.

هم‌چنین، بررسی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه‌ی ۱۹) انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات آماری متغیرهای مورد مطالعه در آبهای زیرزمینی در جدول ۱ آورده شدهاند. میانگین آنالیزهای شیمیایی آبهای زیرزمینی نشان داد که بیشترین غلظت کاتیون و آنیون بهترتیب مربوط به سدیم و کلر و کمترین غلظت کاتیون و آنیون بهترتیب مربوط به منیزیم و بیکربنات بود. تقریباً تمام ترکیبات کلره در آب محلول هستند و لذا در شوری کل خاك مشارکت مینمایند (Alizadeh, ۱۹۹۸). با توجه به مقدار زیاد یون کلر در آب زیرزمینی و تحرک زیاد این یون در خاک، سمیت یون کلر در خاک دور از انتظار نیست. ضیغمی نژاد (۱۳۹۰) در پژوهشی در منطقهی مورد مطالعه عنوان کرد که مقدار کلر جذبشده توسط گیاه پسته زیاد بوده و سمیت آن در گیاه وجود دارد. از طرفی، سختی بالا و نسبت کلسیم به منیزیم پایین از عوامل محدودکنندهی آب زیرزمینی در منطقه میباشند (جدول ۱). آبهایی با سختی بیش از ۱۵۰ میلیگرم در لیتر، مشکل کربناته شدن را تسریع میکنند (Frank and Delynn, ۱۹۹۶). نسبت کلسیم به منیزیم برای گیاه پسته بایستی بین سه تا پنج باشد. در صورتی که این نسبت بیشتر از پنج باشد گیاه با کمبود منیزیم روبهرو میشود و اگر این نسبت کمتر از سه باشد، گیاه پسته با کمبود کلسیم مواجه میشود (Schultheis, ۲۰۰۵). بنابراین با توجه به میانگین مقدار آن در آبهای زیرزمینی منطقهی مورد مطالعه، کمبود کلسیم در پسته دور از انتظار نیست. نورمندپیور و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی در رفسنجان گزارش کردند که در بیش از نیمی از آب‌های مورد استفاده برای کشاورزی، منیزیم بیشتر از کلسیم می‌باشد که ششتحت عنوان آب‌های منیزیمی شناخته میشوند. آنالیزهای نمونههای آب نشان داد که نمونهها فاقد یون کربنات می‌باشند. همچنین در تمام نمونهها مقدار کربنات سدیم باقیمانده کمتر از حد بحرانی بوده، بنابراین آبهای مورد استفاده از لحاظ یون بیکربنات، محدودیتی برای آبیاری نداشتند. بر اساس آزمون پیرسون در سطح آماری یک درصد، بین سدیم و کلر ضریب همبستگی بالا و مثبت ۸۵/۰ وجود دارد که نشاندهندهی آن است که نوع نمک غالب در آب زیرزمینی کلرید سدیم است.

جدول ۱- نتایج آماری برخی شاخصهای کیفی آب‌های زیرزمینی مورد مطالعه

متغیر	واحد	میانگین	حداقل	حداکثر
قابلیت هدایت الکتریکی	دسیزیمنس بر متر	۲۰/۱۴	۱۲/۶	۳۱
سدیم	میلیاکیوالان در لیتر	۸۹	۱۰	۳۰۵

	میلیاکیوالان در لیتر	۳۷	۵/۴	۸۵
	میلیاکیوالان در لیتر	۳۹	۵	۸۲
نسبت کلسیم به منیزیم	-----	۵/۱	۲۵/۰	۲/۹
کلر	میلیاکیوالان در لیتر	۱۲۱	۳	۲۷۳
سولفات	میلیاکیوالان در لیتر	۷۶	۲/۵	۶۸
نسبت جذب سدیم	(میلیاکیوالان در لیتر)$^{۰.۵}$	۴۰/۱۶	۱۱	۶۳/۲۲
سختی کل	میلیگرم بر لیتر	۵۱۰	۳۲۰	۶۱۱
بیکربنات	میلیاکیوالان در لیتر	۴۰	۵/۲	۱۹۵

از مهمترین پارامترهای مؤثر در کیفیت آب کشاورزی، قابلیت هدایت الکتریکی (EC)و نسبت جذب سدیم (SAR) میباشند. جدول ۲ کلاس کیفی آبهای آبیاری مورد استفاده در منطقه را بر اساس این دو پارامتر نشان می‌دهد.

جدول۲- طبقه‌بندی کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه‌ی مطالعاتی بر مبنای دو پارامتر شوری و نسبت جذب سدیم

چاه	EC (dS/m)	SAR (meq/l)$^{۰.۵}$	کلاس کیفی آب	کیفیت آب برای آبیاری
چاه (۱)	۱۲/۶	۰۰/۱۱	$C_۴S_۲$	خوب
چاه(۲)	۵۰/۹	۸۰/۱۴	$C_۴S_۲$	متوسط
چاه (۳)	۰۰/۱۰	۵۱/۱۴	$C_۴S_۲$	متوسط
چاه(۴)	۵۰/۱۱	۳۰/۱۷	$C_۴S_۲$	متوسط
چاه(۵)	۸۰/۱۲	۱۰/۱۸	$C_۴S_۲$	متوسط
چاه(۶)	۸۰/۱۰	۹۰/۱۵	$C_۴S_۲$	متوسط
چاه(۷)	۰۰/۲۱	۶۱/۱۷	$C_۴S_۲$	متوسط
چاه(۸)	۰۰/۳۱	۶۳/۲۲	$C_۴S_۲$	نامناسب

با توجه با به اینکه وسعت منطقهی مورد مطالعه ۲۴۰۰ هکتار میباشد، بهطور متوسط هر ۳۰۰ هکتار از اراضی باغ‌های پسته‌ی این منطقه با یک چاه آبیاری میشود. طبق طبقهبندی ویلکاکس ۶ چاه از منطقهی مورد مطالعه دارای کلاس کیفی مشابه میباشند (جدول ۲). به دیگر سخن، حدود ۷۵ درصد از منطقه با آب دارای کیفیت متوسط آبیاری میشود. با توجه به اینکه منطقهی کوثرریز بر روی یک مخروط افکنه واقع شده است، با کاهش ارتفاع از رأس مخروط‌افکنه به سمت قاعده‌ی آن (از جنوب غربی به سمت شمال شرقی منطقه) و نزدیک شدن به منطقهی پستتر (شکل ۱)، مقدار قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم آب آبیاری به‌طور مرتب افزایش یافته و کیفیت آب آبیاری کاهش می‌یابد. زین‌الدینی و همکاران (۱۳۹۲) با مطالعهی تغییرات مکانی وضعیت شوری و سدیمی خاکهای منطقهی کوثرریز رفسنجان گزارش کردند که این منطقه در شرایط بحرانی قرار دارد و با کاهش ارتفاع و نزدیک شدن به قسمت‌های پستتر منطقه، مقدار شوری و نسبت جذب سدیم خاک رو به افزایش است.

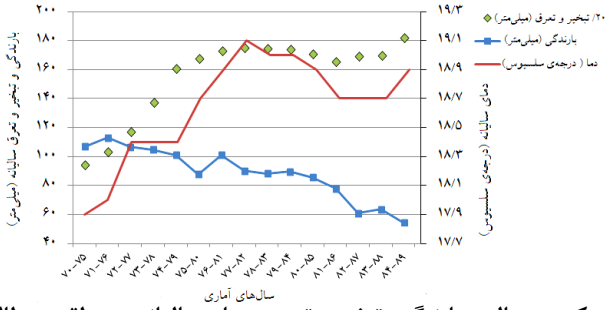
بر اساس پژوهش‌های انجامشده، شوری ۸ دسیزیمنس بر متر، حد آستانهی تحمل شوری برای رشد پسته در نظر گرفته شده و بالاتر از این حد، رشد و عملکرد پسته کاهش می‌یابد (Sepaskhah and Maftoon, ۱۹۸۸). با توجه به نتایج جدول ۱، فقط یک نمونه از آبهای مورد استفاده دارای شوری ۱۲/۶ دسیزیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم ۱۱ میباشد و بقیه‌ی نمونهها (هفت نمونه) از شوری بیش از ۸ دسیزیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم بیشتر از ۱۳ برخوردار می‌باشند که بالاتر از حد آستانهی مزبور میباشد.

ضیغمینژاد (۱۳۹۰) نشان داد که بهطور کلی مقادیر سدیم و کلر جذبشده توسط گیاه پسته در منطقهی کوثرریز رفسنجان زیاد می‌باشند و در مناطق پستتر نسبت به قسمتهای دیگر، مقدار سدیم و کلر جذبشده توسط پسته، بیشتر از سایر نقاط است. همچنین وی عنوان نمود که در بعضی قسمتهای منطقه، عملکرد به صفر رسیده است و این شرایط باعث خشک شدن قسمتی از باغهای پسته شده است. بر اساس گزارش مؤسسهی تحقیقات پستهی کشور (موسسه تحقیقات پستهی رفسنجان، ۱۳۹۰)، میانگین عملکرد درختان پسته (رقم اوحدی) در منطقه‌ی رفسنجان از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۸۹ ، بهترتیب از ۱۶۰۰ به ۱۲۶۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافته است که مهمترین دلیل این موضوع، وجود شوری و سدیم زیاد در خاک‌های این منطقه می‌باشد. اگرچه در تحقیقات نشان داده شده است که پسته یک گیاه متحمل به شوری است (Picchioni and Miyamoto, ۱۹۹۰)، اما نتایج بهدست آمده از پژوهش‌های مختلف، حاکی از آن است که افزایش شوری، رشد نهالهای پسته را کاهش میدهد (Sepaskhah and Mafton, ۱۹۸۸). با توجه به حد آستانهی شوری برای پسته و مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در آبهای مورد استفاده در منطقه‌ی مورد بررسی، میتوان

پیش‌بینی کرد که در آیندهی نه چندان دور، زیانهای جبراناپذیری به باغهای پسته وارد خواهد شد. حسینیفرد[۳۴] و همکـاران (۲۰۰۸) تغییرات مکانی فاکتورهـای شـیمیایی آبهـای زیرزمینـی و تـأثیر آنهـا بـر عملکـرد پسـته را در منطقهی انـار رفسـنجان کـه در مجـاورت منطقهی مورد مطالعه است بررسی کردند و نتیجه گرفتند که شوری و نسبت جذب سدیم در اکثر نقاط مطالعاتی بیشتر از حد آسـتانه تحمل پسته میباشد.

یکی از مهمترین دلایل احتمالی کاهش کیفیت آب زیرزمینی در منطقه را میتـوان تغییـرات اقلیمـی منطقـه در دو دههی گذشـته بیان کرد، به نحوی که در گذشته، منطقهی کوثریز مرطوبتر بوده و بارندگی بیشتری داشته است و به همین دلیل، باغداران پسـته بـا توجه به جنبههای اقتصادی این محصول، اقدام به افزایش سطح زیر کشت پسته بهصورت گسترده در این منطقه نمودهاند. لیکن بـا گذشت زمان بهدلیل برداشت بیش از حد منابع آب و وجود خشکسالیهای متـوالی، منـابع آب شـیرین منطقـه کـاهش یـافته اسـت. داس[۳۵] و همکاران (۲۰۰۷) کاهش ممتد سطح آب زیرزمینی، خشک شدن چاهها و مسایل کیفی آب را نتیجهی بهرهبرداری بیرویـه از منابع آب زیرزمینی در زمینههای کشاورزی، صنعت و تأمین آب و دام بیان نمودهاند.

شکل ۲ تغییرات اقلیمی منطقهی مطالعاتی را در طی دو دههی گذشته نشان میدهد.



شکل ۲- نمودار مربوط به میانگین متحرک پنجسالهی بارندگی، تبخیر و تعرق و دمای سالیانهی منطقهی مطالعاتی برای دورهی آماری ۱۳۸۹-۱۳۷۰

با توجه به شکل ۲، میتوان دریافت که طی ۲۰ سال گذشته در منطقه تغییر اقلیم رخ داده است؛ به گونهای که بارندگی سالانه بـا گذشت زمان سیر نزولی داشته و دما و تبخیر و تعرق سیر صعودی داشتهاند و روند مشابهی را نیز طی میکنند. تقریبـاً از سـال ۱۳۷۵ نمودار بارندگی پایینتر از نمودار دما و تبخیر و تعـرق قـرار گرفتـه کـه خـود بیـانگر کـاهش شـدید بارنـدگی و پیامـدهای مربـوط بـه آن میباشد. در صورتی که این روند ادامه داشته باشد، بایستی شاهد نابودی باغهای پسته در اثر کمبود آب و افزایش بیش از حد قـابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم آب مورد استفاده در آیندهی نزدیک بود. محمدی و سلطانی (۱۳۹۰) با پژوهش در مـورد تـأثیر خشکسالی بر روند تغییرات کمی و کیفی آبهای زیرزمینی در جیرفت به این نتیجه رسیدند که با گذشت زمان بهدلیل کاهش بارندگی و افزایش تبخیر و تعرق در منطقه، کیفیت آب زیرزمینی به شدت کاهش یافته و برای مصارف کشاورزی نامناسب شده است.

منابع

زینالدینی، م.، شیرانی، ح.، مظفری، و. و اسفندیارپور، ع. ۱۳۹۲. تغییرپذیری قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم خـاک و تأثیر آنها بر رشد پسته. نشریه پژوهشهای حفاظت آب و خاک، جلد بیستم، شمارهی ۶، صفحههای ۱۶۵ تا ۱۸۱.

ضیغمینژاد، ط. ۱۳۹۰. تغییرات مکانی خصوصیات پسته در منطقه کـوثریز رفسـنجان. پایاننـامهی کارشناسـی ارشـد خاکشناسـی، دانشکدهی کشاورزی دانشگاه ولیعصر رفسنجان.

محمدی، ا. و سلطانی، ج. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر خشکسالی بر روند تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی دشت جیرفت. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان.

موسسه تحقیقات پستهی رفسنجان. ۱۳۹۰. بررسی عملکرد پسته در رفسنجان در سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹.

نورمندی پور، ف.، سرچشمه پور، م.، فرپور، م.ح. و مهدوی، ن. ۱۳۹۰. بررسی کیفیت و فراوانی آبهای آبیاری متـأثر از زیـادی منیزیـم در باغهای پستهی دشت رفسنجان. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان.

Alizadeh A. ۱۹۹۸. Quality water in irrigation. Publications Razavi. ۹۶pp.

Castellanos J.Z., Ortega-Guerrero A. and Grajedal O.A. ۲۰۰۲. Changes in the quality of groundwater for agricultural use in Guanjuato. Terra, ۲۰:۱۶۱-۱۷۰.

Das J., Krishna K. and Sinha B.K. ۲۰۰۷. Urban groundwater pollution: A case study in cuttack city, India. J of Groundwater Monitoring and Remediation., ۳:۹۵-۱۰۳.

[۳۴] Hosseinifard
[۳۵] Das

Fernandez A., Arumi J.A., Rivera D. and Boochs W. ۲۰۰۹. Environmental effects of irrigation in arid and semi-arid regions. J Agri Research, ۶۹ : ۲۷-۴۰.
Frank K.D. and Delynn H.۱۹۹۶. Nebraska cooperative extension Testing Irrigation water. Retrieved December ۱۵, ۲۰۰۶, from www.p۲pays.org/ref/۲۰/۱۹۷۴۷.htm.
Fereres E., Goldhamer D.A. and Parsons L.R. ۲۰۰۳. Irrigation water management of horticultural crops. Hortic. Sci., ۳۵ : ۱۰۳۶-۱۰۴۲.
Hosseinifard J., Salehi M.H., Mohammadi J. and Heydari M. ۲۰۰۶. Groundwater quality in pistachio growing areas of Rafsanjan, Iran. Acta Hortic, ۷۲۶ : ۲۱۷-۲۲۰.
Hosseinifard J., Salehi M.H., Esfandiarpour I. and J. Mohammadi. ۲۰۰۸. Spatial variability of groundwater quality and its relationship with Pistachio yield in Anar region, Iran. J. of Appl. Sci., ۸ : ۳۶۹۷-۳۷۰۲.
Mirzaei Khalilabadi H.R. and Chizari, V.H. ۲۰۰۴. Determine the technical performance and optimum water in the production of Pistachio. J. Research and development in Agriculture and horticulture. ۶۲ : ۴۳-۴۹.
Picchioni G.A. and Miyamoto S. ۱۹۹۰. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seeding. J. Amer. Soc. Hort. Sci., ۱۱۵:۶۴۷-۶۵۳.
Ryan J., Estefan G. and Rashid A. ۲۰۰۱. Soil and plant analysis laboratory manual, ۲th Edition. International center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo. Syria. ۳۲۰P.
Schultheis R.A. ۲۰۰۵. Maintenance of drip irrigation systems. Univ. Missouri Extension.
Sepaskhah A.R and Maftoun M. ۱۹۸۸. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. J. Hort. Sci., ۶۳:۱۵۷-۱۶۲.

Abstract

Most of the agriculture problems comes from chemical composition of irrigative water. The present research is done based on the features affect groundwater quality on pistachio growth and performance in kosarriz, Rafsanjan. For doing this research, eight samples of irrigative water in this area has been typified, and the electrical conductivity (EC), sodium, calcium, magnesium, sulfate, color, the total hardness and sodium absorption ratio (SAR) have been measured. The result showed that in groundwater, there is a positive correlation between salt, calcium, sodium, magnesium, color and total hardness. In this area most of irrigation is done with salty and sodiumic water. This can be one of the main factor for low production. The result also showed that being a lot of salt and the proportion of sodium absorbtion in water is because of pumping a lot of groundwater and having no rain in recent years.

اثر منبع و مقدار نیتروژن بر غلظت برخی عناصر شاخسارهذرت در سطوح مختلف فشردگی خاک

نصرت اله نجفی، فاطمه جلیلیان وعادل ریحانی‌تبار
به‌ترتیب دانشیار، دانشجوی کارشناسی ارشدودانشیارگروه علوم و مهندسی خاک،دانشگاه تبریز

چکیده

ایـــن پژوهـــش به‌صورتفاکتوریلدرقالبطرحبلوک‌هایکاملتصادفیشـــاملمنبعومقدارکودآلیدر هفـــت ســـطح (شـــاهد،اوره،نیـــترات آمونیموسولفات آمونیمهریکدر ۳سطح صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گـرم در کیلـوگرم) وفشردگیخاکدردوسـطح(چگالیظـاهری ۲/۱ و ۷/۱ گرمبرسانتی‌مترمکعب) ودر سه تکرار انجـام شـد. بـرای انجـام آزمـایش، ۱۰ کیلـوگرم خـاک داخـل گلـدان‌های مخصوصـی ازجنـس پی‌وی‌سی ریخته وسـپس بـذرهای ذرت رقـم سـینگل کـراس ۷۰۴ کاشـته شـد. درپایـان دورهرشـد،بخـش هـوایی برداشـت وغلظـت فسفر،پتاسیم،سدیم،آهن،روی ومنگنزبه روش خشک سوزانی تعیین شد. نتایج نشان دادکه اثر کود نیتروژن بـر غلظـت عناصـر مـورد مطالعه به منبع و مقدار کود و سطح فشردگی خاک بستگی داشت. با این حال، با مصرف کود اوره غلظت فسفر، منگنـز، آهـن و روی شاخساره افزایش یافت ولی غلظت سدیم و پتاسیم تغییر معناداری نکرد. همچنین، با مصرف نیـترات آمـونیم غلظـت فسـفر و منگنـز افزایش و غلظت سایر عناصر تغییر معناداری نکرد. اثر فشردگی خاک بر غلظت عناصـر بسـته بـه منبـع و مقـدار کـود نیـتروژن و نـوع عنصر متفاوت بود. با این حال، بر اثر فشرده شدن خاک غلظت آهن شاخساره افزایش و غلظت پتاسیم و سدیم تغییر معناداری نکرد. برای بهبود رشد و تغذیه گیاه ذرت، مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک از منبع اوره یا نیترات آمونیم در شرایط فشرده و غیرفشرده مشابه این پژوهش می‌تواند توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: تغذیه گیاه، خاک متراکم، ذرت، کود نیتروژن

مقدمه

یکی از مشکلات کشاورزی امروز این است که بر اثر عبور و مرور مکرر ماشین‌های کشاورزی در زمین‌هـای زراعـی، خاک‌هـا فشـرده شده و باعث ایجاد خسارت‌هایی به محصولات کشاورزی می‌شود.تراکم (فشردگی) خاک یکی از عامل‌های تخریـب خـاک اسـت و بـه فرآیندی گفته می‌شود که سبب افزایش چگالی ظاهری خاک، کاهش تخلخل و هدایت آبی خاک، افزایش مقاومت مکانیکی و تغییـر ساختمان خاک می‌شود. فشردگی خاک سبب کاهش رشد ریشه‌ها و کاهش جذب عناصر غـذایی، مختـل شـدن تغـذیه و رشـد گیـاه می‌شود. یکی از روش‌های کاهش اثر فشردگی خاک بر رشد گیاه مصرفکود نیتروژن در خاک می‌باشد (Marschner, ۱۹۹۵; Akanni et al., ۲۰۰۷). هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر منبع و مقدار نیتروژن بـر غلظتعناصرغذاییشاخسـاره ذرت در سـطوح مختلـف فشـردگی خاک بود.

مواد و روش‌ها

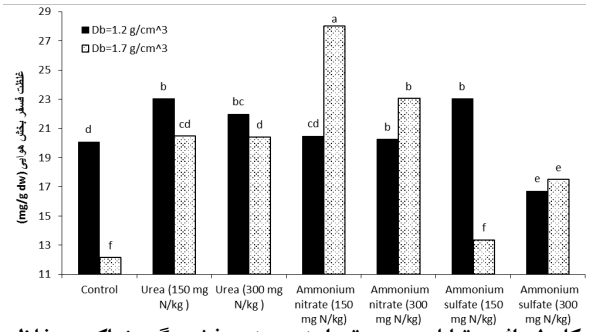
این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در سال ۱۳۹۱ انجـام شـد. ابتدا قطعه زمینی انتخاب و از عمق صفر تا ۲۰ سـانتی‌متری آن نمـونه مرکـب تهیـه شـد و بعـد از هواخشـك کـردن و عبـور از الـك دو میلي‌متری، ویژگي‌های شیمیایی و فیزیکی آن تعیین شد. خاك قطعه زمین انتخابی از الك ۷۵/۴ میلي‌متر عبـور داده شـده و خـوب مخلوط شد و درصد رطوبت هواخشك آن تعیین شد. سپس آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصـادفی بـا ۱۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. فاکتورها شامل منبع و مقدار نیتروژن در ۷ سطح (شاهد، کودهای اوره، نیترات آمـونیم و سـولفاتآمونیم هر یک درسهسطح صفر، ۱۵۰و ۳۰۰ mgN/kg) و چگالی ظاهری (به‌عنـوان شاخصـی از فشـردگی خـاک) در دو سـطح (۲/۱ و ۱/ g/cm^3) بود. ابتدا ۱۰ کیلوگرم خاك خشك عبور یافته از الك ۷/۴ میلي‌متری توزین و در یک تشتک ریخته شـد. سـپس یک‌سـوم کودهـای نیتروژن به‌صورتمحلول به آن افزوده شده و با افزودن آب مقطر رطوبت خاک به ظرفیت مزرعه‌ای رسانده شد و خـوب مخلـوط گردیـد. سپس گلدان‌های مخصوصی از جنس لوله‌های پی‌وی‌سی به قطر داخلی ۴/۱۵ سـانتی‌متر تهیـه شـد. بـرای فشـرده کـردن دقیـق و یکنواخت خاک، لوله‌های پی‌وی‌سی از قاعده به بالا به سه قسمت مساوی تقسیم و با ماژیک علامت‌گذاری شـد. آنگـاه نمـونه خـاک آماده شده به سه قسمت مساوی تقسیم و هر بار یک قسمت آن به داخل گلدان مخصوص ریخته شد و با استفاده از یـک پتـک فلـزی استوانه‌ای شکل که قطر خارجی آن تقریباً برابر قطر داخلی استوانه بود، عمل فشرده کردن خاک تا خط نشانه مورد نظر انجـام شـد. پس از ایجاد سطوح فشردگی مورد نظر در خاک داخل گلدانها، برای اینکه بذرها به‌راحتی بتوانند جوانه زده و رشد کنند، خاک نرمی به ارتفاع ۵ سانتی‌متر روی خاک متراکم شده هر گلدان ریخته شد و پس از آماده‌سازی گلدان‌ها، در هر گلدان تعداد هشت بـذر ذرت (*Zea mays* L.) رقم سینگل کراس ۷۰۴ کاشته شد. پس از استقرار گیاهان،تعداد آنها به سه عدد در هر گلدان تنک شـد. گلـدان‌ها بـا استفاده از استوانه مدرج با آب یکسانی آبیاری شدند. برای تعیین آب آبیاری مورد نیاز از تشت تبخیر استفاده شد. کودهای نیـتروژن در سه بار مصرف شد. یک‌سوم آن‌ها قبل از کشت، یک‌سوم یـك مـاه بعـد از کشـت و یک‌سـوم بعـدی دو مـاه بعـد از کشـت به‌صـورت

محلول به خاك هر تیمار اضافه شد. گیاهان پس از چهار ماه رشدبرداشت و غلظت فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس، منگنز و سدیمشاخسارهآنها بهروشخشکسوزانی و حل کردن خاکستر در مخلوط دو اسید (اسید کلریدریک و اسید نیتریک) تعیین شد (Westerman, ۲۰۰۵). تحلیل آماری دادهها با استفاده از نرمافزار MSTATCو مقایسه میانگینها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام و نمودارها با نرمافزار Excelرسم شد.

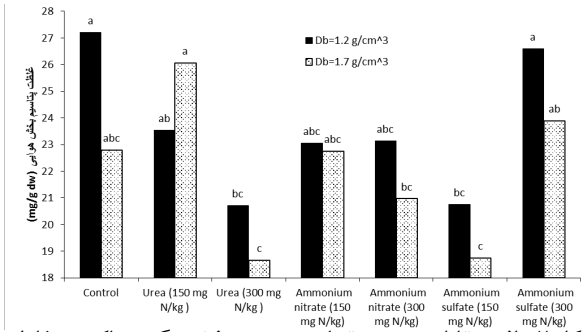
نتایج

غلظت فسفر شاخساره: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنهابر غلظت فسفر شاخساره ذرت در سطح احتمال یک درصد معنیدار بودند. مقایسه میانگینهایغلظتفسفرشاخساره برای اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که بین سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنیدار وجود داشت؛ بیشترین غلظت فسفر شاخسارهدر سطح ۱۵۰ mg N/kg نیترات آمونیمو کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) مشاهده شد.با افزایش فشردگی خاک غلظت فسفر شاخساره ذرت بهطور معناداری کاهش یافت. مقایسه میانگینهای غلظت فسفر شاخساره ذرت برای اثر متقابل نیتروژن وفشردگی خاک نشان داد که بیشترین غلظت فسفر شاخساره ذرت در تیمار ۱۵۰ mg N/kg نیترات آمونیم و چگالی ظاهری ۷/۱ g/cm۳ و کمترین آن در تیمار شاهد و چگالی ظاهری ۷/۱ g/cm۳ بود هر چند با تیمار ۱۵۰ mg N/kg سولفات آمونیم و چگالی ظاهری ۲/۱ g/cm۳ تفاوت معناداری نداشت (شکل ۱).

غلظت پتاسیم شاخساره: تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی نیتروژن بر غلظت پتاسیم شاخساره ذرت در سطح احتمال یک درصدمعنادار ولی اثر اصلی فشردگی خاک و اثر متقابل نیتروژن و فشردگی غیرمعنادار بودند. مقایسه میانگینهای غلظت پتاسیم شاخساره برای اثر اصلی نیتروژن نشان داد که اثر نیتروژن بر غلظت پتاسیم بسته به منبع و مقدار آن متفاوت بود. بهطور کلی، مصرف کودهای اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم تمایل به کاهش غلظت پتاسیم بخش هوایی داشتند. اثر فشردگی خاک بر غلظت پتاسیم شاخساره در هیچ یک از سطوح نیتروژن از لحاظ آماری معنادار نبود ولی در اغلب سطوح نیتروژن تمایل به کاهش داشت (شکل ۲).

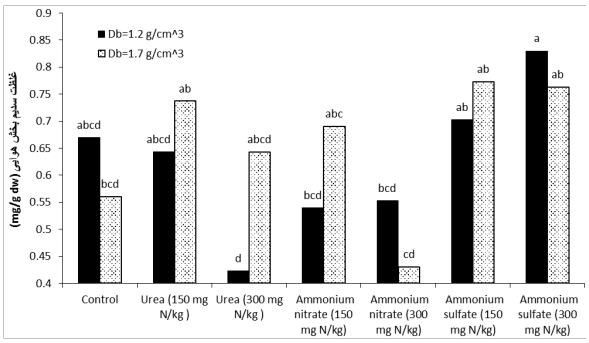


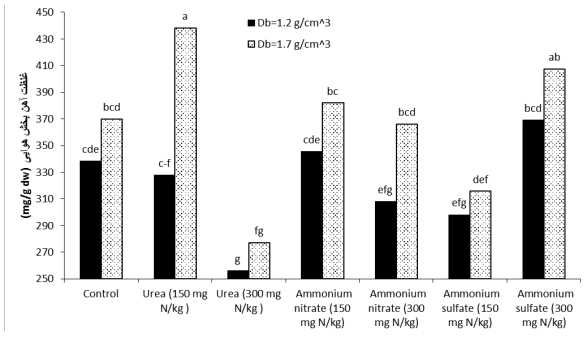
شکل ۱- اثر متقابلمنبع و مقدار نیتروژن وفشردگی خاک بر غلظت فسفر شاخساره ذرت



شکل ۲- اثر متقابل منبع و مقدار نیتروژن وفشردگی خاک بر غلظت پتاسیم شاخساره ذرت

غلظت سدیم شاخساره: تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی نیتروژن بر غلظت سدیم شاخساره ذرت در سطح احتمال پنج درصد معنادار ولی اثر اصلی فشردگی خاک و اثر متقابل نیتروژن و فشردگی غیرمعنادار بودند. مقایسه میانگینها در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که در تمام سطوح نیتروژن اثر فشرده شدن خاک بر غلظت سدیم شاخساره معنادار نبود. با این حال، اثر نیتروژن بر غلظت سدیم شاخساره بسته به سطح چگالی ظاهری خاک، منبع و مقدار کود نیتروژن متفاوت بود. بیشترین غلظت سدیم شاخساره در سطح ۳۰۰ mg N/kg سولفات آمونیم و کمترین آن در سطح ۳۰۰ mg N/kg اوره مشاهده شد هر چند با برخی تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معناداری نداشتند (شکل ۳).





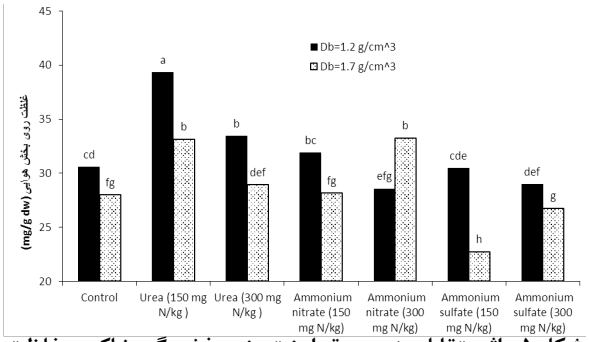
شکل ۳- اثر متقابل منبع و مقدار نیتروژن وفشردگی خاک بر غلظت سدیم شاخساره ذرت

شکل ۴- اثر متقابل منبع و مقدار نیتروژن وفشردگی خاک بر غلظت آهن شاخساره ذرت

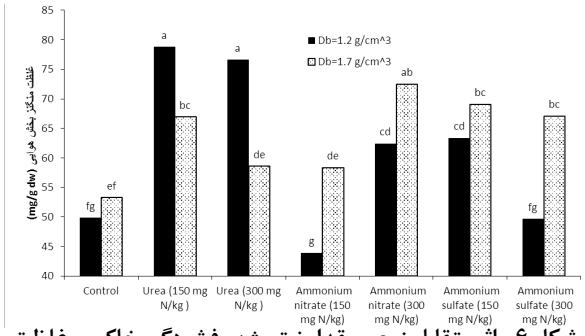
غلظت آهن شاخساره: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک بر میانگین غلظت آهن شاخساره ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ولی اثر متقابل آنهاغیرمعنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌هایغلظتآهنشاخساره برای اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که اثر نیتروژن بر غلظت آهن شاخساره بسته به منبع و مقدار آن متفاوت بود. بیشترین غلظت آهن شاخسارهذرت با مصرف ۱۵۰mg N/kg اوره به‌دست آمد هر چند با ۳۰۰mgN/kg سولفات آمونیم تفاوت معناداری نداشت.با افزایش فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm^3، غلظت آهن شاخساره افزایش یافت(شکل ۴).

غلظت روی شاخساره: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنهابر غلظت روی شاخسارهذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که بیشترین غلظت روی شاخسارهدر تیمار ۱۵۰mg N/kg اوره و چگالی ظاهری ۲/۱ g/cm^3 بود. به استثنای سطح ۳۰۰mg N/kg نیترات آمونیم با افزایش فشردگی خاک (از چگالی ظاهری ۲/۱ به ۷/۱ g/cm^3) غلظت روی شاخسارهذرت کاهش یافت. اثر نیتروژن بر غلظت روی شاخساره بسته به سطح چگالی ظاهری خاک، منبع و مقدار کود نیتروژن متفاوت بود (شکل ۵).

غلظت منگنز شاخساره: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها بر غلظت منگنز شاخساره ذرت در سطح احتمال یک درصد معنادار بودند. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که اثر فشرده شدن خاک بر غلظت منگنز شاخساره ذرت بسته منبع کود نیتروژن متفاوت بود. در هر دو سطح کود اوره فشرده شدن خاک سبب کاهش غلظت منگنز شاخساره شد ولی تیمار شاهد و هر دو سطح سولفات آمونیم و نیترات آمونیم فشرده شدن خاک تمایل به کاهش غلظت منگنز شاخساره ذرت داشت. اثر نیتروژن بر غلظت منگنز شاخساره بسته به سطح چگالی ظاهری خاک، منبع و مقدار کود نیتروژن متفاوت بود. بیشترین غلظت منگنز شاخساره با مصرف کود اوره در چگالی ظاهری ۲/۱ g/cm^{3}وبود هر چند با تیمار ۳۰۰mg N/kg نیترات آمونیم در چگالی ظاهری ۷/۱ g/cm^{3}تفاوت معناداری نداشت (شکل ۶).



شکل ۵- اثر متقابل منبع و مقدار نیتروژن وفشردگی خاک بر غلظت روی شاخساره ذرت



شکل ۶- اثر متقابلمنبع و مقدار نیتروژن وفشردگی خاک بر غلظت منگنز شاخساره ذرت

بحث

به‌طور کلی، اثر فشردگی خاک بر غلظت پتاسیم و سدیم شاخساره ذرت در هیچ یک از سطوح نیتروژن از لحاظ آماری معنادار نبود که با میرانصاری و همکاران (۲۰۰۹) و حسن‌پور (۱۳۹۱) مطابقت داشت. بهبود و همکاران (۱۳۹۱) نیز گزارش کردند که بر اثر فشرده شدن خاک، غلظت پتاسیم برگ و غده سیب‌زمینی، نسبت به تیمار شاهد به‌طور معناداری کاهش یافت. در یک بررسی مشاهده شد که با متراکم شدن خاک، مقدار پتاسیم شاخساره سویا ابتدا تغییر معناداری نکرد ولی سپس کاهش یافت (Rahman et al., ۲۰۰۵). با توجه به اینکه ماده خشک شاخساره ذرت بر اثر فشرده شدن خاک کاهش یافت و با توجه به عدم تغییر معنادار غلظت پتاسیم و سدیم، جذب پتاسیم و سدیم به‌وسیله ذرت در خاک فشرده کمتر از خاک غیرفشرده خواهد بود چون جذب عنصر از حاصلضرب غلظت عنصر در ماده خشک شاخساره محاسبه می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد که متراکم شدن خاک سرعت رشد شاخساره و سرعت جذب و انتقال پتاسیم و سدیم به بخش هوایی را تقریباً به یک نسبت کاهش داده است و در نتیجه غلظت این عناصر در شاخساره ذرت تغییر معناداری نکرده است. با توجه به درشت بودن بافت خاک مورد مطالعه در این تحقیق، به‌نظر می‌رسد که اگر بافت خاک سنگین باشد، اثر فشردگی خاک بر غلظت پتاسیم و سدیم شاخساره ذرت ممکن است از لحاظ آماری معنادار باشد چون با کاهش تهویه، تنش کمبود اکسیژن رشد ریشه و جذب عناصر را کاهش می‌دهد. در خاک درشت بافت اثر متراکم شدن خاک بر تهویه کمتر از خاک سنگین بافت بوده و از طرف دیگر با افزایش تراکم سطح تماس ریشه با خاک و میزان جذب زیاد می‌شود (Marschner, ۱۹۹۵).

اثر فشردگی خاک بر غلظت فسفر، منگنز و روی شاخساره بسته به منبع و مقدار کود نیتروژن متفاوت بود به‌طوری‌که غلظت این عناصر در برخی تیمارها کاهش، در برخی افزایش و در برخی تغییر معناداری نکرد. بر اثر فشرده شدن خاک، کاهش جذب فسفر گندم توسط ایشاک و همکاران (۲۰۰۱)، کاهش غلظت منگنز گیاهان مختلف توسط رحمان و همکاران (۲۰۰۵)، میرانصاری و همکاران (۲۰۰۹)و بهبود و همکاران (۱۳۹۱) گزارش شده است. با افزایش چگالی ظاهری خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm^3 (فشرده شدن خاک) غلظت آهن شاخساره ذرت افزایش یافت. فشرده شدن خاک باعث تخریب ساختمان خاک شده و به روش‌های مختلف بر

غلظت عناصر غذایی گیاه اثر می‌گذارد که عبارتند از: ۱) کاهش تخلخل خاک و ضعیف شدن تهویه آن که سبب کاهش انتشار اکسیژن به سطح ریشه‌ها و در نتیجه کاهش سرعت تنفس آنها می‌شود؛ در نتیجه، به‌دلیل کاهش تولید ATP جذب فعال یونها و مواد کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، رشد گیاه را نیز کاهش می‌دهد. اگر میزان کاهش رشد گیاه از کاهش جذب یک یون بیشتر باشد، بر اثر وقوع پدیده اثر تغلیظ غلظت یون در گیاه زیاد می‌شود ولی اگر میزان کاهش رشد گیاه از کاهش جذب یک یون کمتر باشد، بر اثر وقوع پدیده اثر رقت غلظت یون در گیاه کم می‌شود. ۲)کاهش سرعت نفوذ آب در خاک که باعث می‌شود آب به عمق خاک نفوذ نکرده و در نتیجه آبشویی عناصر غذایی کاهش می‌یابد. این پدیده هم تبخیر آب از سطح خاک را زیاد می‌کند و هم ممکن است رطوبت کمتری در اختیار ریشه قرار دهد و رشد ریشه و جذب عناصر را کاهش دهد. ۳)بر اثر متراکم شدن خاک ممکن است سطح تماس ریشه با خاک افزایش یابد (به‌ویژه در خاک شن لومی مورد استفاده در این تحقیق) و سبب افزایش جذب عنصر شود. به‌نظر می‌رسد افزایش غلظت آهن شاخساره ذرت در خاک متراکم ناشی از وقوع پدیده اثر تغلیظ، افزایش سطح تماس ریشه با خاک و کاهش آبشویی می‌باشد (مارشنر، ۱۹۹۵). اثر منبع و مقدار کود نیتروژن بر غلظت عناصر مورد مطالعه در شاخساره ذرت متفاوت بود. با این حال مصرف کود اوره غلظت فسفر، منگنز، آهن و روی شاخساره را افزایش داد ولی بر غلظت سدیم و پتاسیم معنادار نبود. کاظم‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) گزارش دادند که مصرف کود اوره سبب افزایش غلظت فسفر، آهن، پتاسیم و سدیم آرد گندم شد ولی بر غلظت روی و منگنز اثر معناداری نداشت. به‌نظر می‌رسد کود نیتروژن از طریق اثر بر pH خاک و رقابت میان آمونیم با سایر کاتیون‌ها و رقابت میان نیترات و سایر آنیون‌ها می‌تواند بر جذب و غلظت عناصر در گیاه اثر داشته باشد (مارشنر، ۱۹۹۵).

منابع

بهبود، م.، گلچینا. وبشارتی ح. ۱۳۹۱. تأثیرفشردگیخاکبرعملکرد، کیفیتوجذبعناصرغذاییتوسطگیاهسیبزمینی (*Solanum tuberosum* L.) رقم آگریا. نشریهآبوخاک، جلد ۲۶، شماره ۱، صفحه‌های ۱۱ تا ۱۹.

حسن‌پور، ر. ۱۳۹۱. اثرتوأمشوریوتراکمخاکبرخیشاخص‌هایرشد ذرت. پایاننامه کارشناسیارشدعلومخاک، دانشکدهکشاورزیدانشگاهتبریز، تبریز.

کاظم‌زاده، م.، پیغمبردوست، ه. ونجفی ن. ۱۳۹۲. بهبودغلظتعناصرغذاییآردگندمرقمالوندبامصرفتلفیقیکودهایآلیونیتروژن. مجلهتحقیقاتآبوخاکایران، جلد ۴۴، شماره ۴، صفحه‌های ۴۰۵ تا ۴۲۰.

Akanni, D.I. and OjeniyiS.O. ۲۰۰۷. Effect of different levels of poultry manure on soil physical properties, nutrients status, growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Research Journal of Agronomy*, ۱(۱): ۱-۴.

Lipiec J., IshiokaT., SzustakA., Pietrusiewicz J.and StepniewskiW. ۱۹۹۶. Effects of soil compaction and transient oxygen deficiency on growth, water use and stomata resistance in maize. Soil and Plant Science, ۴۶: ۱۸۶-۱۹۱.

Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. New York. ۸۹۰ Pages.

Miransari M., BahramiH.A., Rejali F.and MalakoutiM.J. ۲۰۰۹. Effects of soil compaction and arbuscular mycoorrhiza on corn (*Zea mays* L.) nutrient uptake. Soil and Tillage Research, ۱۰۳: ۲۸۲-۲۹۰.

Rahman M.H., Hara M.and HoqueS. ۲۰۰۵. Growth and nutrient uptake of grain legumes as affected by induced compaction in Andisols. International Journal of Agriculture & Biology, ۷(۵): ۷۴۰-۷۴۳.

Abstract

This study was carried out as a factorial experiment in a randomized complete blocks design with three replications and factors of the source and amount of nitrogen fertilizer at seven levels (urea, ammonium nitrate and ammonium sulfate and each of fertilizer at three levels of ۰, ۱۵۰ and ۳۰۰ mg/kg soil) and the soil compaction at two levels (bulk density of ۱.۲ and ۱.۷ g/cm^۳). To perform this experiment, ۱۰ kg of dry soil was poured into special PVC pots and then corn seeds cv. single cross ۷۰۴ were cultivated. At the end of the growth period, the corn shoot was harvested and concentrations of P, K, Na, Fe, Zn and Mn were determined by dry ashing method. The results showed that the effect of nitrogen fertilizer on corn shoot P, K, Na, Fe, Zn and Mn concentrations was dependent on the source and amount of nitrogen fertilizer and soil compaction level. However, the shoot P, Fe, Zn and Mn concentrations were significantly increased by urea application but Na and K concentrations were not change significantly. Also, the shoot P and Mn concentrations were significantly increased by application but other studied elements were not change significantly. The effect of soil compaction on shoot elements concentrations was dependent on the source and amount of nitrogen fertilizer and element type. In general, in order to improving corn nutrition and growth, application of ۳۰۰ mg N/kg soil from urea or ammonium nitrate fertilizers can be recommended at similar compacted and non-compacted conditions.

استفاده از کودهای آلی در تامین نیتروژن مورد نیاز گندم در کرت دائم

زهرا خوگر [۱] و سعید سماوات [۲]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاوزی و منابع طبیعی فارس، ۲- عضو هیات علمی موسسه ی تحقیقات خاک و آب

چکیده
آزمایش به صورت اسپلیت بلوک در سه تکرار، در کرت‌های دائم اجرا شد. تیمارهای آزمایش به شرح زیر بود: الف - منبع کود آلی شامل.کمپوست و کود دامی. مقدار مصرف کود آلی: از دونوع کود، هر کدام به میزان صفر(M.)، ۱۰ (M۱) و ۲۰ (M۲ تن در هکتار. ج- مقدار مصرف کود شیمیایی اوره بر اساس توصیه تحقیقاتی منطقه شامل: N.=بدون کود نیتروژن، N۱= مصرف کود نیتروژن از منبع اوره براساس ۵۰ درصد آزمون خاک، N۲ = مصرف کود نیتروژن از منبع اوره براساس ۷۵ درصد آزمون خاک، N۳ = مصرف کود نیتروژن از منبع اوره براساس ۱۰۰ درصد آزمون خاک .نتایج نشان داد که، کاربرد ماده آلی عملکرد دانه را از ۸۲۰۰ کیلوگرم در تیمار شاهد به ۸۶۷۷ کیلوگرم در هکتار در اثر کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی افزایش داده است. اما این افزایش از لحاظ آماری با آزمون دانکن معنی‌دار نبود. علاوه بر این کاربرد کود نیتروژن نیز موجب افزایش عملکرد دانه از ۷۳۳۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۸۹۴۸ کیلوگرم در هکتار در تیمار N۳ گردید، این افزایش از لحاظ آماری در سطح (P<۰.۰۱) معنی‌دار بود. کاربرد ماده آلی نیز، میزان کربن آلی خاک پس از برداشت را از ۷۴/۰ در تیمار M۰(شاهد) به ۸۹/۰ در تیمار M۴ (کاربرد ۲۰ تن در هکتار کمپوست) افزایش داد. تیمارهای ماده آلی و نیتروژن، غلظت نیتروژن در برگ های پرچم را تغییر نداد.

کلمات کلیدی: کمپوست- کود دامی- ماده آلی- نیتروژن

مقدمه
ماده آلی خاک شاخصی از کیفیت و سلامت خاک می‌باشد که شدیدا تحت تاثیر مدیریت قرار می‌گیرد (Lal و همکاران ، ۱۹۹۵ و Farquharson و همکاران، ۲۰۰۳) . ماده آلی خاک منبع اصلی عناصر P ، N ، C و S در خشکی می باشد و چرخه عناصر و قابلیت استفاده از آن‌ها تحت تاثیر میکروب‌های خاک می‌باشد (Feichtinger et al ۲۰۰۴). اهمیت مواد آلی به تاثیر آن در بهبود خصوصیات فیزیکی خاک ، حفظ آب و افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی می‌باشد . این اثرات بایستی در نهایت به افزایش بیوماس و تولید محصول منجر شود (Onemli ، ۲۰۰۴). اغلب برای دستیابی به مدیریت پایدار خاک نیاز به آزمایش های بلند مدت می باشد (Clapp و همکاران ، ۲۰۰۰). ماده آلی خاک اثرات منفی محیط زیست را کاهش می‌دهد و کیفیت خاک را افزایش می‌دهد(Freixo و همکاران ، ۲۰۰۲) . Loveland و Webb (۲۰۰۳) گزارش کردند که آستانه کربن آلی خاک در مناطق معتدل ۲ درصد می‌باشد و کمتر از این مقدار پتانسیل خاک شدیدا کاهش می‌یابد. مصرف کودهای نیتروژنه سبب افزایش تولید بیوماس گیاهی می‌شود در نتیجه میزان ماده آلی خاک را افزایش می‌دهد. campbell و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که کربن آلی خاک بیشترین افزایش را هنگامی داشت که زمین زیر کشت هرساله، و مقدار کافی نیتروژن و فسفر دریافت کرده بود. در تحقیقی Liu و همکاران(۲۰۰۵) گزارش کردند که پس از شانزده سال آزمایش در کرت‌های ثابت مصرف توام کودهای آلی و شیمیایی بیشترین افزایش را در میزان کربن آلی خاک نسبت به مصرف جداگانه هریک از کودهای آلی و شیمیایی داشت. نتایج تحقیقات داخلی بیشتر بر روی موضوعات زیر متمرکز است: برمصرف توام کودهای آلی و شیمیایی تاکید شده است (زلفی باوریانی ،۱۳۸۴. سرابی، ۱۳۷۸. سرحدی ،۱۳۷۷. قرنجیکی ۱۳۸۴. کاظمی ۱۳۷۷). مقدار کربن آلی که سالانه از سوزاندن کاه و کلش گندم به فضا متصاعد می‌شود، بیش از ۲۵۰ هزار تن برآورد شده و هرساله بیش از پنج میلیون تن بقایای گیاهی در کشور سوزانده میشود(ترک نژاد ، ۱۳۸۳ . سماوات ۱۳۸۳). استفاده از گیاهان پوششی و کم‌خاک ورزی نیز موجبات افزایش کربن آلی و حاصلخیزی خاک می‌شود (لامعی، ۱۳۸۴ . توشیح، ۱۳۸۲ . صیادیان ، ۱۳۸۳) . مصرف کودهای آلی در افزایش راندمان مصرف آب موثر بوده است(گلچین ، ۱۳۸۴). اکثر تحقیقات داخلی فوق‌الذکر به صورت آزمایشات منطقه‌ای و در سطح محدودی از اراضی کشاورزی اجرا شده است در نتیجه جهت برنامه ریزی کلان کشوری نیاز به تحقیقات بیشتر می باشد. Annabi و همکاران (۲۰۰۷) در انجام تحقیقی آزمایشگاهی با مصرف کمپوست شهری با پوسیدگی‌های متفاوت دریافتند که نتایج آزمایش بستگی به فعالیت میکروبی، تخریب‌پذیری ماده آلی به وسیله موجودات زنده،کسر بیوشیمیایی، معدنی شدن کربن آلی و تکامل تودهای قارچی و میکروبی دارد. آنان همچنین گزارش کردند که پایداری خاکدانه از طریق مکانیزم‌های مختلف در کلیه تیمارها افزایش یافت، این افزایش با پوسیدگی بیشتر کمپوست افزایش یافت. Kavitha و همکاران ۲۰۰۷)در یك آزمایش مزرعه‌ای تاثیر ۷ تیمار شامل: ۱-کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم توصیه شده(به ترتیب ۱۲۰ ،۳۸ و ۳۸ کیلوگرم در هکتار) ۲- ۱۰۰ درصد نیتروژن از طریق کمپوست غنی شده جامد شهری ۳- ۱۰۰ درصد نیتروژن از طریق کمپوست جامد شهری ۴- ۷۵ درصد نیتروژن از طریق کود شیمیایی و ۲۵ درصد نیتروژن از طریق کمپوست شهری ۵-۷۵ درصد نیتروژن از طریق کود شیمیایی و ۲۵ درصد نیتروژن از طریق کمپوست غنی شده شهری ۶- ۵ تن کمپوست غنی شده شهری و ۲۵ درصد نیتروژن از طریق کود شیمیایی ۷- ۵ تن ورمی کمپوست و ۲۵ درصد نیتروژن از طریق کود شیمیایی.

محققین نتیجه گرفتند که ارتفاع گیاه، سطح برگ، تعداد پنجه و ماده خشک گیاه تحت تاثیر تیمارهای مختلف از لحاظ آماری معنی‌دار شدند.آنان افزایش کمی این صفات را به کمپوست غنی شده نسبت دادند. سطح بیشتر مواد غذایی در گیاه در تیمارهای کمپوست غنی شده به دلیل قابل استفاده بودن عناصر غذایی به صورت مستمر بوده است. بالاترین عملکرد دانه و کاه در تیمار پنجم به ترتیب ۲۲/۵ و ۶۵/۸ تن در هکتار بوده است. عملکرد دانه گندم در تیمار ۶ معادل ۳۳/۴ تن در هکتار بود.کمترین عملکرد دانه (۷۸/۳ تن در هکتار) در تیمار ۳ به‌دست آمد. نصراللهزاده ماسوله و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که با اعمال ۴ تیمار ماده‌آلی(بدون ماده آلی، کود گاوی پوسیده به میزان ۱۰ تن در هکتار،کود گاوی پوسیده به میزان ۲۰ تن در هکتار و کمپوست آزولا به مقدار ۵ تن در هکتار) به عنوان فاکتور اول و ۴ سطح کودی (بدون کود شیمیایی، ۳۰-۴۰-۸۰ ، ۴۵-۶۰-۱۲۰ و ۶۰-۸۰-۱۶۰ به ترتیب $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ کیلو گرم در هکتار) به عنوان فاکتور دوم در یك آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوك کامل تصادفی بر روی برنج به این نتیجه رسیدند که تاثیر مقادیر مختلف کود شیمیایی بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده(عملکرد، ارتفاع بوته، تعداد پنجه،طول خوشه، درصد پوکی و وزن هزار دانه) و مقادیر ماده آلی(به‌جز وزن هزار دانه) و اثرات مقابل ماده آلی و سطح کودی بسیار معنی‌دار بوده است. Rizwan و همکاران ۲۰۰۷)در آزمایشی زوائد میوه و سبزیجات را جمع‌آوری وآن‌ها را در یك کارگاه محلی به کمپوست تبدیل نمودند. سپس کمپوست را با ۲۵ و ۵۰ درصد کود نیتروژن توصیه شده و ۵ میلی گرم تریپتوفان ال به ازاء هر کیلوگرم کمپوست، غنی نمودند.تیمار کمپوست غنی شده به تنهایی و سایر مواد غنی‌ساز به طور جداگانه بر روی گندم و ذرت آزمایش کردند. آنان نتیجه گرفتند که کمپوست غنی شده و ۵۰ درصد نیتروژن توصیه شده بر عملکرد دانه و سایر فاکتورهای رشد موثر بود، علاوه بر آن میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه ذرت و دانه در اثر مصرف کمپوست غنی شده افزایش یافت. در نهایت نتیجه گرفتند که در کشاورزی پایدار مخلوطی از کمپوست و کود شیمیایی در افزایش محصول اقتصادی و موثر است. Ebrahim و همکاران(۲۰۰۸) با اعمال مقادیر مختلف کود حیوانی و کمپوست بر روی گندم نتیجه گرفتند که کود حیوانی و کمپوست ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، طول خوشه، محصول کاه و دانه گندم و وزن هزار دانه را نسبت به کنترل افزایش دادند. بیشترین افزایش در طول بوته مربوط به مصرف ۵ تن ۰ کمپوست در هکتار بدست آمد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکی ، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و نیز دستیابی به توصیه مناسب کودهای آلی و شیمیایی آزمایشی در استان های مختلف کشور بر اساس تقسیم بندی(AEZ) به مرحله اجرا در خواهد آمد.آزمایش به صورت اسپلیت بلوک در سه تکرار، در کرت‌های دائم و در هر استان در دو منطقه با مشخصات مختلف خاکی(بافت، کربن آلی) به مرحله اجرا در خواهد آمد. تیمارهای آزمایش به شرح زیر خواهد بود: الف - منبع کود آلی : M۱ (کمپوست) و M۲ (کود دامی)

ب - مقدار مصرف کود آلی : صفر M۰= وکود حیوانی ۱۰ Ton/ha M۱= و ۱۰کود کمپوست M۲=Ton/ha M۲=وکود حیوانی ۲۰ Ton/ha M۳= و ۲۰ Ton/haکود کمپوست M۴= .

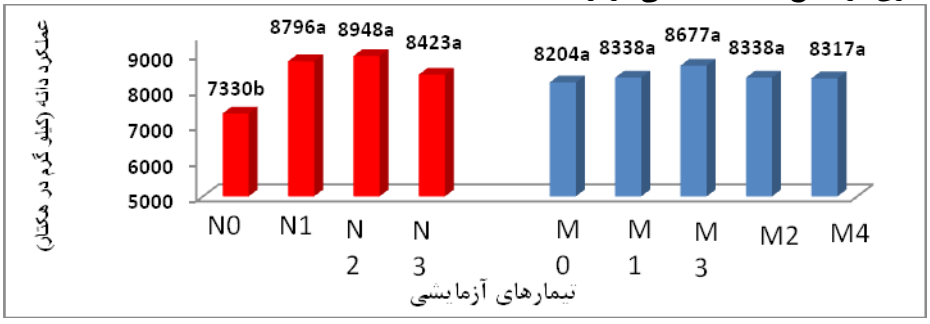
ج- مقدار مصرف کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک:

N۰= Control , N۲= ۵۰% Soil test N۲= ۷۵% Soil test , N۳= ۱۰۰% Soil test

. در نمونه‌های کود دامی و کمپوست ، درصد رطوبت، اسیدیته، قابلیت هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسم و عناصر میکرو اندازه‌گیری شود . کود های آلی بر مبنای وزن خشک محاسبه و در تیمارهای مختلف اعمال شود. در زراعت گندم(در مرحله ظهور خوشه از برگ پرچم) یك ردیف از گندم از سطح خاك برداشت و جهت اندازه‌گیری جذب به آزمایشگاه ارسال شود. علاوه بر اندام هوایی، اجزائ عملکرد شامل، میزان کاه و دانه گندم و دانه ذرت، وزن هزار دانه،تعداد دانه در خوشه،تعداد خوشه در متر مربع نیز در هر تیمار اندازه‌گیری شود. پس از برداشت محصول از خاک محل هر تیمار نمونه برداری انجام و میزان نیتروژن و کربن آلی در آن اندازه گیری خواهد شد. در پایان هر سال زراعی نتایج آزمایش با استفاده از نرم افزارهای آماری مناسب از قبیل SPSS و SAS و یا MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار داده شوند.

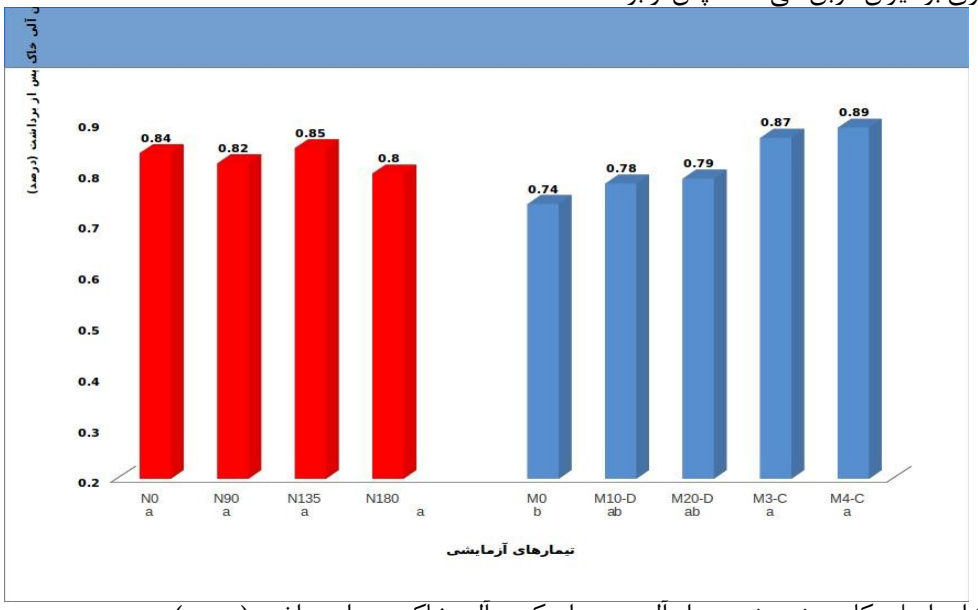
نتایج

نتایج اثرات اصلی کاربرد مواد آلی و نیتروژن بر میانگین عملکرد دانه (شکل ۱)،نشان می‌دهدکه کاربرد ماده آلی عملکرد دانه را از ۸۲۰۰ کیلوگرم در تیمار شاهد به ۸۶۷۷ کیلوگرم در هکتار در اثر کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی افزایش داده است. اما این افزایش از لحاظ آماری با آزمون دانکن معنی‌دار نبود. علاوه بر این کاربرد کود نیتروژن نیز موجب افزایش عملکرد دانه از ۷۳۳۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۸۹۴۸ کیلوگرم در هکتار در تیمار N۳ یعنی کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن گردید. این افزایش از لحاظ آماری در سطح (P<۰.۰۱) معنی‌دار بود.



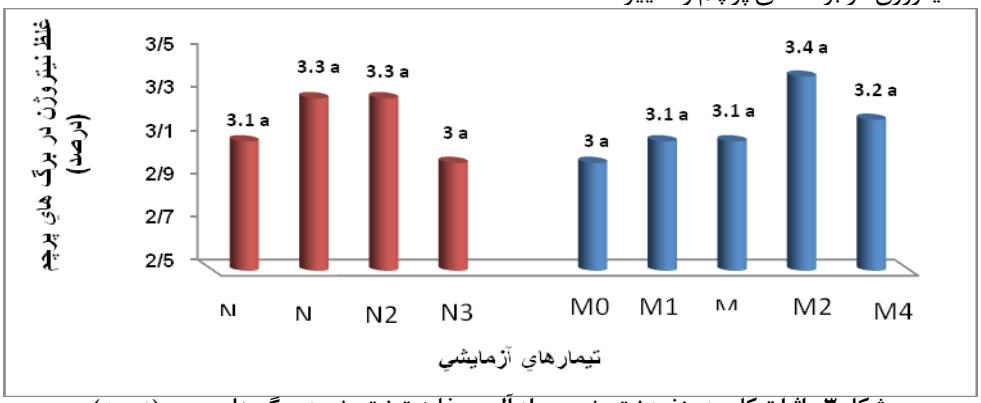
شکل ۱- اثرات اصلی نیتروژن و مواد آلی بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

نتایج تجزیه واریانس تاثیر کاربرد ماده آلی و نیتروژن بر میزان کربن آلی خاک پس از برداشت نشان می‌هد که تنها تاثیر نیترون بر کربن آلی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. بر اساس نتایج شکل ۲، کاربرد ماده آلی، میزان کربن آلی خاک پس از برداشت را از ۷۴/۰ در تیمار M۰(شاهد) به ۸۹/۰ در تیمار M۴ (کاربرد ۲۰ تن در هکتار کمپوست) افزایش داد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ($p<0.05$) نشان‌دهنده معنی دار بودن اثر مواد آلی بر میزان کربن آلی خاک پس از برداشت است. برعکس کاربرد کود اوره تاثیر معنی داری بر میزان کربن آلی خاک پس از برداشت نداشت.



شکل ۲- اثرات اصلی کاربرد نیتروژن و مواد آلی بر میزان کربن آلی خاک پس از برداشت (درصد)

نتایج تجزیه واریانس، تاثیر کاربرد ماده آلی و نیتروژن بر غلظت نیتروژن در برگ پرچم، نشان می‌هدکه اثر کاربرد نیتروژن و ماده آلی و تاثیر متقابل این دواثر معنی داری بر غلضت نیتروژن در برگ های پرچم نداشتند.بر اساس نتایج شکل ۳ کاربرد ماده آلی و نیتروژن، غلضت نیتروژن در برگ های پرچم را تغییر نداد.



شکل ۳- اثرات کاربرد منفرد نیتروژن و مواد آلی بر غلضت نیتروژن در برگ های پرچم (درصد)

منابع

- ترک‌نژاد، ا. ۱۳۸۳. مدیریت بقایای گیاهی. مجموعه مقالات اولین همایش علمی کاربردی مدیریت بقایای گیاهی. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
- توشیح، و. ۱۳۸۲. اثر استفاده از کاه و کلش گندم دیم در زمان آیش بر عملکرد و میزان پروتئین دانه و برخی خصوصیات خاك. مجله علوم خاك و آب. جلد ۱۷. شماره ۲. ۱۶۰-۱۵۱.
- زلفی باوریانی . م. و م. نوروزی . ۱۳۸۴. اثرات سولفات آهن و کود دامی بر بهبود تغذیه آهن در گوجه فرنگی. نهمین کنگره علوم خاک ایران ، تهران .
- سرابی. ع.، ع. مجیدی و م.ج. ملکوتی . ۱۳۷۸. اثر مقادیر و منابع کود روی و کمپوست بر عملکرد و جذب روی در گندم دیم. خاك و آب. ، سال ۱۲ ، شماره ۶، صفحات ۱۴۱-۱۳۰.

- سرحدي‌ساردويي. ج. و ع. رونقی . ۱۳۷۷. تاثیر فسفر و ماده آلی بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت در سه خاك آهکی جیرفت و کهنوج. پایان نامه (کارشناسی ارشد) -- دانشگاه شیراز.
- سماوات، س . ۱۳۸۳. خلاصه مقالات اولین همایش علمی-کاربردی مدیریت بقایای گیاهی با تاکید بر نقش تخریبی سوزاندن- دفتر محیط زیست وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
- صیادیان، ك.، ع. ا. طلیعی، ع. جام و س. سعادت. ۱۳۸۳. تأثیر روش‌های مختلف خاك‌ورزی در افزایش عملکرد گندم دیم. صفحات ۹۳ الی ۱۰۲ از ملکوتی، م. ج.، ز. خوگر و ز. خادمی (گردآورندگان). روش‌های نوین تغذیه گندم. وزارت جهاد کشاورزی، انتشارات سنا، تهران، ایران.
- قرنجیکی، ع. و ق. قربانی نصرآباد. ۱۳۸۴. مصرف بهینه کود دامی و نیتروژن در زراعت پنبه . نهمین کنگره علوم خاک ایران ، تهران
- کاظمي‌طلاچی. م . ۱۳۷۹. چگونگی استفاده از کودهای شیمیایی و آلی در افزایش تولید سویا.زیتون. ، شماره ۱۴۵، صفحات ۵۸-۵۶.
- گلچین . ا. ، م. اسماعیلی و م. تکاسی . ۱۳۸۴ . تاثیر منابع کود آلی بر کارائی آب مصرفی و عملکرد گندم آبی رقم شهریار . نهمین کنگره علوم خاک ایران ، تهران .
- لامعی هروانی.ج. ، م. اسماعیلی و ع. دماوندی . ۱۳۸۴. تاثیر لگوم های علوفه ای یک ساله به عنوان گیاه پوششی بر میزان ماده آلی و حاصلخیزی خاک. نهمین کنگره علوم خاک ایران ، تهران
- نصرالله‌زاده ماسوله، ا. امیری و ت. رضوی پورکومله. ۱۳۸۸. تاثیر کمپوست آزولا،کود گاوی و کود شیمیایی روی گیاه برنج.یازدهمین کنگره علوم خاك ایران(مدیریت خاك و امنیت غذایی) گرگان.پردیس علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۲۱ لغایت ۲۴ تیرماه.ص ۳۲۱.

Annabi, M., S.Houot, C. Francou, M. Poitrenaud, and Y. Le Bissonnais. ۲۰۰۷. Soil aggregate stability improvment with urban compost of diffrent maturities. Soil Sci. Soc. Am J.۷۱:۴۱۳-۴۲۳.

- Campbell C.A., Zentner R.p.,Liang B.C., Roloff G., Gregorich E.C., Blomer B. (۲۰۰۰) : Organic C accumulation in soil over ۳۰ years in semiarid southwestern Saskachewan- Effect of crop rotations and fertilizers. Can.J.Soil Sci., ۸۰ :۱۷۹-۱۹۲.
- Farquharson R.J., Schwenke G.D., Mullen J.D. (۲۰۰۳) : should we manage soil organic carbon in vertisols in the northern grains region of Australia? Aust.J.Exp.Agr.,۴۳:۲۶۱-۲۷۰.
- Feichtinger F., Erhart E., Hartl W.(۲۰۰۴) : Net N-mineralisation related to soil organic matter pools. Plant Soil Environ., ۵۰ : ۲۷۳-۲۷۶.
- Ebrahim, M. A. Ul-Hassan, M. Iqbal, and E. Elahi Valeem. ۲۰۰۸. Response of wheat growth and yield to various levels of compost and organic manure. Pak. J Bot. ۴۰(۵): ۲۱۳۵-۲۱۴۱.
- Freixo A.A., Machado Plod , dos Santos H.P., Silva C.A., Fadigas F.D. (۲۰۰۲) : Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil.Soil Till. Res., ۶۴: ۲۲۱- ۲۳۰.
- Kavitha, R. and P. Subramanian.۲۰۰۷. Effect of enriched municipal solid waste compost application on growth, plant nutrient uptake and yield of rice.J. agron. ۶(۴):۵۸۶-۵۹۲.
- Lal,R. R.F.Follett,B.A.Stewart, and J.M.Kimble . ۲۰۰۷. Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advanced food security. Soil Science. Vol, ۱۷۲.No, ۱۲.
- Lal R., Kimble J., Levine E., Whitman C. (۱۹۹۵): World soils and greenhouse effect : An overview . In : Lal R. et al. (eds) : Soils and Global Change . Lewis Publ., Boca Raton, FL: ۱-۸.
- Liu X.B., Liu J.D., Xing B., Herbert S.J., Zhang X.Y. (۲۰۰۵) .: Effects of long-term continuos cropping, Tillage, and fertilization on soil carbon and nitrogen in Chinese mollisols. Commun. Soil Sci.Plant Anal., ۳۶: ۱۲۲۹-۱۲۳۹.
- Loveland P., Webb J. (۲۰۰۳). Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a Review? Soil Till.Res. ۷۰: ۱-۱۸.
- Onemli F. (۲۰۰۴): The effects of soil organic matter on seedling emergence in sunflower ., ۴: ۶۷۹-۶۸۵.
- Rizwan, A. M. Sher, A. Khalid, M. Arshad and M. mahmood.۲۰۰۷. Growth and yield response of wheat (*Triticum A estivum L.*) and maize (*Zea may L.*) to nitrogen and l- tryptophan enriched compost. Pak. J. Bot. ۳۹(۲): ۵۴۱-۵۴۹.

Abstract

The experiment was carried out as a split block design in permanent plots in ۳ replicates. Treatments were included A) organic fertilizers (M), compost and manure. B) Each organic fertilizers amount was ۱۰ and ۲۰

ton/hectare. C) Nitrogen consumption, including N.= without nitrogen N= nitrogen fertilizer consumption from urea according to ۵۰% of a soil test, $N_۲$= nitrogen fertilizer consumption from urea according to ۷۵% of soil test and $N_۳$= nitrogen fertilizer consumption from urea according to ۱۰۰% of the soil test. Results showed that application of ۲۰ tons per hectare of manure lifted the amount of grain yield of ۸۲۰۰ kg per hectare for control treatment to ۸۶۷۷ for ۲۰ tones manure consumption which was non-significant. In addition, usage of nitrogen fertilizer increased grain yield from ۷۳۳۳ for control treatment to ۸۹۴۸ for $N_۳$ treatment. This increase was significant ($p<۰.۰۱$). Organic material application lifted the soil organic carbon, after harvesting from ۰.۷۴ in the control treatment to ۰.۸۹ for (۲۰ ton per hectare compost application). Organic material and nitrogen did not change the nitrogen amount in flag leaves.

تغییرات جزءبندی شیمیایی سرب، روی و کادمیم در یک خاک آلوده به عناصر سنگین قبل و بعد از کشت گیاه

مهشید شفیق [۱]، محسن حمیدپور [۲]
۱-دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۲-دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

چکیده
آزمایش حاضر به‌منظور بررسی اثر کشت گیاه بر تغییرات جزءبندی شیمیایی فلزات سنگین (سرب، روی و کادمیم) انجام شد. جزءبندی شیمیایی کادمیم، سرب و روی در خاک آلوده به چندین فلز با استفاده از روش سالبو و همکاران (۱۹۹۸) قبل و بعد از آزمایشی گلدانی، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های عصاره گیری متوالی نشان داد که در بین شکل‌های شیمیایی مختلف کادمیم و سرب، کادمیم و سرب پیوندیافته با کربنات شکل غالب این عناصر در خاک مورد مطالعه بودند. درصورتی‌که شکل غالب روی به‌صورت باقیمانده (تتمه) بود. همچنین نتایج حاکی از افزایش غلظت روی محلول و کاهش غلظت سرب و کادمیم در این شکل، پس از کشت ذرت بود.

واژه های کلیدی: جزءبندی شیمیایی، سرب، روی، کادمیم

مقدمه
فلزات سنگینبرخلاف آلاینده‌های آلی که توسط فعالیت‌های میکروبی اکسید می‌شوند، برای مدت‌های طولانی در خاک می‌مانند و قابل تجزیه نمی‌باشند. از خطرات اصلی ناشی از آلودگی خاک‌ها به فلزات سنگین جذب این عناصر توسط گیاهان و به دنبال آن ورود به چرخه غذایی و تأثیر بر سلامت انسان و حیوانات می‌باشد (Adriano, ۲۰۰۳). رفتار فلزات سنگین در خاک‌های مختلف به دلیل تنوع نوع و اجزاء خاک بسیار متفاوت است. تعیین شکل‌های شیمیایی در خاک جهت ارزیابی پویایی و فراهمی زیستی عناصر دارای اهمیت بالایی می‌باشد. به‌طور معمول به دلیل وقوع واکنش‌های شیمیایی مختلف، با گذشت زمان قابلیت استفاده فلز برای گیاه کاهش‌یافته و به شکل‌های کم محلول‌تر تبدیل می‌شود(Selim and Sparks, ۲۰۰۱).به‌طورکلی فراهمی زیستی فلزات برای گیاهان به شکل‌های شیمیایی آن‌ها بستگی دارد. از طرف دیگر، جزء بندی شیمیایی فلزات در خاک معمولاً تحت تأثیرفعالیت‌های ریشه تحت تأثیر قرار می‌گیرد.(Romkens et al., ۱۹۹۹)معمولاً عواملی چون تغییرات پ‌هاش، اتصال فلزات به ترشحات ریشه‌ای، فعالیت‌های میکروبی و تخلیه فلزات تحت تأثیر فرایند جذبتوسط گیاه، تغییراتی هستند که بر جزءبندی شیمیایی و فراهمی زیستی فلزات تأثیرمی‌گذارند(Ernst, ۱۹۹۶). با توجه به موارد بیان شده پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر کشت گیاه ذرت بر تغییر شکل‌های شیمیایی فلزات سنگین سرب، روی و کادمیم در یک خاک آلوده طراحی گردید.

مواد و روش‌ها
جهت انجام آزمایش ابتدا نمونه‌های خاک آلوده به روی از مزارع کشاورزی اطراف کارخانه سرب و روی زنجان تهیه شد. پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری برخی خواص فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید. بافتخاکبهروشهیدرومتری،پ‌هاشدرخمیر اشباعوقابلیت هدایتالکتریکیدرعصارهاشباعخاکاندازه‌گیری گردید (Westerman, ۱۹۹۰). بافت خاک لوم،پ‌هاش خاک ۱/۸ و قابلیت هدایت الکتریکی خاک ۴/۱ دسی زیمنس بر متر بود. همچنین غلظت کل روی، سرب و کادمیم پس از هضم نمونه خاک با آکورژیا (مخلوط اسیدکلریدریک ۳۷ درصد و اسیدنیتریک ۶۵ درصد با نسبت سه به یک) و اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی GBC Avanta))به ترتیب برابر با ۴۵۰، ۲۶۷ و ۸/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود (Westerman, ۱۹۹۰). جهت بررسی اثرات گیاه بر جزء بندی شیمیایی سه فلز موردنظر، ابتدا خاک موجود به داخل گلدان‌ها منتقل و به مدت یک ماه تحت شرایط خشک و مرطوب شدن متوالی قرار گرفتند. قبل از کشت گیاه، ۳ نمونه از خاک موردمطالعه برداشته شد و برای تعیین شکل‌های شیمیایی فلزات سنگین به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس ۴ عدد بذر ذرت (هیبرید سینگل گراس ۷۰۴) در هر گلدان یک کیلویی کشت گردید و رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. پس از گذشت ده روز از استقرار گیاهان در گلدان‌ها، بوته‌های اضافی حذف و ۳ بوته در هر گلدان نگه‌داری شد. آبیاری گلدان‌ها، با آب مقطر به‌صورت روزانه و بر اساس ۸۰ درصد ظرفیتزراعی انجام شدند. لازم به ذکر است که گلدان‌ها فاقد زه‌کش بودند. پس از ۶۰ روز گیاهان برداشت شدند و پس از مخلوط نمودن خاک، از خاک گلدان‌ها نمونه‌برداری شد. برای مطالعهشکل‌هایشیمیاییمختلفعناصرسنگینازروشسالبووهمکاران(Salbu etal.,, ۱۹۹۸)استفاده شد. بدین‌صورت که ابتدا دو گرم نمونه خاك از هر گلدان را توزین نموده و در لوله‌های فالکون ۵۰ میلي‌ليتری ریخته و

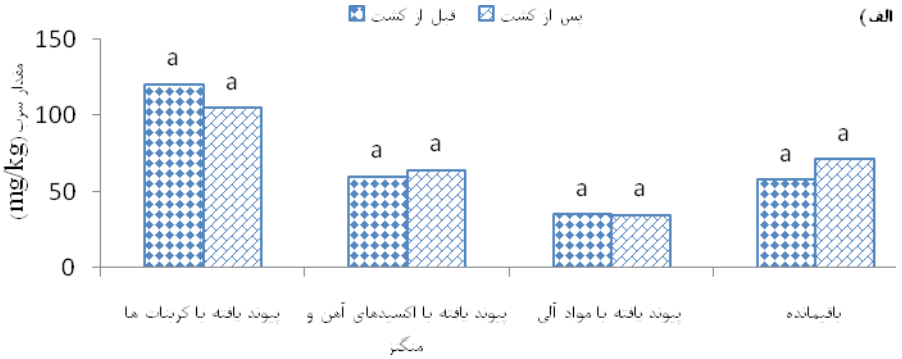
طی ۵ مرحله به‌صورت زیر عصاره‌گیری انجام گرفت. عصاره‌های تمامی مراحل، نهایتاً به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و غلظت روی در آن‌ها با دستگاه جذب اتمیاندازه‌گیری شد.برای استخراج شکل محلول ۲۰ میلی‌لیتر آب دو با تقطیر به نمونه‌ها افزوده شد و به مدت یک ساعت شیک گردید.جهت جداسازی شکلقابل‌تبادل، بیست میلي‌لیتر محلول یك مولار استات آمونیوم (pH=۷) به نمونهتوزین شده اضافه و سپس به‌مدت ۲ ساعت در شیکر تکان داده شد و سانتریفیوژ (دور ۳۰۰۰ به‌مدت ۵ دقیقه) گردید و محلول رویی عصاره‌گیری شد. برای تعیین شکلپیوند شده با کربنات‌ها، بیست میلي‌لیتر استات آمونیوم یك مولار که با اسید استیک تنظیم شده (pH=۵) به‌نمونه باقي‌مانده از مرحله قبل افزوده و به مدت ۲ ساعت در شیکر تکان داده و سپس سانتریفیوژ گردید و محلول رویی عصاره‌گیری شد. برای استخراج شکل پیوند شده با اکسیدهای آهن و منگنز، بیست میلي‌لیتر محلول ۰۴/۰ مولار هیدروکسیل آمید کلرید (NH_2OH-Cl یا NH_3OCl) در اسید استیک ۲۵%، به‌مدت ۶ ساعت روی حمام بخار در دمای ۶۰ درجه سلسیوس قرار داده و مانند مراحل قبل عصاره‌گیری انجام شد.به‌منظور تعیین شکل پیوند شده با مواد‌آلی، ابتدا ۱۵ میلي‌لیتر آب‌اکسیژنه ۳۰% که با اسید نیتریك pH آن برابر دو تنظیم گردیده بود به نمونه باقی‌مانده از مرحله‌ی قبل اضافه شد و به مدت ۵/۵ساعت روی حمام بخار در دمای ۸۰درجه‌سانتي‌گرادحرارت داده شد. بعد از سرد شدن محلول،۵میلي‌لیتر استات‌آمونیوم ۲/۳ مولار در اسیدنیتریك ۲۰% به آن اضافه و به‌مدت ۳۰ دقیقه تکان داده شد و پس از سانتریفیوژ، عصاره‌گیری انجام شد. برای تعیین شکل باقي‌مانده روی، یك گرم از خاك مرحله‌ی قبل، بعد از خشك شدن در فلاسك مخروطی (ارلن)، توزین شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷ مولار به آن اضافه و به مدت ۶ ساعت به‌وسیله‌ی صفحه‌داغ حرارت دید. بعد از تبخیر، ۱ میلي‌لیتر اسیدنیتریك ۲ مولاربه آن اضافه و باقي‌مانده بعد از هضم به ۱۰ میلي‌لیتر رقیق گردید.در پایان نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار آماری SASو مقایسه میانگین LSD در سطح ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت.

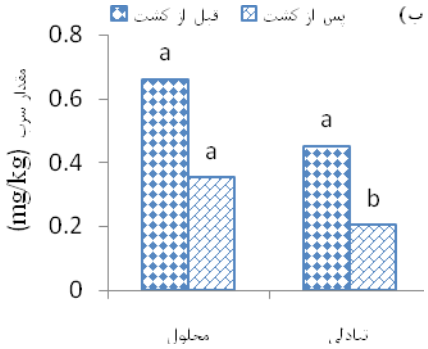
نتایج و بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که پس از کشت گیاه، شکل‌های محلول، تبادلی و کربناتی سرب روندی کاهشی را دنبال کردند، هرچند این کاهش تنها در مورد شکل تبادلی سرب ازنظر آماری معنی‌دار بود (شکل ۱). این احتمال وجود دارد که این کاهش ناشی از تخلیه این فلز از فاز محلول و تبادلی، در اثر فرایند جذب سرب توسط ریشه و/یا انتقال سرب از فاز محلول به اشکال غیرقابل‌دسترس، مانند شکل باقیمانده و پیوندیافته با اکسیدهای آهن و منگنز که روندی افزایشی را دنبال می‌کنند، باشد. به‌طورکلی، دو فرایند متحرک‌سازی و تجمع زیستی در زمان کشت گیاه رخ می‌دهد. متحرک‌سازی که در اثر فعالیت ریشه‌ها و میکروب‌ها ایجاد می‌شود و فلزات را از سایر شکل‌های نسبت غیر متحرک به بخش قابل‌تبادل منتقل می‌کند. درحالی‌که تجمع زیستی موجب کاهش بخش تبادلی از طریق تخلیه فلزات از محلول خاک می‌شود. تجمع زیستی می‌تواند در مراحل اولیه رشد گیاه (حدود ۲۰ روز اول) نادیده گرفته شود. در طی این مرحله افزایش کلی در بخش تبادلی دیده می‌شود. با افزایش زیست توده گیاهی فاکتور تجمع زیستی افزایش پیدا می‌کند. درنهایت فرایند تخلیه موجب متحرک‌سازی و کاهش شکل تبادلی در ریزوسفر می‌شود (Tao *et al.*, ۲۰۰۵). همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که توزیع شکل‌های شیمیایی سرب قبل و پس از کشت گیاه به‌طور مشابه روند زیر را دنبال می‌کند:

پیوندیافته با کربنات‌ها >> پیوندیافته با اکسیدهای آهن و منگنز = باقی‌مانده > پیوندیافته با مواد آلی > تبادلی و محلول

غالب بودن شکل کربناتی سرب به آهکی بودن خاک مربوط می‌شود. الخطیب و همکاران (۱۹۹۱) بیان کردند که حضور کانی‌های کربناتی تأثیر بسزایی بر تحرک سرب از طریق برهمکنش با سرب و تأثیر آن بر پ هاش خاک دارد. آنان بیان کردند که روند تمایل به جذب سرب به‌صورت: خاک غنی از آهک > خاک رسی > خاک شنی بود. در یک خاک آهکی پایدارترین نوع کانی حاوی سرب به‌صورت کروسایت $PbCO_3$ می‌باشد (Essington, ۲۰۰۴).





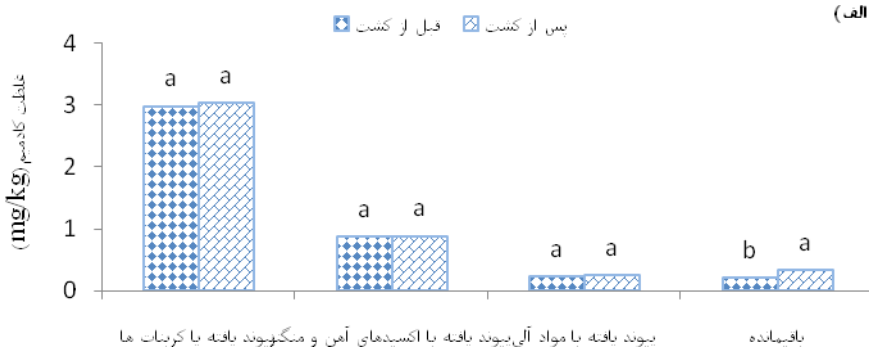
شکل ۱ - اثر کشت گیاه بر شکل‌های شیمیایی سرب الف) متصل به کربنات‌ها، اکسیدهای آهن و منگنز، ماده آلی و باقی‌مانده ب) محلول و تبادلی

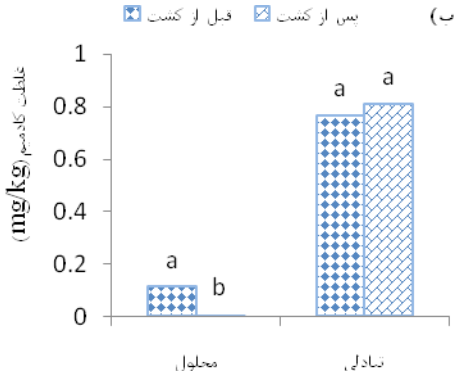
نتایج مربوطبه اثر کشت گیاه بر شکل‌های شیمیایی کادمیم و روی نشان می‌دهد که کشت گیاه تغییراتی هرچند در بیشتر موارد غیر معنی‌دار، بر شکل‌های شیمیایی کادمیم و روی داشت (شکل‌های ۲ و ۳). پس از کشت، غلظت کادمیم محلول کاهش معنی‌داری در مقایسه با شرایط بدون کشت نشان داد (شکل ۲-ب). این در حالی است که کادمیم تبادلی و باقیمانده افزایش یافت. در مورد کادمیم و روی نیز این احتمال می‌رود که کاهش این عنصر از فاز محلول یا تبادلی ناشی از تخلیه عناصر در اثر فرایند جذب توسط ریشه و/یا انتقال از فاز محلول به اشکال با قابلیت زیستی پایین مانند شکل باقیمانده کادمیم یا روی که افزایشی معنی‌داری پس از کشت را نشان داد، باشد. روند توزیع شکل‌های شیمیایی کادمیم قبل و پس از کشت گیاه روند یکسانی را دنبال می‌کردبه‌گونه‌ای که:

کادمیم پیوندیافته با کربنات‌ها>>پیوندیافته با اکسیدهای آهن و منگنز = تبادلی>پیوندیافته با مواد آلی = باقیمانده > محلول

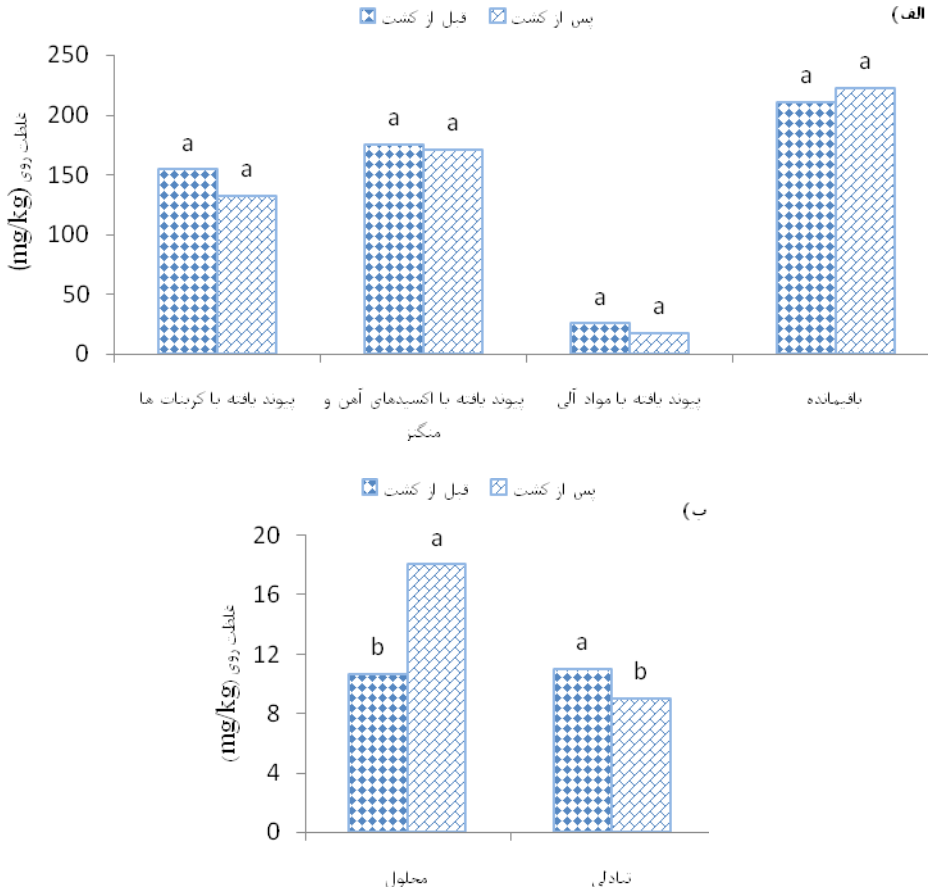
پس از کشت، غلظت روی محلول افزایش معنی‌داری در مقایسه با شرایط بدون کشت نشان داد (شکل ۲-ب). این در حالی است که غلظت کادمیم تبادلی و کربناتی کاهش یافت. این موضوع نشان‌دهنده این است که روی از فرم‌های قابل دسترس (تبادلی و پیوند شده با کربنات‌ها) تحت تأثیر ترشحات ریشه و فعالیت‌های میکروارگانیسم ها وارد محلول خاک شده و غلظت روی محلول افزایش یافته است. روند توزیع شکل‌های شیمیایی کادمیم قبل و پس از کشت گیاه روند زیر را دنبال می‌کرد:

روی باقیمانده>>پیوندیافته با اکسیدهای آهن و منگنز>پیوندیافته با کربنات‌ها>پیوندیافته با مواد آلی >تبادلی و محلول





شکل ۲- اثر کشت گیاه بر شکل‌های شیمیایی کادمیم الف) متصل به کربنات‌ها، اکسیدهای آهن و منگنز، ماده آلی و باقی‌مانده ب) محلول و تبادلی



شکل ۳- اثر کشت گیاه بر شکل‌های شیمیایی روی الف) متصل به کربنات‌ها، اکسیدهای آهن و منگنز، ماده آلی و باقی‌مانده ب) محلول و تبادلی

کیم و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با حضور چند فلز سنگین در خاک، شیمی فلزات تحت تأثیرجذب رقابتی حاصل از اتصال متفاوت آن‌ها، تغییرات کربن آلی محلول کل و تغییرات پ‌هاش حاصل از ترشحات ریشه‌ای گیاهان قرار می‌گیرد. جزءبندی شیمیایی فلزات در خاک وابسته به زمان، رقابت فلزات و نوع خاک هستند و این مورد یکی از عواملی است که اختلاف در جزءبندی

شیمیایی درنتیجه تغییرات ایجاد شده در ریزوسفر گیاه را توضیح می‌دهد(Tao *et al*., ۲۰۰۵). با توجه به اینکه در بین شکل‌های شیمیایی فلزات سنگین در خاک،شکل‌های محلول و تبادلی تعیین‌کننده خطر واقعی زیست‌محیطی آن‌هامی‌باشند، ارزیابی آن‌ها حائز اهمیت بالایی است و به نظر می‌رسد در دوره زمانی مورد آزمایش، کشت گیاه توانست شکل به سهولتقابل‌دسترس سرب و کادمیم را کاهش دهد.

منابع

Adriano, D.C. ۲۰۰۳. Trace element in terrestrial environments: biochemistry, bioavailability and risks of metals (۲nd eds.), Springer, New York.

Elkhatib, E.A., Elshebiny,G.M.and Balba, A.M. ۱۹۹۱. Lead sorption in calcareous soils. Environmental Pollution, ۶۹: ۲۶۹-۲۷۶.

Ernst, W. H. O., ۱۹۹۶. Bioavailability of heavy metals and decontamination of soils by plants. Applied Geochemistry ۱۱: ۱۶۳-۱۶۷.

Essington, M.E. ۲۰۰۴. Soil and water chemistry: an integrative approach.Boca Raton, CRC Press.

Kim, K.R., Owens,G. and Kwon,S.K. ۲۰۱۰. Influence of Indian mustard (*Brassica juncea*) on rhizosphere soil solution chemistry in long-term contaminated soils: A rhizobox study. Journal of Environmental Sciences, ۲۲: ۹۸-۱۰۵.

Roemkins, P.F.A.M., Bouwman,L.A. and Boon,G.T. ۱۹۹۹. Effect of plant growth on copper solubility and speciation in soil solution samples. Environmental Pollution, ۱۰۶: ۲۱۵-۲۳۱.

Salbu B.,Krekling,T. and Oughton,D.H.۱۹۹۸. Characterization of radioactive particles in the environment Analyst, ۱۲۳:۸۴۳-۸۴۹.

Selim,M. and Sparks,D. L. ۲۰۰۱. Heavy metals release in soils. Lewis publishers, Boca Raton, F L.

Tao, S., Liu,W.X., Chen,Y., Cao,J., Li,B.C. and Xu.F.L. ۲۰۰۵. Fractionation and bioavailability of copper, cadmium and lead in rhizosphere soil. InP.M. Huang and G.R. Gobran (eds.). Biogeochemistry of Trace Elements in the Rhizosphere. Elsevier Science.

Westerman R.L. (ed.) ۱۹۹۰. Soil testing and plant analysis. ۳rd ed. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.

Abstract

The present study was conducted to investigate the effect of cultivation on heavy metal (Lead, Zinc and Cadmium) fractionation changes. Chemical fractionations of Cd, Pb and Zn in a multi-element polluted soil before and after the pot trial were investigated using the procedure of Salbu et al. (۱۹۹۸). The results obtained from sequential extraction schemes indicated that Cd and Pb were mainly in bounded with carbonates formwhile, majority of Zn was in residual. Also results indicated that Corn cultivation increased Zn concentration in soluble form, while the concentration of Cd and Pb in this form decreased.

حذف فسفات توسط نانو ذره اکسید سیلیسیم در آب-های آلوده

رزان سواری [۱]،شهریار مهدوی [۲] ، علیرضا سلیمانی [۳]، معصومه قنبری [۴]،مهسا میری [۱]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر،۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر،۳- استادیار گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه ملایر،۴- مربی گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

چکیده
تخلیه فسفر به آب‌های سطحی منجر به رشد بیش از حد جلبک‌هاشدهودرنتیجهیوتریفیکاسیون رودخانه و دریاچه را به دنبال دارد. از این رو حذف این ماده به منظور جلوگیری از مغذی شدن منابع آب-های سطحی موضوعیتیافته است. هدف از این مطالعه بررسی کارایی نانو ذره‌ی اکسید سیلیسیم در حذف فسفات از محلول‌های آبی و مدل سازی ایزوترم فسفات بود. به منظور مطالعه اثر جاذب تاثیر عوامل مختلف از جمله زمان، دما، پ-هاش، غلظت جاذب بر روی میزان و نحوه جذب مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به آزمایشات انجام شده مشاهده شد که با افزایش غلظت اولیه فسفات (۲۰۰ میلی گرم بر لیتر) میزان حذف افزایشیافت. ایزوترم فروندلیچ بیشترین تطابق را با داده‌های این مطالعه نشان داد (R^2=۰.۹۵۷۹). با توجه به نتایج حاصله در بهترین حالت میزان حذف فسفر ۱/۴۰ میلی گرم بر گرم است که نشان داد. نانو ذره اکسید سیلیسیم می-تواند به عنوان جاذبی نسبتا کارآمد برای حذف فسفات استفاده نمود.

واژگان کلیدی: حذف فسفات، اکسید سیلیسیم، نانو، آب

۱- مقدمه

فاضلاب‌های صنعتی و شهری یکی از بزگترین منابع آلاینده محیط زیست هستند و بسته به نوع فاضلاب و همچنین نوع مواد آلاینده موجود در آن‌ها می‌توانند سبب ایجاد آلودگی در محیط زیست شوند (Paola et al., ۲۰۱۰). فسفر یکی از عمده ترین آلاینده‌های غیر آلی است که در فاضلاب‌های شهری و با مقادیر متفاوتی در فاضلاب‌ها شهری یافت می-شود و غلظت آن در دریاچه-ها و دریا-ها به دلیل تخلیه فاضلاب‌ها به سرعت در حال افزایش است (Yari et al., ۲۰۰۸). فسفر به شکل‌های مختلفی از جمله ارتوفسفات، پلی فسفات و فسفر آلی در فاضلاب-ها یافت می-شود و غلظت آن در فاضلاب-های شهری متوسط، معمولاً ۴ تا ۱۶ میلی گرم در لیتر برحسب فسفر است و در خروجی تصفیه خانه-های فاضلاب شهری غلظت آن به حدود ۲ تا ۵ میلی گرم در لیتر می‌رسد (Pinar et al., ۲۰۱۰). از میان آلاینده-ها اغلب گفته شده است که فسفر عامل کنترل کننده در بروز پدیده یوتریفیکاسیون است به این منظور لازم است که فسفر موجود در پساب‌های شهری و صنعتی با استفاده از روش-های مناسب حذف گردیده و به حد استاندارد رسانده شود تا از بروز این پدیده خطرناک جلوگیری گردد. با این حال روش-های بیولوژیکی، متداول ترین روش مورد استفاده برای حذف فسفر است. روش‌های بیولوژیکی دارای مشکلاتی از قبیل زمان ماند طولانی، کارایی نسبتاً پایین و همچنین مشکلات بهره برداری هستند. به علت تولید لجن زیاد و همچنین کارایی نسبتاً کم روش-های متداول رسوب دهی شیمیایی، امروزه محققان زیادی از سایر روش-ها مثل فرایند جذب سطحی و یا تبادل یونی برای حذف مواد مغذی و سایر آلاینده جز ئی از پساب-های تصفیه خانه استفاده می-کنند ((Smita et al., ۲۰۰۶. جذب عبارت است از فرایندی که طی آن مولکول-های ماده حل شده (ماده جذب شدنی) موجود در یک فاز (محلول یا گاز) به سمت فصل مشترک با فاز دیگر (جامد یا محلول) کشیده و تجمع می-یابند، بنابراین فرایند جذب سطحی یک پدیده سطحی است. لازمه انجام فرایند جذب، تماس دو فاز با هم است تا جزء یا اجزای موجود در یک فاز به فاز دیگر انتقال یابند (Smita et (al, ۲۰۰۶. در سال‌های اخیر مواد مختلفی مانند جاذب‌های طبیعی (کربن فعال، زائدات کشاورزی) وجاذب-های مصنوعی (اکسید سیلیسیم، رس مونت موریلونیت) و سایر مواد ارزان قیمت به عنوان جاذب-هایی برای حذف مواد مغذی و سایر آلاینده-های مختلف مورد استفاده قرارگرفته اند ((Agnieszka., ۲۰۱۰ ; Takdastan, ۲۰۱۱. نکته جالب توجه این است که این گونه مواد خاصیت انتخابی برای جذب آلاینده-های خاص از قبیل فسفر را ندارند. فرایند جذب یکی از بهترین روش-های مورد استفاده برای جذب آلاینده-های آب و فاضلاب است که اغلب در روش‌های تصفیه پیشرفته مورد استفاده قرار می-گیرد. در این فرایند آلاینده‌های آب و فاضلاب با یون-های موجود بر روی جاذب مبادله می-شوند و زمانی که جاذب اشباع گردد، می توان دوباره آن را احیاء کرده و مورد استفاده قرار داد. با توجه به مشکلاتی که در رابطه با وجود فسفر در محیط زیست بیان گردید و همچنین مزایای کاربرد جاذب-ها، هدف اصلی این پژوهش استفاده ازجاذب-های مصنوعی به منظور بررسی کارایی آن-ها در حذف فسفر از محلول-های آبی بود ((Tsz-Him., ۲۰۰۹.; Hubicki ۲۰۰۸ . در این پژوهش تأثیر پارامتر-های مختلفی از قبیل زمان تماس، غلظت بر روی کارایی حذف فسفر مورد ارزیابی، پ هاش ودما قرار گرفت. همچنین از معادلات فروندلیچ و لانگ مویر به منظور تعیین ویژگی‌های جذب استفاده گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- نوع جاذب و مواد شیمیایی
اکسید سیلیسیم از شرکت Tecnan خریداری شد. ضمنا کلیه شیمیایی و استانداردها از شرکت مرک با درخه خلوص بالا (GR) تهیه شد.

۲-۲- آزمایش‌های جذب
محلول-های استاندارد فسفر با اضافه کردن مقدار مشخصی از فسفات هیدروژن دی پتاسیم (K_2HPO_4) با آب مقطرتهیه گردید. در این پژوهش پارامتر-های مختلفی از قبیل پ هاش ۲ تا ۸، زمان تماس ۱۰ تا ۱۴۴۰ دقیقه، غلظت اولیه فسفر ۰ تا ۲۰۰میلی گرم بر لیتر و غلظت جاذب اکسید سیلیسیم ۱ تا ۵ گرم بر لیتر مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تنظیم پ-هاش از محلول سود ۱/۰ نرمال و اسید کلریدریک ۰۱/۰ نرمال استفاده گردید.

۲-۳- بررسی همدمای جذب با استفاده از معادله فروندلیچ
معادله (۱): فرم خطی: $\text{Log } q_e = \text{Log } K_f + 1/n \text{ Log } Ce$
که در این رابطه q_e میزان جذب (میلی گرم بر گرم)، C_e غلظت تعادلی (میلی گرم بر لیتر)، K_f فاکتورضریب فروندلیچ و n فاکتور شدت فروندلیچ می‌باشد.

۳- برازش مدل‌هایسینتیکی

جهت مطالعات سینتیکی فرم خطی ۲ معادله، شبه مرتبه اول و شبه مرتبه دوم ((Hu et al., ۲۰۰۶ مورد استفاده قرار گرفت تا مکانیزم احتمالی جذب و سرعت جذب فلزات مشخص شود.

۳-۱- معادله شبه مرتبه اول
معادله سرعت لاگرجن (۱۸۹۸) اولین معادله مرتبه اول برای جذب در سیستم مایع/جامد می‌باشد که بر اساس ظرفیت جذب پایه گذاری شده بود. فرم ساده شده و خطی این معادله به صورت زیر است:

معادله (۲) : فرم خطی .
$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - [\frac{K_1}{2.303} t]$$

q_e: مقدار یون-های فلزی جذب شده بر روی جاذب بر حسب mg/g در زمان تعادل
q_t: مقدار یون-های فلزی جذب شده بر روی جاذب بر حسب mg/g در زمان t
K_1: ثابت معادله بر حسب min/۱

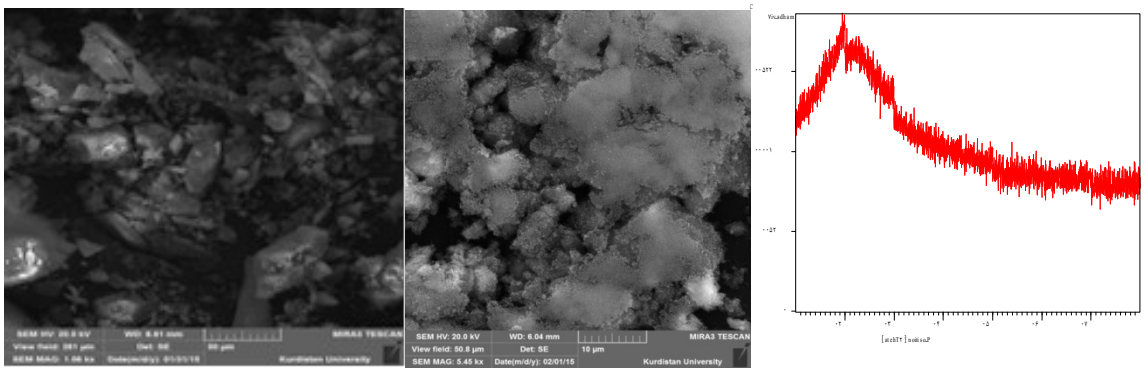
۳-۲- معادله شبه مرتبه دوم
در سال ۱۹۸۴ میلادی بلانچارد و همکاران معادله مرتبه دوم را برای بیان تبادل سدیم از زئولیت و فلزات سنگین مانند کادمیوم، مس و نیکل از محلول-های آبی استفاده نمود (Hu et al., ۲۰۰۶) آن-ها فرم خطی معادله بر اساس ظرفیت جذب جاذب را به صورت زیر تعریف نمودند.

معادله (۳) : فرم خطی:
$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t$$

K_2: ثابت سرعت (g/mg min) و بقیه فاکتور-ها همانند معادله شبه مرتبه اول می‌باشد.

۴- نتایج و بحث

۴-۱- جهت تعیین مشخصات ساختاری نانو ذرات اکسید سیلیسیم از تکنیک‌های پرتو ایکس (XRD) و میکروسکوپ الکترونی پوششی (SEM) استفاده شد. شکل‌های ۱ و ۲و نشان دهنده عکس XRDو SEM نانو ذرات اکسید سیلیسیم هستند.



بعد جذب فسفات SEM -قبل از جذب فسفاتشکل۲ (ب) SEM -نانو اکسید سیلیسیم شکل۲ (الف) XRD-شکل ۱

۴-۲- PZC (نقطه با بار الکتریکی صفر) نانو ذره اکسید سیلیسیم

به پهاشی که در آن بار خالص مجموع ذرات صفر است نقطه با بار صفر (PZC) نامیده می‌شود، که یکی از مهمترین پارامتر-های مورد استفاده برای توصیف سطوح با بار-های متغیر است (Morais et al, ۱۹۷۶; Parks and de Bruyn, ۱۹۶۱). PZC نانو ذره اکسید سیلیسیم برابر ۲/۵ می-باشد از آنجایی که پ-هاش بهینه برابر ۶ می‌باشد نشان دهنده-ی تطابق پ-هاش بهینه و PZC می‌باشد.

۴-۳- بررسی اثر پ‌هاش

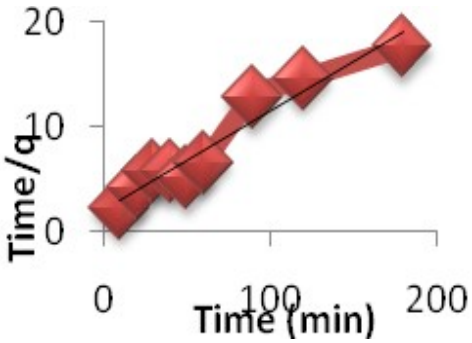
در شکل ۳ نتایج حاصل از بررسی تأثیر پ‌هاش محلول و مقدار جاذب مورد استفاده نشان داده شده است. مشاهده می-گردد که با افزایش پ-هاش محلول از ۵ به ۶ کارایی فرایند، افزایش یافته و با ادامه افزایش پ‌هاش از ۶ به ۸ کارایی حذف فسفر کاهش می-یابد. بنابراین نتایج حاصل از این قسمت مشخص گردید که افزایش دز جاذب در محدوده مورد مطالعه در این تحقیق باعث افزایش کارایی حذف فسفات شد. و حداکثر جذب در پ‌هاش ۶ برابر ۹/۱۳ میلی گرم بر گرم بوده است.



شکل ۳- تاثیر پ‌هاش بر روی حذف فسفات

۴-۴- بررسی سینتیک واکنش حذف فسفات

این پارامتر زمان تماس محلول فسفات با سطح جاذب می-باشد. طی بررسی صورت گرفته بر اساس نتایج بدست آمده جاذب در زمان ۱۸۰ دقیقه بیشترین کاربرد در جذب فسفات را داشته است که برابر ۱۸/۱۰ میلی گرم بر گرم بوده است و در زمان‌های بالاتر به علت اشغال سایت‌های جذب در جاذب میزان جذب پایین می‌آید. به منظور بررسی سینتیک واکنش حذف فسفات از مدل-های سینتیکی آورده شده از معادله ۲ و ۳ استفاده گردید. همان طور که مشاهده می‌شود نتایج حاصل از برازش داده-های زمان بروی معادله سینتیکی شبه درجه دوم دارای ضریب نسبت با سایر معادله-های مطالعه (R^2= ۰.۹۴۰۱) همبستگی بالاتری نشان داده است. نتایج حاصل از برازش داده‌های زمان نشان داد که روند حذف فسفات با استفاده از نانو ذره اکسید سیلیسیم از معادله سینتیکی شبه درجه دوم پیروی می‌کند که نشان دهنده‌ی این است که جذب از نوع تبادل یونی است (Rahmani et al, ۲۰۱۰).



شکل۴-برازش داده-ها بر معادله شبه درجه دوم

۴-۵-اثر غلظت جاذب

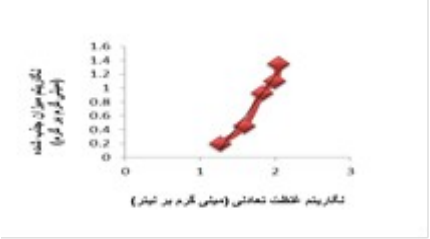
نتایج حاصل از بررسی تاثیر غلظت جاذب بر جذب فسفات در شکل ۵ نشان داده شده است. این نمودار بیانگر این است که با افزایش میزان غلظت جاذب، درصد حذف فسفات توسط نانوذرات اکسید سیلیسیم افزایش، ولی میزان جذب کاهش می‌یابد. که حداکثرظرفیت حذف در غلظت ۴ گرم در لیتر برابر با ۵۶/۵ میلی گرم بر گرم بدست آمد.



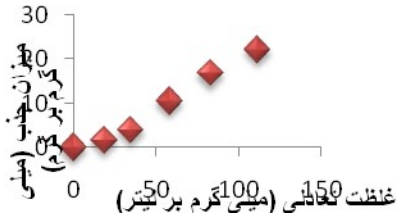
شکل۵- نتایجحاصلازتأثیرغلظت جاذببررویحذففسفات

۴-۶- ایزوترم جذب فسفات

با بررسی معادلات ایزوترم جذب فسفات نتایج نشان داد که بیشترین تطبیق ایزوترم از معادله فروندلیچ می‌باشد که ضریب تبیین(R^2) آن برابر ۹۵/۰بدست آمد و در آن حداکثر ظرفیت جذب برابر با ۱/۴۰ میلی گرم بر گرم بوده است،. (شکل ۶ و ۷).



شکل ۷- مدل خطی معادله فروندلیچ برای جذب فسفات



شکل۶- ایزوترمجذبفسفات

۵- نتیجه گیری

در این مطالعه از نانو ذره اکسید سیلیسیم به منظور حذف فسفات از محلول‌ها ی آبی استفاده گردید. نتایج به دست آمده از این پژوهش، حاکی از آن است که نانو اکسید سیلیسیم در پ‌هاش برابر ۶ و زمان ۱۸۰ دقیقه فسفات را به طور موثری تری از آب حذف می‌نماید. همچنین با افزایش غلظت فسفات در محلول و کاهش میزان جاذب، درصد حذف فسفات افزایش می‌یابد. همچنین داده‌های به دست آمده برای جاذب ، نشان می‌دهند جذب فسفات از ایزوترم فرندلیچ تبعیت می‌کند. بر اساس یافته‌های به دست آمده از این پژوهش می-توان نتیجه گرفت که نانو اکسید سیلیسیم جاذب بسیار خوبی برای حذف فسفات از محیط‌های آبی، حتی در غلظت‌های بالا است. نقاط قوت این تحقیق شامل استفاده از فناوری‌های جدید مانند فناوری نانو در فرایند جذب، بررسی حذف فسفات به عنوان یک آلاینده مهم و فراوان موجود در محیط زیست و مخصوصاً در کلان شهرها است؛ علاوه بر آن بررسی جاذب اکسید سیلیسیم به عنوان یک جاذب معدنی که بعد از فرایند جذب تهدیدی برای محیط زیست به شمار نمی آید و در ایران فراوان است از نقاط قوت طرح به حساب می-آید. قابل ذکر است در ایران پتانسیل تولید نانواکسید سیلیسیم در سطح صنعتی نیز وجود دارد.

منابع

- ۱-Agnieszka. R. Gunno. R.۲۰۱۰, Long-term phosphate removal by the calcium-silicate material polonite in wastewater filtration systems. J. of Chemosphere, ۷۹(۷): ۶۵۹-۶۶۴.
۲- Ho, Y.S. (۲۰۰۶) "Review of second order model for adsorption systems". J. Haz. Mater. ۱۳۶ (B): ۶۸۱-۶۸۹.۳- Hubicki. Z. Wolowicz. A. Leszczynska. M. ۲۰۰۸, Studies of removal of palladium (II) ions from chloride solutions on weakly and strongly basic anion exchangers. J. of Hazardous Materials, ۱۵۹(۸): ۲۸۰-۲۸۶
۴- Kermani. M. Bina. B. Moahedian. H. Amin. Nikain, M. ۲۰۱۰, Performance and modeling of moving bed biofilm process for nutrient removal from wastewater. J. of Water and Wastewater, ۱۹(۳): ۹-۱۹.
۵- Liang-guo. Y.Yuan-yuan. X. Hai-qin.Y. Xiao-dong. X. Qin. W. and Bin D. ۲۰۱۰. Adsorption of phosphate from aqueous solution by hydroxy-aluminum, hydroxy-iron and hydroxy-iron-aluminum pillared bentonites. J. of Hazardous Materials. ۱۷۹(۳): ۲۴۴-۲۵۰.
.۶- Moetaz. S. Abdallah. Sh. ۲۰۱۲, Phosphorus Removal using Al-modified Bentonite Clay-Effect of Particle Size. Advances in Biomedical Engineering, ۱۰: ۳۲۳-۳۲۸.
۷- Mohammad, Yari. N. Balador, A. ۲۰۰۸, Performance of MBBR in the treatment of combine municipal and industrial wastewater, a case study: Mashhad wastewater treatment plant of Parkandabad. J. of Water and Wastewater, ۶۵: ۳۸-۴۶.
۸- Morais. F. Page. A. Lund. L. ۱۹۷۶, The effect of pH, salt concentration, and nature of electrolytes on the charge characteristics of Brazilian tropical soils. Soil Sci. Soc. Am. J, (۴۰):۵۲۱-۵۲۷.
۹- Paola. C. Margherita. S. Giovanni. G. Salvatore. D. ۲۰۱۰, Influence of the pH on the accumulation of phosphate by red mud. J. of Hazardous Materials, ۱۸۲(۴): ۲۶۶-۲۷۲.
۱۰- Parks. G. Bruyn, P.۱۹۶۱, The zero point of charge of oxides. J. Phys. Chem. (۶۶): ۹۶۷-۹۷۳.
۱۱- Pinar. A. Cengiz, K. Olgun. G. ۲۰۱۰, Preparation of quaternized dimethylaminoethylmethacrylate grafted nonwoven fabric for the removal of phosphate. J. of Radiation Physics and Chemistry, ۷۹(۴): ۲۳۳-۲۳۷.
۱۲- Rahmani, A., Zavvar Mosavi, H., and Fazli, M. (۲۰۱۰) "Effect of nanostructure Alumina on adsorption of heavy metals". Desalination. ۲۵۳: ۹۴-۱۰۰.۱۳- Sibel. T. Ilknur. T. Adnan. O. Tevfik. G. (۲۰۱۰). Phosphate removal potential of the adsorbent

material prepared from thermal decomposition of alunite ore-KCl mixture in environmental cleanup. *J. of Desalination*. ۲۶۰(۶): ۱۰۷-۱۱۳.

۱۴- Smita. S. Ashok. K.۲۰۰۶, Biological phosphate removal by model based continuous cultivation of acinetobacter calcoaceticus. J. of Process Biochemistry, ۴۱(۳): ۶۲۴-۶۳۰.
۱۵- Takdastan. A. Azimi. A. Salari. J. ۲۰۱۱, Removal of turbidity, COD, detergent and phosphate from carwash wastewater by electro coagulation. J. of Water and Wastewater. (۷۹): ۱۹-۲۵.
۱۶-Tsz-Him. S. Anthony. M. Vinci. Gordon. M. ۲۰۰۹, Kinetics of zinc ions removal from effluents using ion exchange resin. J. of Chemical Engineering, ۱۴۶(۷): ۶۳-۷۰.

Abstract

Phosphate discharge to surface can lead to overgrowth of Algae and eutrification of water. Thus, the removal of the Phosphate in order to prevent eutrification from surface water resources is very important. The purpose of this study was to evaluate the efficiency of silicon oxide nano particles for phosphate removal of water with the phosphate isotherm model study. For the better evaluation of sorption, the effect of papameteres such as the time, temperature, pH, concentration was investigated. According to tests, it was found that the initial concentrations of phosphate (۲۰۰ mg) increased the rate of removal. Freundlich isotherm showed the most consistent with the data ($R^۲$ = ۰.۹۵۷۹). According to the results, at optimum conditions, ۴۰.۱ mg/ g of phosphorus removal capacity was indicated. Therefore, Nano-particle silicon oxide (SiO۲) can be used as an efficient adsorbent for removal of phosphate.

ارزیابی برخی عصاره‌گیرهای شیمیایی به منظور تعیین روی قابل استفاده‌ی پسته در خاک‌های آهکی رفسنجان

سیما بابائی بافقی [۱]، احمد تاج آبادی پور [۲]، عیسی اسفندیارپور بروجنی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده
بخش وسیعی از خاک‌های دنیا از جمله ایران، جز خاک‌های آهکی می‌باشند که به دلیل pH بالا و تثبیت بسیاری از عناصر غذایی کم مصرف از جمله روی، کمبود این عناصر در آن‌ها مشاهده می‌شود. مقدار روی کل خاک اطلاعات زیادی درباره‌ی مقدار قابل استفاده آن توسط گیاهان نمی‌دهد، بنابراین قابلیت استفاده روی در ۲۸ خاک آهکی با دامنه وسیعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی با عصاره‌گیرهای DTPA-NaOAc ، EDTA، DTPA-NH_4HCO_3، EDTA-NH_4OAc ، DTPA-$CaCl_2$ و Mehlich$_3$ بر روی نهال‌های پسته به‌عنوان گیاه آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عصاره‌گیر Mehlich$_3$ بیشترین و عصاره‌گیرهای DTPA-NH_4HCO_3, DTPA-CaCl کمترین مقدار روی را عصاره‌گیری نمودند. هم‌چنین مقدار روی استخراج‌شده به وسیله Mehlich$_3$ همبستگی معنی‌داری با جذب روی در نهال‌های پسته داشت، بنابراین عصاره‌گیر Mehlich$_3$ می‌تواند برای ارزیابی روی قابل استفاده پسته در خاک‌های آهکی مورد استفاده قرار بگیرد.

واژه های کلیدی: پسته، خاک‌های آهکی، روی، عصاره‌گیرهای شیمیایی

مقدمه
روی یک عنصر کم مصرف ضروری برای انسان‌ها، جانوران، و گیاهان است که در غلظت‌های مختلفی در خاک‌ها و گیاهان وجود دارد و برای رشد بهینه ومحصول‌دهی گیاهان مورد نیاز می‌باشد (Alloway, ۲۰۰۸). شیوع کمبود عناصر کم مصرف مانند روی در درختان میوه در سال های اخیر به دلیل استفاده کم از مواد آلی، pH قلیایی، وجود آهک، مصرف بالای کود های فسفره و فرسایش سطحی گزارش شده است (Ceylan *et al*, ۲۰۰۹). مساحت زیادی از زمین‌های کشاورزی شهرستان رفسنجان، زیر کشت پسته قرار دارد و با توجه به این‌که پسته یکی از محصولات استراتژیک کشور محسوب می‌شود، توجه به کمبودها و نیازهای این گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین لازم است وضعیت فراهمی عنصر روی مورد بررسی قرار گیرد تا در صورت نیاز برای رفع این کمبود و تأمین نیاز تغذیه ای گیاه اقدامات لازم انجام گیرد.

آزمون‌های شیمیایی خاک، سریع‌ترین و در درازمدت ارزان‌ترین روش تعیین فراهمی عناصر در خاک‌ها هستند. یکی از مراحل آزمون خاک تعیین عصاره‌گیر مناسب برای استخراج عنصر غذایی از خاک می‌باشد که میزان عنصر غذایی را در خاک تعیین می‌کند. عصاره‌گیرها در واقع موادی هستند که می‌توانند عنصر غذایی را به صورت محلول از خاک خارج کنند و امکان اندازه‌گیری آن‌ها را فراهم سازند (ملکوتی و طهرانی،۱۳۸۷).

یک عصاره‌گیر را در همه خاک‌ها نمی‌توان به‌عنوان عصاره‌گیر مناسب معرفی کرد. به عبارتی عصاره‌گیرهای شیمیایی توانایی متفاوتی در تشخیص سمیت و کمبود عناصر کم مصرف دارند. در واقع عصاره‌گیر مناسب محلولی است که بالاترین ضریب همبستگی را با مقدار عنصر جذب شده توسط گیاه نشان دهد (Corey,۱۹۸۷). از آنجایی‌که میزان فراهمی عناصر در خاک به عواملی نظیر خصوصیات خاک، نوع عنصر و ویژگی‌های گیاه بستگی دارد (Kabata Pendias and Pendias, ۲۰۰۱) ممکن است اطلاعات بدست آمده در مورد همبستگی یک عصاره گیر با عکس العمل گیاه در شرایط دیگر خاک و گیاه معتبر نباشد (Li and Zhang; ۲۰۰۱). بنابراین تحقیق حاضر به منظور مقایسه شش عصاره گیر برای ارزیابی روی قابل جذب نهال پسته در مطالعه گلخانه ای بر روی تعدادی از خاک‌های رفسنجان جهت تعیین بهترین عصاره گیر می‌باشد.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان انجام شد. از مناطق مختلف پسته‌کاری شهرستان رفسنجان ۱۰۰ نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری گردید و در نهایت ۲۸ نمونه خاك که دارای دامنه‌ی وسیعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بود برای آزمایش گلخانه‌ای انتخاب شد. پس از جوانه زدن، تعداد ۸ بذر (رقم بادامی ریز زرند) در هر گلدان در عمق ۳ سانتی‌متری کشت و گلدان‌ها با آب مقطر آبیاری و رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی رسانده شد. شش هفته پس از کشت، تعداد نهال‌ها در هر گلدان به پنج بوته کاهش یافت. در پایان دوره‌ی رشد نهال‌ها از محل طوقه قطع شدند و با آب معمولی و آب مقطر شسته و جهت ثابت شدن وزن در دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرارداده

شدند. سپس نمونههای گیاهی آسیاب شده و پس از خاکستر شدن، با استفاده از اسید کلریدریك دو نرمال به‌صورت محلول درآمدند و در عصاره به‌دست آمده غلظت روی به وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. از نمونه‌های خاک ریشه‌ها جدا شدند و بعد از الک نمودن غلظت روی در آن‌ها توسط عصاره گیرهای ذکر شده در جدول ۱ اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از تجزیه گیاه و خاک توسط نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل آماری گردید.

جدول ۱: عصاره‌گیرهای شیمیایی مورد استفاده برای استخراج روی قابل استفاده خاک

Extractant	Extractant Composition	Soil extraction Ratio	Shaking time (min)
DTPA-$CaCl_2$	۰.۰۰۵M DTPA, ۰.۱M $CaCl_2$, ۰.۱M TEA (pH=۷.۳)	۱:۲	۱۲۰
EDTA-NH_4OAc	۰.۰۱N EDTA, ۱N NH_4OAc	۱:۱۰	۶۰
DTPA-NH_4HCO_3	۰.۰۰۵M DTPA, ۱M NH_4HCO_3 (pH=۷.۶)	۱:۲	۱۵
EDTA	۰.۰۵M EDTA (pH=۷)	۱:۵	۱۵
$Mehlich_3$	۰.۰۱۵M NH_4F, ۰.۲M CH_3COOH ۰.۲۵M NH_4NO_3, ۰.۰۱۳M HNO_3, ۰.۰۰۱M EDTA	۳:۲۵	۵
DTPA-NaOAc	۰.۰۰۱M DTPA, ۰.۰۷۳M NaOAc, ۰.۵۲M CH_3COO (pH=۴.۸)	۱:۶	۵

نتایج و بحث

میانگین مقادیر روی عصاره‌گیری شده از خاک‌ها توسط عصاره‌گیرهای مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. عصاره‌گیرهای به کار برده شده، مقادیر متفاوت روی را از خاک خارج کرده‌اند نتایج نشان داد که توانایی عصاره گیرهای مورد مطالعه در استخراج روی از خاك به ترتیب زیر کاهش می یابد:

$Mehlich_3$ > DTPANaOAc > EDTA> $EDTANH_4OAc$ > DTPA-$CaCl_2$=$DTPANH_4HCO_3$

با توجه به اطلاعات به دست آمده، در بین عصاره‌گیر های مورد استفاده $Mehlich_3$ بیشترین و DTPA-$CaCl_2$ و $DTPANH_4HCO_3$ کمترین مقدار روی را به ترتیب با میانگین های ۹۶/۵ و ۵۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک عصاره‌گیری نمودند. مفتون و همکاران (۲۰۰۳) نیز نتایج مشابهی را در مورد توانایی استخراج عنصر روی توسط چندین عصاره‌گیر مختلف به‌دست آوردند.

جدول ۲: میانگین مقادیر روی استخراج شده (میلی‌گرم در کیلوگرم) توسط عصاره‌گیرهای مختلف

عصاره‌گیر	$DTPACaCl_2$	$EDTANH_4OAc$	$DTPANH_4HCO_3$	EDTA	$Mehlich_3$	DTPANaOAc
میانگین	۵۰/۱	۶۹/۱	۵۰/۱	۷۰/۲	۹۶/۵	۷۶/۲

همبستگی روی قابل استخراج با عصاره‌گیرها و پاسخ‌های گیاهی و انتخاب عصاره‌گیر مناسب

با توجه به جدول ۳، نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان داد که بین غلظت روی اندام هوایی و شش عصاره‌گیر مورد استفاده همبستگی مثبت و معنی‌داری با ضریب اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد. هم‌چنین غلظت روی ساقه با عصاره‌گیر $DTPA-NH_4HCO_3$ (r=۰/۴۰۷) همبستگی مثبت ومعنی داری با ضریب اطمینان ۹۵ درصد نشان داد. فلاتاح و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که عملکرد ماده خشک، غلظت و جذب عنصر روی همبستگی معنی‌داری با عنصر روی استخراج شده توسط عصاره‌گیر های EDTA، و DTPA داشت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که جذب روی ساقه نهال‌های پسته با تمامی عصاره‌گیر ها به جز EDTA همبستگی مثبت و معنی‌داری با ضریب اطمینان ۹۵ درصد داشت. عصاره‌گیر $DTPA-NH_4HCO_3$ بالاترین همبستگی (r=۰/۶۳۴) را با غلظت روی در گیاه پسته نشان داد، در حالی که DTPA-$CaCl_2$ (r=۰/۴۶۲)، $Mehlich_3$ (r=۰/۴۶۴) و EDTA-NH_4OAc (r=۰/۴۱۳) برای

پیش‌بینی مقدار روی جذب شده توسط گیاه با ضریب اطمینان ۹۵ درصد بیشترین کارایی را دارا بودند.. در پژوهش مشابهی که بر روی ذرت انجام گرفته است بالاترین ضریب همبستگی بین مقدار روی عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیر $Mehlich_3$ و مقدار روی جذب شده توسط این گیاه به‌دست آمده است (Takrattanasaran, ۲۰۱۰).

جدول ۳: ضرایب همبستگی بین روی استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف و پاسخ‌های گیاهی

پارامترهای گیاهی	$DTPA-CaCl_2$	$EDTA-NH_4OAC$	$DTPA-NH_4HCO_3$	EDTA	$Mehlich_3$	DTPA-NaOAC
غلظت روی برگ(mg/kg)	۵۲۰/۰**	۴۸۸/۰**	۶۳۴/۰**	۵۰۵/۰**	۵۲۵/۰**	۴۷۹/۰**
غلظت روی ساقه (mg/kg)	ns۳۳۶/۰	۳۳۶/۰ns	۴۰۷/۰*	۳۵۰/۰ns	۳۲۸/۰ns	۳۶۴/۰ns
غلظت روی اندام هوایی (mg/kg)	۵۰۲/۰**	۴۸۶/۰**	۶۱۰/۰**	۵۰۴/۰**	۴۹۹/۰**	۵۰۱/۰**
جذب روی برگ(mg/pot)	ns۳۱۳/۰	۲۱۱/۰ns	۳۴۳/۰ns	۱۸۵/۰ns	۳۱۹/۰ns	۲۰۵/۰ns
جذب روی ساقه (mg/pot)	۴۶۲/۰*	۴۱۳/۰*	۳۹۵/۰*	ns۳۴۴/۰	۴۶۴/۰*	۳۷۵/۰*
جذب روی اندام هوایی (mg/pot)	۴۲۰/۰*	۳۳۸/۰ns	۴۰۴/۰*	۲۸۷/۰ ns	۴۲۵/۰*	۳۱۹/۰ns

ns: از لحاظ آماری معنی‌دار نیست .و ** در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار می‌باشد *

با توجه به جدول ۴ بین تمامی روش های عصاره‌گیری همبستگی‌معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد. با توجه به این‌که عصاره‌گیرهای بکار رفته کلات کننده هستند این همبستگی چندان دور از انتظار نیست و نشان می‌دهد که این عصاره‌گیرها روی را از مخزن مشابهی استخراج کردند (Cancela, ۲۰۰۲). بالاترین همبستگی بین دو محلول $Mehlich_3$ و DTPA-$CaCl_2$ (r=۰/۹۹) و کمترین همبستگی بین EDTA و $Mehlich_3$ (r=۰/۸۸۵) با ضریب اطمینان ۹۹ درصد مشاهده گردید.

جدول ۴: ضرایب همبستگی بین عصاره‌گیرهای مختلف

	$DTPACaCl_2$	EDTANH۴OAc	$DTPANH_4HCO_3$	EDTA	$Mehlich_3$	DTPANaOAc
$DTPACaCl_2$	۱					
EDTANH۴OAc	۹۳۶/۰**	۱				
$DTPANH_4HCO_3$	۹۲۹/۰**	۹۶۰/۰**	۱			
EDTA	۸۹۹/۰**	۹۵۴/۰**	۹۳۰/۰**	۱		
$Mehlich_3$	۹۹۹/۰**	۹۳۱/۰**	۹۲۴/۰**	۸۸۵/۰**	۱	
DTPANaOAc	۹۰۷/۰**	۹۵۸/۰**	۹۳۰/۰**	۹۷۵/۰**	۸۹۵/۰**	۱

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج به‌دست آمده عصاره‌گیر $Mehlich_3$ می‌تواند روی قابل استفاده پسته را در خاک‌های آهکی رفسنجان برآورد کند و پس از آن عصاره‌گیرهای $EDTA-NH_4OAc$ و $DTPA-CaCl_2$ به دلیل داشتن بالاترین ضرایب همبستگی با عصاره‌گیر $Mehlich_3$ در تحقیق حاضر به عنوان بهترین عصاره‌گیر معرفی می‌شوند.

منابع

ملکوتی، م. ج. و طهرانی، م. م. ۱۳۸۷. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تاثیر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

Alloway B.J. ۲۰۰۸. Zinc in soils and crop nutrition. The second edition, published by IZA and IFA Brussels, Belgium and Paris, France

Cancela R.C., Abreu C.A. and. Paz-Gonzalez A. ۲۰۰۲. DTPA and $Mehlich_3$ micronutrient extractibility in natural Soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis. ۳۳:۲۸۷۹-۲۸۹۳.

Ceylan S., Soya H., Budak B., Akdemir H. and Colak Esetlili B. ۲۰۰۹. Effect of zinc on yield and some related traits of alfalfa. Turkish. Journal of Field Crops, ۱۴: ۱۳۶-۱۴۳.

Corey R.B. ۱۹۸۷. Soil testing procedures: correlation. Soil testing: sampling, correlation, calibration, and interpertion. Soil Science Society of America Journal, Madison, WI. ۱۵-۲۲.

Falatah A.M., Modaihsh A. S., Al-Mustafa W.A. and Mahjoub M.O. ۱۹۹۸. Evaluation of some chemical extractants for testing Zn availability to barely grown on calcareous soil. Journal. of Agriculture Science, ۱۰:۸۵-۹۷.

Kabata Pendias A. and Pendias. H. ۲۰۰۱. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press. London.

Li F., Shan X and. Zhang. S. ۲۰۰۱. Evaluation of single extractants for assessing plant availability of rare earth elements in soils. Communication in Soil Science and Plant Analysis, ۳۲: ۲۵۷۷- ۲۵۸۷.

Maftoun M., Haghighatnia N., Karimian N. and Ronaghi A.M. ۲۰۰۳.Evaluation of chemical extractants for predicting low land rice response to zinc in highly calcareous soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۴:۱۲۶۹-۱۲۸۰.

Takrattanasaran N, Chanchareonsook J., Thongpae S. and Sarobol E. ۲۰۱۰. Evaluation of mehlich$_{۳}$ and ammonium bicarbonate-DTPA extractants for prediction of available zinc in calcareous soils in central Thailand. Journal Kasetsart, ۴۴: ۸۲۴-۸۲۹.

Abstract

Vast parts of the world soils including Iran are calcareous in which due to high pH and fixation of many micronutrients including Zinc, the deficiency of these nutrients are seen. Total zinc content in soils does not give any information about its availability to plants. Therefore, available zinc in ۲۸ calcareous soils with a wide range of Physical and chemical properties was evaluated with DTPA-$CaCl_{۲}$, EDTA-$NH_{۴}OAc$, DTPA-NaOAc, DTPA-$NH_{۴}HCO_{۳}$ and EDTA and Mehlich$_{۳}$ on pistachio seedling as a test plant. The results showed that the Mehlich۳ was extracted, the highest and DTPA-NH۴HCO and DTPA-CaCl۲ the lowest amount of zinc. Also The extracted Zinc by Mehlich۳ had a high significant correlation with zinc uptake by pistachio seedlings. Therefore, Mehlich$_{۳}$ extractant can be used for evaluate of available zinc for Pistachio in calcareous soils

شکلهای مختلف فسفر در برخی خاک‌های آهکی استان چهارمحال و بختیاری و رابطه آنها با ویژگی‌های خاک

مرتضی شیرمحمدی [۱] ، علیرضا حسین پور [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده
به منظور شناخت شکل‌های مختلف فسفر و بررسی رابطه آن‌ها با یکدیگر و ویژگی‌های خاک، ۱۰ نمونه از خاک‌های آهکی استان انتخاب و فسفر کل، آلی، قابل استفاده و شکل‌های معدنی فسفر در آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد میانگین فسفر کل در این خاکها ۹۵۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و فسفر آلی ۸/۱۷ درصد از آن را تشکیل داد. اجزای معدنی فسفر شامل دی کلسیم فسفات، اکتا کلسیم فسفات، فسفر پیوند شده با آلومینیوم، فسفر پیوند شده با آهن، فسفر محبوس و آپاتیت هر کدام به ترتیب ۳، ۴/۱۰، ۵/۷، ۷۴/۱۱، ۴/۱ و ۶/۴۰ درصد از فسفر کل را تشکیل دادند. نتایج مطالعات همبستگی بین اجزای مختلف فسفر نشان داد که دی کلسیم فسفات، اکتاکلسیم فسفات، فسفر پیوند شده با آهن و فسفر آلی همبستگی معنی‌داری با فسفر عصاره‌گیری شده به روش اولسن داشتند و بیانگر این است که فسفر عصاره‌گیری شده به روش اولسن احتمالاً از این اجزاء آزاد می‌شود.

واژه های کلیدی: شکلهای فسفر، خاکهای آهکی، عصاره گیری متوالی.

مقدمه
شیمی فسفر در خاك‌ها بسیار پیچیده است، چرا که فسفر معدنی می‌تواند با عناصری مانند کلسیم، آهن و آلومنیوم واکنش داده و به فسفات‌های با قابلیت انفصال مجدد تبدیل گردد (محمود سلطانی و صمدی، ۱۳۸۲). آن مقدار فسفاتی را، که طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از افزودن کود جذب می‌شود، فسفات قابل‌دسترس و بقیه را که در مدت زمانی بسیار طولانی به حالت تعادل می‌رسد، فسفر غیر قابل‌دسترس می‌نامند (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳). غیر قابل استفاده شدن فسفر در خاک شامل دو فرآیند جذب سطحی و رسوب است و معمولاً اعتقاد بر این است که در غلظت‌های بالای فسفر، رسوب و در غلظت‌های پایین‌تر جذب سطحی انجام می‌گیرد (محمود سلطانی و صمدی، ۱۳۸۲).
در خاک‌های آهکی، دینامیک فسفر عمدتاً توسط اکسیدهای آهن و کربنات کلسیم کنترل می‌شود (رئیسی و حسین‌پور ، ۱۳۹۲). فعالیت فسفر در محلول خاک‌های آهکی، عمدتاً تحت تأثیر سه عامل قرار دارد: الف- فعالیت یون کلسیم ب- مقدار و اندازه ذرات کربنات کلسیم در خاک ج- مقدار رس، بنابراین فعالیت فسفر در خاک‌هایی که در آن‌ها فعالیت کلسیم، رس‌های اشباع شده از آن و نیز ذرات ریز کربنات کلسیم فراوان باشد، محدود است (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳). با توجه به فعالیت یون کلسیم در خاک‌های آهکی، ترکیبات متفاوتی از فسفر و کلسیم در آنها وجود دارد که نقش عمده‌ای را در حاصلخیزی خاک ایفا می‌کنند (دهقان و همکاران، ۱۳۸۶).
توزیع فسفر در خاك به صورت شکل‌های مختلف ژئوشیمیایی شامل محلول و تبادلی خاك، ماده آلی، پیوندیافته با کلسیم و پیوندیافته با آهن و آلومینیوم صورت می‌گیرد (هدلی و همکاران، ۱۹۸۲). روش‌های زیادی برای تعیین شکل‌های مختلف فسفر ارائه شده است، که یکی از مهمترین آن‌ها عصاره‌گیری متوالی توسط محلول‌های شیمیایی می‌باشد. عصاره گیری جزء به جزء یک روش مناسب در ارزیابی وضعیت فسفر خاک و پتانسیل خاک در فراهمی فسفر برای گیاه است. روش‌های متعددی برای جزءبندی فسفر در خاک ابداع شده است. در خاک‌های آهکی روش جیانگ و گو (۱۹۸۹) نسبت به سایر روش‌ها که ترکیبات شیمیایی فسفر و کلسیم در خاک را تحت یک گروه شیمیایی فسفات‌های کلسیمی (Ca-p) خلاصه می‌کنند برتری دارد. این روش فسفر را به شکل‌های دی کلسیم فسفات(Ca_2-P) ، اکتا کلسیم فسفات (Ca_8P)، فسفات‌های آلومینیوم (Al-P)، فسفات‌های آهن (Fe-P)، فسفات‌های محبوس (O-P) و آپاتایت (Ca_{10}-P) جدا می‌کند. با تعیین شکل‌های معدنی فسفر خاك و بررسی ارتباط آنها با یکدیگر و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاك‌های آهکی می‌توان اطلاعات مفیدی برای ارزیابی وضعیت فسفر و حاصلخیزی خاك بدست آورد(مستشاری و همکاران، ۱۳۸۸).
با توجه به مطالب فوق این پژوهش با هدف بررسی ، رابطه شکل‌های مختلف فسفر با ویژگی‌های خاک و اثر شکل‌های مختلف فسفر بر فسفر قابل استفاده انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، ۲۳ نمونه خاک از خاک‌های آهکی تحت کشت در استان از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری

اجزای مختلف فسفر	کربنات کلسیم	رس	کربن الی	هدایت الکتریکی	پهاش	گنجایش تبادل کاتیونی
دی کلسیم فسفات	۵۷/۰ns	۵/۰-ns	۸۴/۰**	۹۴/۰**	۳۵/۰-ns	۶۳/۰ns
اکتا کلسیم فسفات	۵۶/۰ns	۵/۰-ns	۷۴/۰**	۸۷/۰**	۱۲/۰-ns	۵۸/۰ns
فسفر پیوند شده با آلومینیوم	۳۲/۰ns	۴۴/۰ns	۰۴/۰ns	۰۲/۰ns	۱۲/۰-ns	۶۹/۰*
فسفر پیوند شده با آهن	۲۲/۰ ns	۰۵/۰ns	۴۱/۰ns	۳۸/۰ns	۴۶/۰-ns	۷۴/۰*
فسفر حبس شده درون اکسیدهای آهن	۰۲/۰-ns	۷/۰*	۰۷/۰-ns	۲۸/۰-ns	۱۹/۰-ns	۲۲/۰ns
آپاتایت	۱۶/۰- ns	۸۱/۰-**	۰۲/۰ns	۱۳/۰ns	۳۳/۰ns	۶۵/۰-*
فسفر آلی	۵۷/۰ns	۴۱/۰-ns	۸۹/۰**	۷۶/۰**	۱/۰ns	۴/۰ns
فسفر کل	۰۲/۰-ns	۷۲/۰-*	۷۵/۰*	۸/۰**	۰۲/۰ns	۳۲/۰ns
فسفر قابل استفاده	۶۴/۰*	۲۷/۰-ns	۷۳/۰**	۷۸/۰**	۳۲/۰-ns	۷۹/۰**

شد. پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، ۱۰ نمونه خاک بر اساس مقادیر درصد رس، کربنات کلسیم معادل و غلظت فسفر عصاره‌گیری شده با روش اولسن، انتخاب شد. سپس، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها از جمله؛ pH ، قابلیت هدایت الکتریکی ، کربنات کلسیم معادل ، درصد کربن آلی خاک ، گنجاش تبادل کاتیونی و بافت خاک با روش‌های معمول اندازه‌گیری شد. جهت جداسازی اجزای فسفر معدنی در خاک ، به دلیل آهکی بودن خاک‌های مورد مطالعه از روش جیانگ و گو (۱۹۸۹) استفاده و فسفر به اجزاء دی کلسیم فسفات(Ca_2-P) ، اکتا کلسیم فسفات (Ca_8P)، فسفات‌های آلومینیوم (Al-P)، فسفات‌های آهن (Fe-P)، فسفات‌های محبوس (O-P) و آپاتایت (Ca_{10}-P) تفکیک شد. فسفر کل به روش هضم توسط اسید پرکلریدریک (اولسن و سامرز،۱۹۸۲)، فسفر آلی به روش کوئو (۱۹۹۶) و فسفر قابل دسترس خاک‌ها با روش اولسن (اولسن و سامرز، ۱۹۸۲) عصاره‌گیری شده و فسفر موجود در عصاره‌ها به روش رنگ سنجی اندازه‌گیری شد (مورفی و رایلی، ۱۹۶۲).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه نشان داد که واکنش خاک‌ها در دامنه ۹/۷ تا ۲/۸، درصد رس در دامنه ۱۵ تا ۵۴، قابلیت هدایت الکتریکی در دامنه ۳/۰ تا ۲۲/۱ دسی زیمنس بر متر ، درصد کربنات کلسیم معادل ۱۰ تا ۴۰، ، درصد کربن آلی در دامنه ۲۶/۰ تا ۸/۱ و CEC در دامنه ۱۰ تا ۲۸ سانتی مول بار در کیلوگرم بود. میانگین دی کلسیم فسفات، اکتا کلسیم فسفات و آپاتایت به ترتیب ۲۹، ۹۹.۲ و ۳/۳۸۶ میلی گرم در کیلوگرم بود و هر یک ۳، ۴/۱۰ و ۶/۴۰ درصد از فسفر کل را تشکیل می‌دهند. میانگین فسفر پیوند شده با آلومینیوم، فسفر پیوند شده با آهن و فسفر حبس شده درون اکسید آهن به ترتیب ۹/۷۱ ، ۷/۱۱۱ و ۶۴/۱۳ میلي‌گرم در کیلوگرم بود که هر يك ۵/۷، ۷۴/۱۱ و ۴/۱ درصد از فسفر کل را تشکیل مي‌دهند. میانگین فسفر آلی ۵۳/۱۶۹ میلي‌گرم در کیلوگرم بود که ۸/۱۷ درصد از فسفر کل را تشکیل مي‌دهد. میانگین فسفر کل نیز ۹۵۱ میلي‌گرم در کیلوگرم بود. به طور کلی نسبت فراوانی اجزای مختلف فسفر در این خاکها به صورت زیر بود: آپاتایت > فسفر آلی > فسفر پیوند شده با آهن > اکتا کلسیم فسفات > فسفر پیوند شده با آلومینیوم > دی کلسیم فسفات > فسفر حبس شده درون اکسیدهای آهن.

ضرایب همبستگی بین اجزای مختلف فسفر با ویژگیهای خاک در جدول ۱ و ضرایب همبستگی بین شکلهای مختلف فسفر در جدول ۲ آورده شده است.

جدول۱ ضرایب همبستگی بین اجزای مختلف فسفر با ویژگیهای خاک

در سطح احتمال (پنج درصد) معنی دار نیست :ns معنی دار در سطح احتمال (یک درصد) *: معنی دار در سطح احتمال (پنج درصد) :**

	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
شکل‌های مختلف فسفر								
۱- دی کلسیم فسفات	۹۱/۰**	۰۲/۰ns	۵۵/۰ns	۲۲/۰ ns	۲۸/۰-ns	۷۹/۰**	۸۴/۰**	۹۳/۰**
۲- اکتا کلسیم فسفات	+	۰۷/۰ns	۴۸/۰ns	۳۷/۰ns	۴۵/۰-ns	۷۸/۰**	۹۳/۰**	۹/۰**
۳- آپاتایت		+	۵/۰-ns	۶۴/۰-*	۶۶/۰-*	۰۲/۰ns	۴/۰ns	۱۹/۰-ns
۴- فسفر پیوند شده با آهن			+	۵۸/۰ns	۱/۰ns	۳۲/۰ns	۲۸/۰ns	۷۴/۰*
۵- فسفر پیوند شده با آلومینیوم				+	۰۷/۰-ns	۰۷/۰ns	۱۵/۰ns	۴۸/۰ns
۶- فسفر حبس شده درون اکسیدهای آهن					+	۰۲/۰-ns	۶۵/۰-*	۱۹/۰-ns
۷- فسفر آلی						+	۷۱/۰*	۷۳/۰*
۸- فسفر کل							+	۷۶/۰**
۹- فسفر قابل استفاده								+

جدول ۲ ضرایب همبستگی بین شکلهای مختلف فسفر

**: معنی دار در سطح احتمال (یک درصد) *: معنی دار در سطح احتمال (پنج درصد) ns: در سطح احتمال (پنج درصد) معنی دار نیست

نتایج نشان داد که دی کلسیم فسفات، اکتا کلسیم فسفات، فسفر آلی و فسفر کل همبستگی معنی داری با هدایت الکتریکی و کربن آلی خاک دارند. همبستگی مثبت و بالا بین فسفر آلی و کربن آلی خاک حاکی از این است که مواد آلی می‌توانند منبع مهمی از فسفر آلی در این خاک‌ها باشد. فسفر پیوند شده با آلومینیوم و فسفر پیوند شده با آهن همبستگی معنی دار و مثبتی با گنجایش تبادل کاتیونی خاک دارند. فسفر حبس شده درون اکسیدهای آهن تنها با درصد رس همبستگی مثبت و معنی دار دارد. در حالی که آپاتایت با درصد رس و گنجایش تبادل کاتیونی همبستگی منفی و معنی دار دارد. فسفر قابل استفاده بیشترین همبستگی را بترتیب با گنجایش تبادل کاتیونی، هدایت الکتریکی، کربن آلی و کربنات کلسیم دارد. مطالعات همبستگی بین اجزای مختلف فسفر با فسفر قابل استفاده نشان داد که دی‌کلسیم فسفات، اکتاکلسیم فسفات، فسفر پیوند شده با آهن و فسفر آلی همبستگی معنی داری با فسفر قابل استفاده دارند و بیانگر این است که فسفر عصاره‌گیری شده به روش اولسن احتمالاً از این اجزاء آزاد می‌شود. همبستگی معنی‌دار بین شکل‌های مختلف فسفر بیانگر رابطه‌ی پویا بین آن‌ها در خاک می‌باشد. در کل با مشخص شدن همبستگی بین ویژگی‌های خاک و شکل‌های فسفر با فسفر قابل استفاده گیاه می‌توان در مدیریت توصیه کودی برنامه ریزی دقیق‌تری انجام داد.

منابع

دهقان ر. شریعتمداری ح. و خادمی ح. ۱۳۸۶. شکل‌های فسفر در چهار ردیف ارضی از مناطق اصفهان و شهرکرد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۱ (شماره ۴۲)، صفحات ۴۷۲ -۴۶۳.

رئیسی ط. و حسین پور ع. ۱۳۹۲. اثرهای ریزوسفری گندم بر قابلیت استفاده فسفر و برخی از ویژگی‌های بیولوژیک در خاک‌های آهکی دشت شهرکرد. مجله علوم و فنون کشت های گلخانه ای. سال چهارم. (شماره شانزدهم). صفحات ۶۵-۵۱.

مستشاری م. معزاردلان م. کریمیان ن. رضایی ح. و میرحسینی ح. ۱۳۸۸. توزیع شکل‌های معدنی فسفر و ارتباط آن با ویژگی‌های خاك در برخی از خاك‌های آهکی استان قزوین. مجله علوم خاك و آب. جلد ۲۳ (شماره ۲۱)، صفحات ۲۲- ۱۱.

محمود سلطانی ش. و صمدی ع. ۱۳۸۲. شکل‌های مختلف فسفر در برخی خاك‌های آهکی استان فارس و رابطه آن‌ها با ویژگی‌های فیزیکوشیمیائی خاك. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال هفتم.(شماره سوم). صفحات ۱۲۷ -۱۱۹.

ملکوتی م. و همایی م.ج. ۱۳۷۳. حاصل‌خیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک: مشکلات و راه‌حل‌ها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

Hedly M.J. Stewart W.B. and Chauhan B.S. ۱۹۸۲. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. Soil Science Society of America Journal ۴۶:۹۷۰-۹۷۶.

Jiang B. and Gu Y. ۱۹۸۹. A suggested fractionation scheme for inorganic phosphorus in calcareous soil. Fertilizer Research ۲۰:۱۵۰-۱۶۵.

Kou S. ۱۹۹۶. Total organic phosphorus. *In*: D. L. Sparks. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳. Chemical Methods. SSSA. Madison, WI, PP:۸۶۹-۹۱۹

Murphy I.C.R. and Riley J. P. ۱۹۶۲. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta ۲۷:۳۱-۱۴۳.

Olsen, S.R. and Sommers L.E. ۱۹۸۲. Phosphorus. *In*: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part۱, Chemical and Biological Properties, SSSA, Madison, Wisconsin, USA, PP. ۴۰۱۳-۴۳۰

Abstract

The objective of the present research was to determine of total P, organic P, inorganic P fractions, available P and correlation study between different P fraction and soil properties in۱۰ calcareous soils. The results showed that total P average were ۹۵۱ mg $kg^{-۱}$ soil and organic phosphorus were observed ۱۷.۸% of total phosphorus.The ($Ca_{۲}$-P), ($Ca_{۸}$P), (Al-P), (Fe-P), (O-P) and ($Ca_{۱۰}$-P) were comprised ۳, ۱۰.۴, ۷.۵, ۱۱.۷۴, ۱.۴ and ۴۰.۶% of total phosphorus, respectively. The correlation study between different P fraction showed that ($Ca_{۲}$-P), ($Ca_{۸}$P), (Fe-P) and organic P were significantly correlated with Olsen-P. This suggested that probably Olsen procedure essentially removed some P from this fraction.

بررسی اثر تاریخ کاشت و اعمال کود شیمیایی بر برخی صفات رشدی گیاه عدس در شرایط دیم

صمد عبدی [۱]، مریم بیرانوند [۲]، محمد فیضیان [۳]
۱- دانشجوی دکتری علوم خاک گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر(عج) رفسنجان، ۲-کارشناس ارشدسابق گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد، ۳- استادیارگروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه خرم آباد

چکیده
مطالعات مربوط به اثر توام مصرف کودهای معدنی و تاریخ کشت بر عملکرد گیاه عدس در شرایط دیم محدود است لذا یک تحقیق مزرعه ای با هدف بررسی این موضوع انجام گردید. برای این کاراثرات دو عامل کود شیمیایی و فصل کاشت به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک های تصادفی در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. فاکتورهای مورد مطالعه شامل الف) اعمال کودشیمیایی فسفات آمونیم در دو سطح صفر(شاهد) و ۲۴ کیلو گرم در هکتار براساس آزمون خاک و ب) فصل کاشت شامل کاشت پاییزه و بهاره بود. نتایج نشان داد که فصل کاشت اثر معنی داری بر ارتفاع بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گیاه عدس دارد و بیشترین مقدار برای این صفات در کشت پاییزه بدست آمد. درشرایط آزمایش کود دهی اثر معنی داری بر صفات مذکور نداشت.
کلمات کلیدی: فسفات آمونیم، بهاره، پاییزه

مقدمه
عدس گیاهی زراعی از جنس *Lens* (لنز)، گونه *culinaris* (کالیناریس) متعلق به تیره لگومینوزه، زیر خانواده پروانه آسا می باشد (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). تحقیقات نشان داده مصرف عناصر غذایی مانند مولیبدن، سولفور و فسفر برای عملکرد خوب در عدس ضروری است. عدس به رطوبت قابل دسترس و عناصر معدنی خاک برهمکنش متقابل نشان داده است (Summerfield and Lawn., ۱۹۸۷). عملیات زراعی مطلوب مانند تاریخ کاشت، مقدار بذر، فواصل و عمق کاشت مناسب، برداشت به موقع همراه با مدیریت خوب آبیاری، استفاده از کود، کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در به حداکثر رساندن عملکرد آن سهیم هستند (باقری و همکاران، ۱۳۷۶). گیاه عدس نیاز کودی زیادی مانند دیگر محصولات زراعی ندارد و مصرف کود دامی در زراعت عدس چندان مفید نخواهد بود، اما نیاز غذایی عدس بعد از غلات به کودهای معدنی باید تأمین گردد. تحقیقات نشان داده که اگر که تنها به تغذیه از طریق نیتروژن تثبیت شده اکتفا شود، عدس قادر به تولید حداکثر محصول نخواهد بود حتی اگر گره بندی مؤثری توسط تلقیح بذر ها در خاک وجود داشته باشد (یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۸۰). در بعضی منابع (Anwar, ۲۰۰۵) مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار برای زراعت آبی عدس و ۵۰ کیلو گرم در کشت دیم به همراه ۳۰ کیلو گرم اوره در هکتار توصیه شده است. با انتقال تاریخ کاشت عدس از فصل بهار به اواخر زمستان یا پائیز (کشت انتظاری) به گیاه شانس استفاده بیشتری از رطوبت زمستانه همراه با تبخیر - تعرق کمتر داده می شود. دمای پایین دوره رشد رویشی نیز باعث افزایش راندمان مصرف آب، پتانسیل رشد و عملکرد بیشتر می شود. حبوبات پاییزه دارای سبزینه ای بهتر بوده، به طور معمول پوشش و حفاظ خوبی برای خاک ایجاد کرده و از فرسایش آن جلوگیری می کنند (نظامی و باقری، ۱۳۸۴). سینگ و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که کشت زمستانه غلات حدود ۲۵ - ۱۵ و در مورد نخود و عدس حدود ۷۰ - ۴۰ درصد افزایش محصول داشته است. همچنین، ثبات عملکرد گیاهان پاییزه به دلیل استقرار زود و مناسب گیاه در بهار و استفاده بهینه از نزولات جوی و فرار از تنش خشکی و گرمای آخر فصل بیشتر بوده است. عباس نژاد (۱۳۸۵) بیان کرد که کشت پاییزه یا زمستانه نخود بهتر از کشت مرسوم بهاره است و عملکرد محصول را افزایش می دهد. با توجه به اینکه مطالعات مربوط به اثر توام مصرف کودهای معدنی و تغییر تاریخ کشت بر عملکرد گیاه عدس در شرایط دیم محدود است لذا این تحقیق با هدف بررسی این موضوع انجام گردید.

مواد و روش‌ها
محل انجام تحقیق
این آزمایش در سال زراعی ۹۰ - ۱۳۹۱ در شهرستان خرم آباد با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا اجرا گردید و طبق تقسیم بندی اقلیمی این منطقه دارای اقلیم معتدل می باشد.

طرح آزمایشی مورد استفاده و عوامل مورد بررسی
در این تحقیق اثرات دو عامل کودهای شیمیایی و فصل کاشت به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک های تصادفی در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. فاکتورهای مورد مطالعه عبارت بودند از: الف) اعمال کودشیمیاییفسفات آمونیم به منظور تامین نیتروژن و فسفر در دو سطح شامل ۲۴ کیلو گرم در هکتار و شاهد (بدون مصرف کود) براساس آزمون خاک) فصل کاشت شامل کاشت پاییزه و بهاره. ابعاد هر کرت ۴ × ۲۵/۱ متر و فاصله بین ردیفها ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. برای انطباق نتایج با شرایط

زارعین عملیات تهیه زمین مطابق با روش مورد استفاده زارعین منطقه انجام گردید. زمین در پاییز بعد از اولین بارندگی مؤثر شخم برگرداندار زده و سپس دوبار دیسک عمود برهم و تسطیح توسط لولر انجام گرفت. کاشت بذور در فصل پاییز در تاریخ ۴/۹/۱۳۹۰ وفصل بهار در تاریخ ۱۹/۱۲/۱۳۹۰ با دست به این ترتیب انجام گرفت که ابتدا شیاری به عمق ۷ سانتی متر ایجاد و سپس بذور عدس رقم کیمیا به میزان ۲۰۰ دانه در متر مربع کشت گردید. . بذرها قبل از کاشت با سم کاربوکسین تیرام ضدعفونی شدند. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل مطالعه در جدول ۱ آمده است.

جدول۱: برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه

عمق	Fe	Zn	Cu	Mn	P	K	N	Clay	Silt	Sand	CCE	EC	pH
(Cm)	ppm						%					dSm^{-1}	
۰-۳۰	۷/۳	۵/۰	۲۵/۱	۷/۲	۲/۸	۳۴۰	۱۴/۰	۳۸	۵۰	۱۲	۳۴	۵۸/۰	۶۵/۷

کربنات کلسیم معادل :CCE

عملیات برداشت

عملیات برداشت با توجه به رسیدن رقم کیمیا برای کاشت پاییزه در تاریخ ۱/۳/۱۳۹۱و برای کاشت بهاره در تاریخ ۱۹/۳/۱۳۹۱ انجام گردید و همزمان نمونه برداری در هر کرت آزمایشی با استفاده از یک چهارچوب با ابعاد ۲۵/۰ * ۵/۰ به منظور ارزیابی صفات مورد نظر انجام گرفت.

ارتفاع بوته

برای اندازه گیری این صفت در پایان رشد گیاه، ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شده و متوسط ارتفاع آنها بر حسب سانتی متر یادداشت گردید.

وزن صددانه

تعداد ۱۰۰ عدد بذر سالم از بین توده بذرهای هر نمونه به طور تصادفی انتخاب و به وسیله ترازوی دیجیتالی حساس بر حسب گرم وزن آنها محاسبه شد.

عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه

به منظور تعیین عملکرد بیولوژیک(مجموع وزن خشک کاه و دانه برحسب کیلوگرم بر هکتار) و عملکرد دانه، ۳ ردیف وسط هر کرت با احتساب حذف ۵/۰ متر حاشیه از هر کرت برداشت شد. بوته های برداشت شده جهت خشک شدن به مدت چند روز در برابر آفتاب قرار گرفتند و سپس جهت تعیین عملکرد بیولوژیک توزین شدند. تفکیک دانه از کاه و کلش بوسیله پنکه بادی و سپس دانه ها توزین و عملکرد بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

تجزیه و تحلیل داده ها پس از نمونه برداری و اندازه گیری پارامترهای لازم، با استفاده از روشهای آماری و نرم افزارهای SPSS-Excelصورت گرفت. در این تحقیق مقایسه میانگین ها به روش دانکن و در سطح ۰۵/۰ انجام گرفت.

نتایج وبحث

ارتفاع ساقه

نتایج تجزیه واریانس(جدول ۲) نشان داد که فصل کاشت بر ارتفاع ساقه ی اصلی در سطح یک درصد اثر معنی داری را نشان می دهد و بیشترین ارتفاع ساقه ی اصلی از فصل کاشت پاییزه بدست آمد که نسبت به بهاره ۴۱ درصد افزایش نشان داد.گلدانی و رضوانی مقدم (۱۳۸۶) گزارش کردند که در کشت پاییزه نخود به علت پایین بودن دما و رژیم رطوبتی بهتر، گیاهان از رشد رویشی آهسته تر ولی طولانی تری برخوردار بوده و ارتفاع گیاهان در مقایسه با کشت های دیگر افزایش می‌یابد. کوددهی بر این صفت اثر معنی داری را نشان نداد.

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

منبع تغییرات	درجه ازادی	ارتفاع ساقه	وزن صد دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
۱		میانگین مربعات			
تکرار	۳	^{ns}۶۷/۱	^{ns}۰۶۲/۰	۲/۱۰۱۵۲۲*	۸/۴۲۳۶۳*
فصل کشت(S)	۱	۴۰۶/۳۱۲**	^{ns}۰۶۳/۰	۲/۴۱۲۹۹۲۷**	۰/۱۰۰۰۰۰۰**
کوددهی(F)	۱	^{ns}۳۶/۰	^{ns}۵۶۳/۰	^{ns}۸/۲۷۷	^{ns}۱۱/۷۱۱
S*F	۱	^{ns}۰۷۶/۰	^{ns}۵۶۳/۰	۱/۱۱۱۸۵۳*	^{ns}۷/۱۲۳۴۵

خطا	۱۲	۹۱/۱	۱۷۴/۰	۱/۲۰۵۵۲	۷۳۲۴
کل	۱۶				
ضریب تغییرات		۴۷/۲۰	۶/۸	۹۵/۳۷	۹/۴

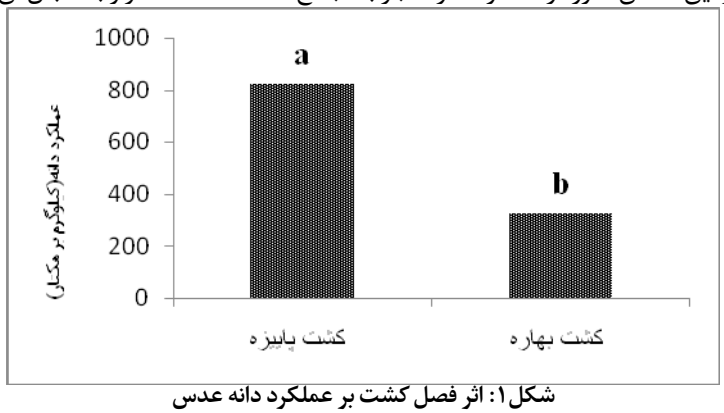
ازلحاظ آماری معنی دار نیست :ns و: به ترتیب معنی دار درسطح پنج و یک درصد***

وزن صد دانه

اثر فصل کاشت بر وزن صد دانه بر حسب گرم اثر معنی داری را نشان نداد. ولی بیشترین وزن صد دانه از فصل کاشت پاییزه (۱۲۵/۵ گرم) بدست آمد که نسبت به کاشت بهاره ۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). کوددهی اثر معنی داری بر این صفت نداشت. وزن صد دانه یک خصوصیت ژنتیکی است و تا حدودی هم تحت تأثیر محیط قرار می گیرد و احتمالاً دلیل عدم معنی دار نبودن وزن صد دانه بخاطر این خصوصیت می باشد.اثر متقابل فصل کاشت و تیمار کود شیمیایی بر وزن صد دانه اثر معنی داری را نشان نداد.

عملکرد دانه

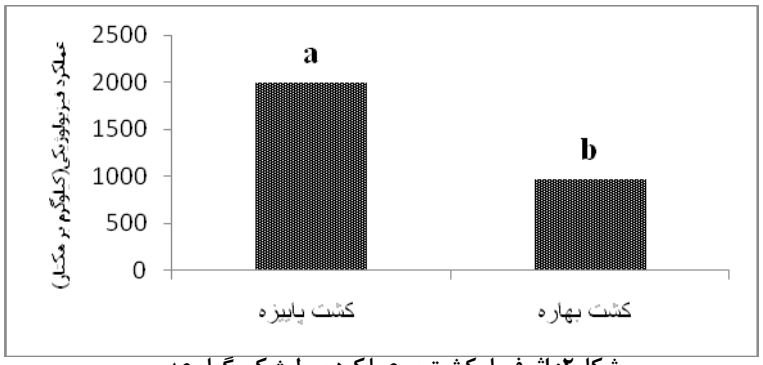
اثر فصل کاشت بر عملکرد دانه در سطح یک درصد اثر معنی داری را نشان داد(جدول ۲) و بیشترین عملکرد دانه از فصل کاشت پاییزه بدست آمد که نسبت به کاشت بهاره ۵۴ درصد افزایش نشان داد(شکل ۱). موسوی (۱۳۸۹) گزارش کرد که عملکرد عدس در کشت پاییزه حدود ۳ و ۴ برابر کشت بهاره می باشد بدلیل اینکه طول دوره زایشی برای کشت پاییزه بیش از ۳ برابر طول دوره زایشی در کشت بهاره می باشد، بر این اساس، دوره رشد کوتاهتر منجر به تجمع ماده خشک کمتر و به دنبال آن نقصان عملکرد می شود.



شکل۱: اثر فصل کشت بر عملکرد دانه عدس

عملکرد بیولوژیک

فصل کاشت بر عملکرد بیولوژیک اثر معنی داری را در سطح یک درصد نشان داد(جدول ۱) و بیشترین عملکرد بیولوژیک از فصل کاشت پاییزه بدست آمد که نسبت به کاشت بهاره ۹۲ درصد افزایش نشان داد(شکل ۲). موسوی و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که در کشت‌های پاییزه نسبت به بهاره به دلیل استفاده بهینه از منابع رشدی و طولانی تر شدن دوره رشد رویشی و زایشی با تشکیل سطح برگ و تاج پوشه گیاهی بزرگتر، حجم مواد فتوسنتزی انتقال یافته به دانه ها افزایش و در نتیجه وزن خشک کل افزایش می یابد. کود شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک در سطح پنج درصد اثر معنی داری را نشان داد.کود شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک اثر معنی داری نشان نداد. همچنین اثر متقابل کود و فصل رشد از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی دار بود.



شکل۲: اثر فصل کشت بر عملکرد بیولوژیکی گیاه عدس

نتیجه گیری

بر اساس نتایج این تحقیق اختلاف معنی داری بین سطوح تاریخ کاشت برای صفات اندازه گیری شده وجود داشت. علت این پدیده آن است که در کشت بهاره بر اثر برخورد مراحل زایشی و نمو دانه با تنش خشکی همراه با درجه حرارت بالاتر موجب کاهش عملکرد فراهم می‌شود. از آنجایی که بخش زیادی از کل بیوماس گیاهی عدس پاییزه طی دوره ای تولید می شود که میزان تبخیر نسبتاً پایین است بنابراین می توان به کشت عدس در نواحی با بارندگی کمتر از حد همت گمارد. بنابراین کشت پاییزه به عنوان انتخابی مناسب در نواحی خشک قلمداد می شود. بین سطوح کود شیمیایی (فسفات آمونیوم) بین صفات مورد مطالعه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. با توجه به میزان فسفر موجود در خاک و عمل تثبیت نیتروژن توسط گیاه عدس احتمالا در شرایط این آزمایش نیاز زیادی به به این دو عنصر وجود نداشته است.

منابع

مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۷. زراعت و تولید حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران.

باقری، ع.، نظامی، ا.، گنجعلی،ع.، و پارسا، م. ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح نخود، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

رضوانی مقدم، پ. ر.، صادقی ث. ۱۳۸۷. بررسی اثر تاریخ های مختلف کاشت و رژیم های مختلف آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد نخود رقم (ILC ۳۲۷۹)در شرایط آب و هوایی نیشابور. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۶، شماره ۲، صفحه های ۳۱۵ تا ۳۲۵.

یزدی صمدی، ب. پیغمبری، س. ع.، مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۰. اثر مقادیر مختلف نیتروژن و فسفر بر صفات مهم زراعی عدس در منطقه کرج. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۲، شماره ۲، صفحه های ۴۱۵تا ۴۲۳.

نظامی، ا. و باقری، ع. ۱۳۸۴. اثر پذیری خصوصیات ژنوتیپ های نخود متحمل به سرما از کشت‌های پاییزه و بهاره : خصوصیات فنولوژیکی و مورفولوژیکی. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۳ ، صفحه های ۱۴۳تا ۱۵۵.

موسوی، س، پزشکپور، ک. پ.، شاهوردی، م. ۱۳۸۸. تأثیر تاریخ کاشت، رقم زراعی و تداخل علف هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴، شماره ۴، صفحه های ۵۹ تا ۶۹.

موسوی، س. ک. ۱۳۸۹. تابعیت روند رشد ارقام عدس از تاریخ کاشت و تداخل علف های هرز در استان لرستان. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۸، شماره ۴، صفحه های ۶۵۸ تا ۶۷۷.

عباس‌نژاد، ا. ۱۳۸۵. بررسی اثر تغییر تاریخ کشت بر بر عملکرد واجزاء عملکرد دو ژنوتیپ نخود و عدس. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

SummerfieldR.J. and Lawn R.J. ۱۹۸۷. Tropical grein legume crops: a commentary. Outlook on Agriculture, ۱۶:۱۸۹-۱۹۸.

AnwarM.,.patra D.D., chand S., AlpeshK.,Naqvi A.A. and khanuja S.P.S. ۲۰۰۵.Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth,herb and oil yield, nutrient. accumulation, and oil quality of French basil,communication in soil.and plant Analysis, ۳۶:۱۷۳۷-۱۷۴۶.

SinghB.,Singh B.P. and farod A.S.۱۹۹۴.physiological parameters of Brassica species as affected by irrigation and nitrogen management on aridisoils.Indian Journal of Agronomy, ۳۹:۴۲۶-۴۴۳.

Abstract

Limited studies about simultaneous application of mineral fertilizers and cropping date of lentil in rainfed conditions are available. So that a field experiment was conducted to evaluate this subject. For this purpose the effects of chemical fertilizer and cropping season were evaluate in an factorial randomized block design in four replication. Studied factors were include a) chemical fertilizer as ammonium phosphate in two levels (۰ and ۲۴ Kg ha^{-1}) according to soil test and b) cropping season including spring and autumn. Reaults showed that

cropping season have significant effect on crop heigt, one hundred seed weight, seed yield and biologic yield of lentil and the highest amount for these characteristics was achieved in autumn season. In our research circumstances fertilizer application had no effect on mentioned properties.

تغییرات واکنش (پ‌هاش) بیوچار تولید شده از منابع مختلف تحت تاثیر درجه حرارت به کار برده شده برای تولید بیوچار

ادریس گویلی کیلانه [۱]، سید علی اکبر موسوی [۲]، حامد رجبی [۱]، محمد جواد زارعی [۳]، علی همتی [۳]، محمد چاکری [۳]، فرزاد مرادی چقامارانی [۴]، مهدی زارعی [۵]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشدعلوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز ،۲- استادیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز،۳- دانشجوی کارشناسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز ،۴- دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز ،۵- دانشیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده
بیوچار، زغال تهیه شده از زیست‌توده‌های گیاهی است که طی فرآیند، سوختن کند و آرام مواد آلی تولید شده و سبب افزایش پتانسیل تولید خاک، کیفیت آب و محیط زیست می‌گردد. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی اثر منابع و دماهای مختلف بر پ هاش در بیوچارهای تولید شده از مواد اولیه برگ نخل، کاه و کلش گندم و تفاله پسته در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد.نتایج نشان داد پ هاش بیوچارهای تولید شده از منابع مختلف به طور معنی دار متفاوت هستند به‌طوریکه بیشترین مقدار پ هاش به میزان ۵۸/۸ مربوط به بیوچار تفاله پسته و کمترین مقدار پ هاش به میزان ۰۷/۷ مربوط به بیوچار برگ نخل بود. همچنین نتایج نشان داد پ هاش در بیوچارهای تولیدی در دماهای ۲۰۰ ، ۴۰۰ و ۶۰۰ نسبت به ماده اولیه به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۱۴ ، ۵۲ و ۷۸ درصد افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: بیوچار، برگ نخل، کاه وکلش گندم، تفاله پسته

مقدمه
بیوچار شبیه به زغال‌های دیگر تهیه می‌شود، با این تفاوت که اصطلاح بیوچار برای تولید زغال از ضایعات مواد آلی در شرایط پیرلوسیس و با هدف افزودن به زمین‌های کشاورزی به‌کار می‌رود (کایلوت و همکاران، ۲۰۱۰). کیفیت و کمیت بیوچار تولید شده در درجه اول به سه عامل بستگی دارد: مواد اولیه، درجه حرارت تجزیه و زمان انجام فرایند (براک مورت، ۲۰۰۹). تفاوت عمده بیوچار با زغال در هدف تولید آن‌ها می‌باشد، بیوچار با هدف افزودن به خاک، افزایش ذخیره کربن، و بهبود ویژگی‌های آن تولید می‌شود (لهمان و همکاران، ۲۰۰۹). بیوچارهای تولید شده در دمای بالا (۷۰۰-۴۰۰ درجه سلسیوس) گروه‌های عامل کمتری داشته و دارای درصد کربن بالاتری هستند. این نوع بیوچارها عمدتاً ساختار آروماتیکی فشرده‌ای دارند، در نتیجه به دلیل مقامت زیاد در برابر تجزیه زیستی دارای نیمه عمر طولانی‌تری هستند. بیوچارهای تولید شده در دمای پایین (۴۰۰-۲۵۰ درجه سلسیوس) دارای مقادیر بیشتری از گروه‌های عامل اکسیژن‌دار وهیدروژن‌دار می‌باشند و تولید آن‌ها نسبت به ماده اولیه از نظر وزنی عملکرد بیشتری دارد. بیوچارهای تولید شده در دمای کمتر، قدرت تبادل کاتیونی بیشتری داشته و ساختار این بیوچارها را بیشتر ترکیبات آلیفاتیک و سلولوتیک کربن تشکیل می‌دهند، درنتیجه نسبت به بیوچارهای تولید شده در دمای بالا، در برابر تجزیه زیستی مقاومت کمتری دارند(نواک و همکاران ۲۰۰۹). در پژوهشی که توسط حسین و همکاران (۲۰۱۱) به منظور بررسی اثر دمای پیرولسیس بر برخی ویژگی‌های بیوچار صورت گرفت، گزارش شد که با افزایش دمای پیرولسیس در دامنه ۳۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد عملکرد بیوچار (نسبت مقدار بیوچار به مقدار ماده آلی اولیه) کاهش یافته است. همچنین بیوچار تولید شده در دماهای کم اسیدی بوده در حالی که بیوچار تولید شده در دماهای زیاد قلیایی بود. ضمن این‌که با افزایش دما غلظت نیتروژن کاهش یافت درحالی که غلظت عناصر ریز مغذی افزایش پیدا کرد. انگوین و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند با افزایش درجه حرارت از ۶۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد در پیرولیز ساقه ذرت و چوب بلوط باعث افزایش pH ، CEC ، درصد کربن، فسفر کل، کربن تثبیت شده، درصد کربن حلقوی و سطح ویژه زغال زیستی می‌شود.نواک و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که بیوچار بر خاک و رشد گیاه اثرات مفیدی دارد. اثرات مثبت بیوچار بر عملکرد محصول ناشی از اثرات مثبت آن بر افزایش pH خاک‌های اسیدی، کاهش سمیت آلومینیوم، افزایش ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی در خاک و کاهش مقاومت کششی خاک، افزایش کارایی استفاده از کودها، بهبود شرایط خاک برای ریزجانداران و کرم‌های خاک می‌باشد.افزودن بیوچار با pH حدود ۷ تا ۹، سبب افزایش معنی‌دار pH خاک‌های اسیدی (حتی تا ۲ واحد) و در نهایت منجر به افزایش CEC خاک می‌شود. با توجه به این که در مطالعات انجام شده کاربرد بیوچار در خاک‌های اسیدی، pH این خاک‌ها را به محدوده مناسب برای فراهمی عناصر نزدیک‌تر کرده است، یک رابطه مستقیم بین افزایش عملکرد گیاه و افزایش pH در پی کاربرد بیوچار ایجاد شده است. بنابراین اثرات قلیایی بیوچار یکی از واکنش‌های مهم است که منجر به افزایش عملکرد گیاه در خاک‌های اسیدی شده است (بلک ول و همکاران، ۲۰۰۹). ون زیوتن و همکاران(۲۰۰۷) بیان کردند کربنات حاصل از زغال زیستی به عنوان آهک در خاک می‌تواند pH خاک خنثی یا اسیدی را بالا ببرد. خان و همکاران (۲۰۰۷) مقدار pHبیوچار تولیدی از طیف وسیعی از

مواد آلی خام را مورد بررسی قرار داده و دریافتند که pH دارای میانگین ۱/۸ و در دامنه ۲/۶ تا ۶/۹ متغییر بوده که کم‌ترین مقدار pH مربوط به زبالههای سبز و پوست درختان و بیش‌ترین مقدار آن مربوط به بستر طیور بود.

با توجه به اهمیت پ هاش در واکنش‌های خاک و بررسی منابع که نشان از کمبود تحقیقات در ارتباط با تغییرات بیوچار تولیدی از ضایعات مختلف کشاورزی در دماهای مختلف می باشد این تحقیق با هدف بررسی اثر منابع مختلف و درجه حرارت بر تغییرات پ هاش بیوچار تولید شده انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل ودرقالبطرحکاملاتصادفی، در سه تکرار در شرایطآزمایشگاهی انجام شد، جهت تولید بیوچارهای مورد نیاز از تفاله‌های پسته حاصل از ترمینال پسته واقع در رفسنجان استان کرمان، بقایای نخل از نخلستان‌های شهرستان جهرم استان فارس و کاه و کلش گندم از اراضی زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه جمع‌آوری شد . پس از هوا خشک شدن آسیاب شدند و پس از عبور از الک ۲ میلی متری در ورقه های آلومنیومی ویژه‌ای که جهت ایجاد شرایط نبود یا کمبود اکسیژنتهیه‌شده بودند، بسته بندی و به مدت ۴ ساعت در دماهای ۲۰۰ ، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در داخل کوره الکتریکی قرار داده شد تا فرایند پیرلوسیس انجام شود.تیمارها شامل ماده‌های اولیه مربوط به برگ نخل، کاه و کلش گندم و تفاله پسته و بیوچارهای تولیدی از برگ نخل، کاه و کلش و تفاله پسته در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد بودند. برای تعیین اثر منابع مختلف اولیه تولید بیوچار و اثر دماهای مختلف بیوچارهای تولید شده از این منابع بر پ هاش، سوسپانسیون‌های ۱:۱۰ بیوچار به آب مقطر تهیه و پس از نیم ساعت شیک با استفاده از روش توماس (۱۹۹۶) به وسیله دستگاه دستگاه پ هاش متر اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های اندازه‌گیری شده حاصل از انجام آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد و میانگین های پ‌هاشدر تیمارهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن و در سطح آماری پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند و همچنین نمودارهای مورد نیاز با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

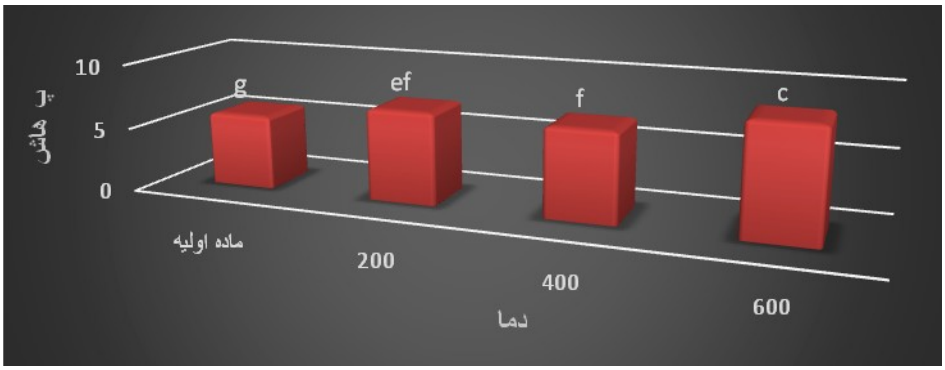
نتایج حاصل در جدول (۱) نشان می‌دهد که پ هاش در بیوچار حاصل از منابع مختلف به طور معنی داری متفاوت است. به‌طوریکه بیشترین مقدار پ هاش به میزان ۵۸/۸ مربوط به بیوچار تفاله پسته و کمترین مقدار پ هاش به میزان ۰۷/۷ مربوط به بیوچار برگ نخل می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد پ هاش در بیوچارهای تولیدی در دماهای ۲۰۰ ، ۴۰۰ و ۶۰۰ نسبت به ماده اولیه به طور معنی داری به‌ترتیب به میزان ۱۴ ، ۵۲ و ۷۸ درصد افزایش یافتکه با نتایج انگوین و همکاران (۲۰۱۰) که نشان دادند با افزایش درجه حرارت از ۶۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد در پیرولیز ساقه ذرت و چوب بلوط باعث افزایش pH ، CEC ، درصد کربن، فسفر کل، کربن تثبیت شده، درصد کربن حلقوی و سطح ویژه زغال زیستی می‌شود و همچنین حسین و همکاران (۲۰۱۱) که بیان کردند بیوچار تولید شده در دماهای کم اسیدی بوده در حالی که بیوچار تولید شده در دماهای زیاد قلیایی بود همخوانی دارد.

همچنین نتایج مربوط به پ هاش بیوچارهای حاصل از مواد اولیه مختلف تهیه شده در دماهای مختلف به صورت مجزا در شکل های ۱ تا ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱- اثر مواد اولیه (برگ نخل، کاه و کلش گندم و تفاله پسته) و شرایط دمایی (دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد) بر پ هاش بیوچار تهیه شده

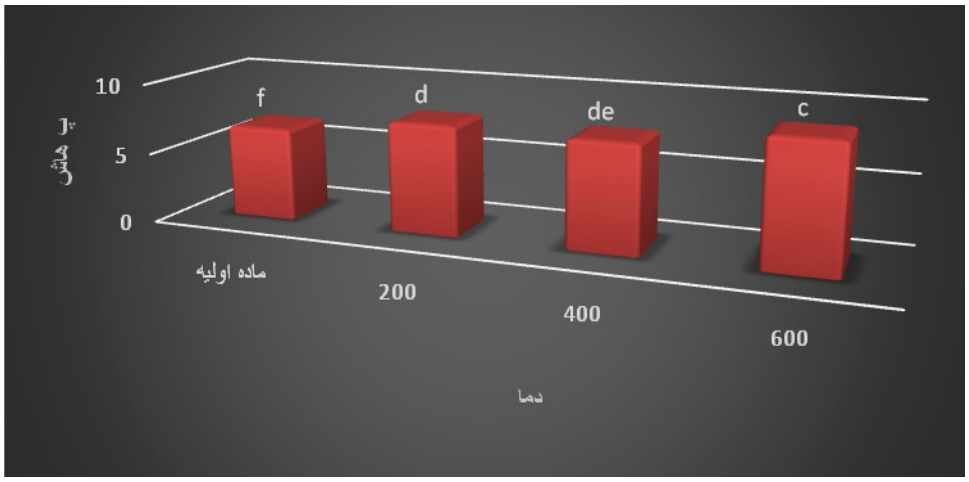
نوع ماده اولیه	دما				میانگین
	ماده اولیه	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	
برگ نخل	g ۵/۷۷	ef ۷/۱۲	f ۶/۸۹	c ۸/۵۰	**۷/۰۷ C**
کاه وکلش گندم	f ۶/۶۲	d ۷/۸۲	de ۷/۶۳	c ۸/۸۴	**B ۷/۷۳**
تفاله پسته	h ۴/۸۲	h ۴/۶۲	b ۱۱/۶۰	a ۱۳/۲۸	**۸/۵۸ A**
میانگین	**D ۵/۷۴**	**C ۶/۵۲**	**B ۸/۷۱**	**A ۱۰/۲۱**	

اعدادیکهدربدنهجدولدریکحرفکوچکومیانگین‌هاییکهدرهرردیفیاستوندریکحرفبزرگمشترکهستندبراساسآزموندانکندرسطحاحتمال ۵ .* درصداختلافمعنیدارآماریندارند).



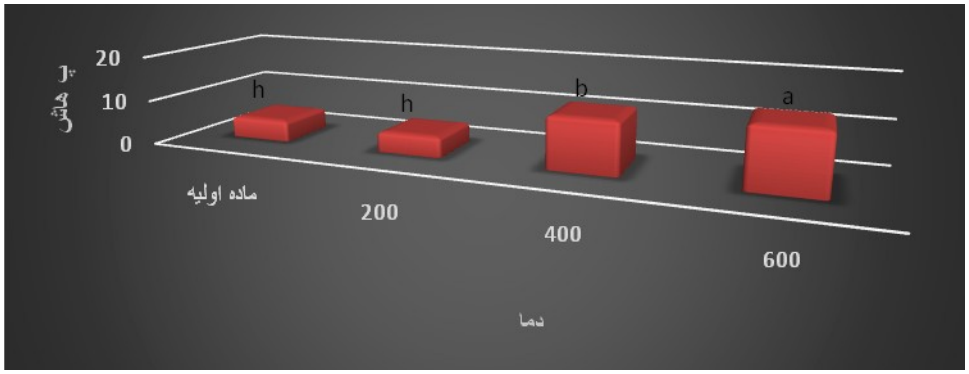
.شکل ۱ - اثر دما بر پ هاش بیوچارهای تولیدی از برگ نخل در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد

نتایج مربوط به شکل ۱ نشان می‌دهد که بیوچارهای تولیدی در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۲۳، ۱۹ و ۴۷ درصدی پ هاش نسبت به ماده اولیه گردید.



.شکل ۲ - اثر دما بر پ هاش بیوچارهای تولیدی از کاه و کلش گندم در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد

نتایج مربوط به شکل ۲ نشان می‌دهد که بیوچارهای تولیدی در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۱۸، ۱۵ و ۳۳ درصدی پ هاش نسبت به ماده اولیه گردید.



.شکل ۳- اثر دما بر پ هاش بیوچارهای تولیدی از تفاله پسته در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد

نتایج مربوط به شکل ۳ نشان می‌دهد که بیوچار تولیدی در دمای ۲۰۰ اثر معنی‌داری نسبت به ماده اولیه نداشتند در حالی‌کهبیوچارهای تولیدی در دماهای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۱۴۱ و ۱۷۶ درصدی پ هاش نسبت به ماده اولیه گردید.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج می‌توان گفت به طور کلی با افزایش دما پ هاش در بیوچار تولید شده از منابع مختلف به طور معنی داری متفاوت بود و از بین ۳ منبع تولید بیوچار، بیشترین میزان پ هاش مربوط به بیوچار تفاله پسته بود بیشترین افزایش را نشان داده است بنابراین می‌توان بیان نمود که این بیوچار می‌تواند نقش مفیدتری در اصلاح خاک‌های اسیدی داشته باشد.

سپاسگزاری

مقاله حاصل طرح پژوهشی مصوب انجمن علمی بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز است بنابراین نویسندگان وظیفه خود می‌دانند از حمایت های مادی و معنوی مدیریت محترم امور علمی دانشجویان دانشگاه شیراز و کارکنان صدیق و زحمتکش آن مدیریت محترم و همچنین بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل آورند.

منابع

Blackwell, P., G. Reithmuller and M. Collins. (۲۰۰۹). Biochar application to soil. In Lehmann, J., Joseph, S. (eds.). Biochar for Environmental Management: Science andTechnology. London: EarthscanPublishing. ۴۰۵p.

Bracmort, K. S. ۲۰۰۹.Biochar examination of an emerging concept to sequester carbon. Congressional Research Service. Retrieved January۲۲, ۲۰۱۳ from http://www.nationalaglawcenter.org/assets/crs/R۴۰۱۸۶.pdf

Chen, J., D. Zhu and C. Sun. (۲۰۰۷). Effect of heavy metals on the sorption of hydrophobic organic compounds to wood charcoal. Environmental Science and Technology. ۴۱(۷): ۲۵۳۶-۲۵۴۱.

Hossain MK, Strezov V, Chan KY, Ziolkowski A, Nelson PF (۲۰۱۱) Influence of pyrolysis temperature on production and nutrient properties of wastewater sludge biochar. *Journal of Environmental Management* ۹۲, ۲۲۳-۲۲۸.

Keiluweit, M., P. S. Nico, M.G. Johnson, and M. Kleber. ۲۰۱۰. Dynamicmolecularstructureof plant biomass-derived black carbon(biochar).Environmental Science &Technology, ۴۴(۴): ۱۲۴۷-۱۲۵۳.

Lehmann, J., and S. Joseph. (Eds). ۲۰۰۹. Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan London and Sterling. VA. ۴۱۶ P.

Nguyen, B.T., J. Lehmann, W.C. Hockaday, S. Joseph, and C.A. Masiello. ۲۰۱۰. "Temperature sensitivity of black carbon decomposition and oxidation." Environmental Science & Technology. ۴۴(۹), ۳۳۲۴-۳۳۳۱. doi: ۱۰.۱۰۲۱/es۹۰۳۰۱۶y.

Novak,J. M., W. J.Busscher, D. L.Laird, M.Ahmedna, D. W. Watts, M.A.S.Niandou.۲۰۰۹. Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. Soil Science, ۱۷۴: ۱۰۵-۱۱۲.

Thomas, G. W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil asidity. In: Methods of Soil Analysis D. L. Sparks et al. (eds.) part ۳. ۳rd ed. American Scoiesty of Agronomy. Inc: Madison, WI. pp: ۴۷۵-۴۹۰.

Van Zwieten, L., S. Kimber, S. Morris, K. Y. Chan, A. Downie, J. Rust, S. Joseph, A. Cowie. ۲۰۱۰. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. Plant and Soil, ۳۲۷: ۲۳۵-۲۴۶.

Abstract

Biochar, derived fromslow pyrolysis of plant biomass, has the potential to improve soil, water, and environmental quality. Therefore, this study aimed to investigate the effect of different sources and different temperatures on pH in treatments including basic provisions of palm leaves, straw and pistachio waste Biochar production of palm leaves, straw and pistachio waste at temperatures of ۲۰۰, ۴۰۰ and the ۶۰۰ °C. The results show that the PH in Biochar produced at temperatures of ۲۰۰, ۴۰۰ and ۶۰۰ to the significant increase in raw material Respectively ۱۴, ۵۲ and ۷۸ percent.

اثر فسفر و بور بر غلظت و فاکتور انتقال عناصر فسفر، کلسیم، بور و روی در کلزا (رقم اپرا)

منصوره توجه [۱]، عبدالمجید رونقی [۲] و ویدا علما [۱]
دانش آموخته دکتری علوم خاک دانشگاه شیراز، ۲- استاد بخش خاکشناسی دانشگاه شیراز

چکیده
به منظور ارزیابی اثر سطوح فسفر و بور بر غلظت فسفر، کلسیم، بور و روی در دانه، کاه و کلش و ریشه کلزا و فاکتور انتقال آنها ، آزمایشی گلخانه ای مرکب از یک رقم کلزا (اپرا)، سه سطح فسفر، و سه سطح بور در سه تکرار به کار رفت. افزایش سطوح فسفر به طور معنی‌داری غلظت فسفر، و بور را افزایش و غلظت روی کاهش داد. کاربرد بور غلظت فسفر، بور و روی را در هر سه اندام افزایش و غلظت کلسیم را در آنها کاهش داد. هچنین کاربرد خاکی فسفر سبب کاهش معنی دار انتقال آن از ریشه به ساقه و از ساقه به دانه، و افزایش فاکتور انتقال از ساقه به دانه در عنصر روی شد. کاربرد بور افزایش انتقال بور و کلسیم از ریشه و به ساقه،کاهش انتقال بور و روی از ساقه به دانه و افزایش این فاکتور برای کلسیم را در پی داشت.

واژه های کلیدی: کلزا، فسفر، بور، فاکتور انتقال.

مقدمه
کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از گیاهان روغنی مهم، با روغن دانه زیاد (۴۰ تا ۴۵ %) است. روغن کلزا ، به علت داشتن اسیدهای چرب اشباع آن کم و اسید های چرب غیر اشباع آن زیاد و از نظر پروتئین با ارزش است و در تغذیه انسان اهمیت دارد (Barth, ۲۰۰۷). این گیاه در سال های اخیر، به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی اغلب نقاط کشور ایران، در جهت افزایش تولید روغن خوراکی مورد توجه واقع شده و سطح زیر کشت آن روند روبه رشدی داشته است. از ویژگی های با ارزش زراعت پاییزه کلزا که در کشور ما حائز اهمیت است همزمانی دوره زراعی آن با فصل بارندگی و فراوانی و ارزانی آب است (رودی و همکاران، ۱۳۸۲). نیاز کلزا به فسفر و پتاسیم بیشتر از گندم بوده و بخش اعظم فسفر دانه های آن در اندوسپرم قرار دارد (Grant and Bailey, ۱۹۹۳). همچنین این گیاه به سطوح بالایی از بور در خاک نیازمند است (Stangoulis et al., ۲۰۰۰). فسفر یکی از عناصر ضروری برای رشد و تکثیر گیاهان می باشد و برای ذخیره سازی و انتقال انرژی، حفاظت و انتقال کد های ژنتیکی به کار می رود و جزء ترکیبات ساختمانی سلول ها و بسیاری از ترکیبات شیمیایی می باشد (Hopkins, and Ellsworth. ۲۰۰۳). بور در میان عناصر کم مصرف نقش مهمی در تولید عملکرد مطلوب کلزا دارد و حساسیت زیادی به کمبود آن در این گیاه وجود دارد. مصرف بور عملکرد دانه و محتوی روغن دانه را زیاد می کند. کمبود بور موجب تاخیر در رسیدگی، عقیم شدن خورجین، ریزش گل ها و ایجاد شکاف در ساقه می گردد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸). حد کفایت و حد مسمومیت این عنصر به هم نزدیک بوده و غلظت بالای آن نیز می تواند باعث مسمومیت و کاهش رشد گیاه گردد (Ben-Gal and Shani, ۲۰۰۲). وجود پ-هاش قلیایی در خاک های آهکی باعث کمبود عناصر کم مصرف از جمله بور می شود که ازبین رفتن سلول ها و بافت های پارانشیمی گیاه را به دنبال دارد و تغییر رنگ و فساد سلول ها در اثر کمبود بور علائمی مانند آبکی شدن، قهوه ای و چوب پنبه ای شدن و پوسیده و سیاه شدن بافت ها را باعث می شود که از کیفیت محصول تولیدی می کاهد (ملکوتی و همکاران ۱۳۸۴).

تحقیقات نشان داده که عناصر مس و آهن به بصورت محکمی به سلول های ریشه متصل است و در رقم های مختلف ذرت، آهن در ریشه تجمع کرده است و فقط مقدار کمی از آن به اندام هوایی منتقل می شود. بنابراین وقتی بخش عمده عنصر در ریشه تجمع کرده فاکتور انتقال آن به اندام هوایی کمتر از یک خواهد بود) (Kabata-apendias and Pendias, ۲۰۰۱and Liu et al., ۲۰۰۶). پژوهش حاضر با توجه به اهمیت کلزا در تولید روغن گیاهی در کشور، آهکی بودن خاک های ایران، و کمبود بور در خاک های آهکی، به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف کود های بور و فسفر بر غلظت و انتقال این عناصر و کلسیم و روی در اندام های کلزا، انجام شد.

مواد و روش‌ها
خاک مورد مطالعه از منطقه سروستان سری چیتگر (نام علمی Fine-loamy, carbonatic,thermic, Typic Calcixerepts)که غلظت فسفر آن در حد پایینی تهیه شد (جدول ۱). تیمارها عبارت بودند از یک رقم کلزا (رقم اپرا)، سه سطح فسفر (۰، ۲۵، ۵۰ میلی گرم فسفر در کیلوگرم خاك) و سه سطح بور (۰ ، ۲ ، ۴ میلی گرم بور در کیلوگرم خاك). طرح آماری بکار رفته فاکتوریل ۳×۳×۱ در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بود. نیتروژن، آهن، منگنز، روی، و مس، بر اساس نتایج آزمون خاک و به صورت محلول به تمام گلدان‌ها داده شد. تعداد ۱۲ عدد بذرکلزا از رقم مورد آزمایش یعنی اپرا در عمق ۲ تا ۳ سانتیمتری خاك گلدان های ۵ کیلوگرمی کاشته شد. تعداد بوته‌های کلزا در هر گلدان پس از استقرار گیاه به ۴ تقلیل داده شد. گیاهان تا مرحله تولید دانه در گلدان ها نگهداری شدند. یك گرم از نمونه گیاهی (کاه و کلش، ریشه) و دانه پودر شده را به روش خشك سوزانی در کوره بصورت محلول در آورده و غلظت کلسیم، روی، بوسیله دستگاه جذب اتمی، فسفر به روش مورفی و رایلی (۱۹۶۲) و بور به روش آزومتین H (Ferran *et al.*, ۱۹۸۷) اندازه گیری

شد. داده های گردآوری شده به وسیله آزمون F و دانکن و با بکارگیری نرم افزارهای Excel و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و تاثیر فسفر و بور بر فاکتور انتقال از ریشه به ساقه (نسبت غلظت عنصر در ساقه به غلظت آن در ریشه) و فاکتور انتقال از ساقه به دانه (نسبت غلظت عنصر در دانه به غلظت آن در ساقه)، تعیین شد.

نتایج و بحث

اثر تیمار فسفر و بور بر غلظت عناصر در اندام های کلزا

بررسی داده های جدول ۱ نشان می دهد که کاربرد فسفر هرچند غلظت فسفر در تمام اندام ها و در تمام سطوح افزایش داده، اثر معنی داری بر غلظت کلسیم در اندام های مورد مطالعه نداشته، ولی غلظت بور نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته، هرچند این روند در کاه و کلش معنی دار نیست. در مورد غلظت روی باید گفت کاربرد فسفر کاهش معنی دار غلظت این عنصر در هر سه اندام مورد بررسی را در پی داشته اشت. بررسی داده های جدول ۲ بیان کننده کاهش غلظت کلسیم، افزایش غلظت فسفر، بور و روی در اثر کاربرد تیمار بور است هر چند این روند در مورد غلظت فسفر در ریشه و روی در دانه از نظر آماری معنی دار نیست. در تمام تیمار های فسفر و بور بیشترین غلظت های فسفر، کلسیم و روی در دانه مشاهده می شود ولی در مورد بور بیشترین غلظت در بین تیمارهای یور در کاه و کلش و در بین نیمارهای فسفر غیر از شاهد در ریشه، مشاهده می شود. با کاربرد ۵۰ میلی گرم فسفر بر کیلوگرم خاک افزایش غلظت فسفر کاه و کلش و ریشه در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۲۸/۲ و ۷۹/۳ برابر است. افزایش غلظت فسفر در نتیجه کاربرد این عنصر در خاک می تواند به علت افزایش جذب فسفر و عملکرد باشد. افزایش فراهمی فسفر در خاک سبب افزایش معنی دار غلظت فسفر دانه ها، و انتقال فسفر به دانه ها می شود (Lickfett et al., ۱۹۹۹). کارایی فسفر در کلزا مربوط به توسعه بهتر سیستم ریشه و جذب موثر فسفر است (Hu et al., ۲۰۱۰). فسفر می تواند با بور بر همکنش دهد. بور برای توسعه و طویل شدن نوک ریشه ها ضروری است که این فرایند سبب جذب فسفر می شود (Pollard et al. ۱۹۷۷).

.جدول۱. اثر فسفر بر غلظت عناصر در کلزا

سطوح فسفر (mg kg^{-1})	عنصر			
	فسفر (mg kg^{-1})	کلسیم (mg kg^{-1})	بور (mg kg^{-1})	روی (mg kg^{-1})
	دانه			
۰	C۳۳۰۴	A۴/۱۳۳	C۳۵/۲۴	A۷۹/۵۶
۲۵	B ۴۳۴۸	A ۱۳۱	A ۸۵/۳۶	A ۳۶/۵۳
۵۰	A ۴۸۲۹	A ۶/۱۴۰	B ۵۵/۲۷	B ۱۲/۴۶
	کاه و کلش			
۰	C۷/۵۰۶	A۱/۱۶	A۸۳/۸۷	A ۲۵/۴۴
۲۵	B ۱۰۳۱	A ۱۶	A ۶۱/۹۹	B ۱۷/۳۲
۵۰	A ۱۶۶۳	A ۶/۱۵	A ۰۴/۸۸	B۶۳/۳۰
	ریشه			
۰	C۲/۴۵۶	A۷/۵۵	B۲۴/۴۳	A۸۱/۵۱
۲۵	B ۱۰۸۲	A ۱/۳۶	A ۷۵/۱۲۳	B ۰۴/۳۶
۵۰	A ۲۱۸۷	A ۵/۳۹	B ۴۲/۹۵	B ۳۸/۳۳

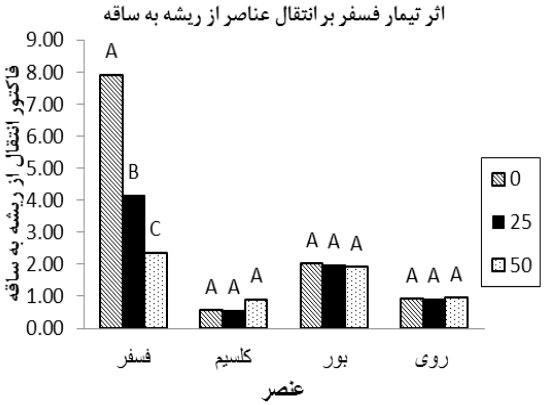
.جدول ۲. اثر بور بر غلظت عناصر در کلزا

سطوح بور (mg kg^{-1})	عنصر			
	فسفر (mg kg^{-1})	کلسیم (mg kg^{-1})	بور (mg kg^{-1})	روی (mg kg^{-1})
	دانه			
۰	B ۳۸۹۵	A ۶/۱۴۰	C ۲۷/۲۶	A ۳۲/۵۱
۲	AB ۴۱۶۳	A ۱۳۸	B ۴۷/۲۹	A ۳۹/۵۲
۴	A ۴۴۲۳	B ۳/۱۲۶	A ۰۱/۳۳	A ۵۷/۵۲
	کاه و کلش			
۰	B ۳/۹۱۶	A ۱/۱۹	B ۳/۶۸	B ۷۳/۲۹
۲	A ۱۱۵۰	A ۷/۱۸	A ۶۲/۹۸	A ۶/۳۸
۴	A ۱۱۳۵	B ۹/۹	A ۵۹/۱۰۸	A ۷۲/۳۸
	ریشه			
۰	A ۱۱۶۳	A ۸۲	B ۸۱/۴۲	B ۳۶/۳۴
۲	A ۱۲۱۳	B ۷/۳۱	B ۹۴/۴۵	B ۸۶/۳۷
۴	A ۱۳۴۹	B ۵/۱۷	A ۹/۵۱	A ۰۱/۴۹

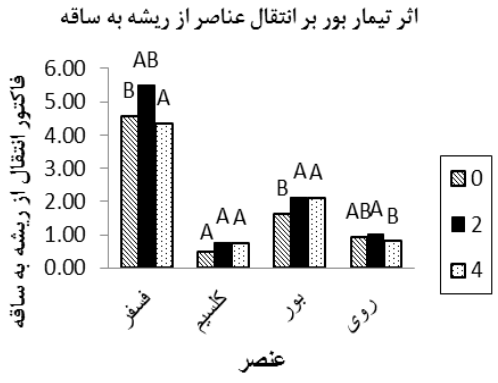
.در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند LSD در هر اندام، اعدادی که در هر ستون، یک حرف بزرگ مشترک دارند از نظر آماری با آزمون*

اثر تیمار فسفر و بور بر فاکتور انتقال عناصر از ریشه به ساقه

بطور کلی کاربرد خاکی فسفر سبب کاهش فاکتور انتقال این عنصر از ریشه به ساقه شده است که این روند در در همه سطح ها معنی دار است (شکل ۱). این امر نشان دهنده کاهش انتقال فسفر از ریشه به کاه و کلش در اثر تیمار فسفر است. در مورد سایر عناصر کاربرد فسفر اثر معنی داری بر فاکتور انتقال آنها از ریشه به ساقه نداشته است (شکل ۱). اثر کاربرد خاکی بور بر انتقال این عنصر از ریشه به کاه و کلش نشان دهنده افزایش انتقال به کاه و کلش در تیمار ۲ میلی گرم بور در همه عنصرها است که این روند در مورد عصر بور معنی دار است و سپس در تیمار ۴ میلی گرم بور در عنصر بور این افزایش ادامه دارد که از نظر آماری معنی دار نیست ولی سایر عناصر کاهش انتقال به ساقه را داشتند (شکل ۲).



.شکل۱. اثر تیمار فسفر بر انتقال عناصر از ریشه به ساقه.



شکل۲. اثر تیمار بور بر انتقال عناصر از ریشه به ساقه

. p)است)۰۵/۰ LSD درج حروف لاتین یکسان در ستون ها به معنای عدم تفاوت معنی دار طبق آزمون

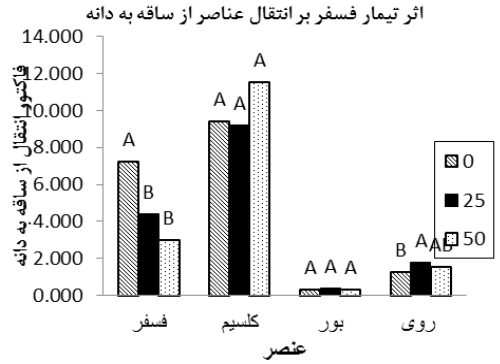
در کل، مقدار فاکتور انتقال عناصر فسفر و بور این فاکتور بیشتر از یک (۱ ، انتقال به اندام هوایی) است، در حالیکه برای عناصر روی و کلسیم فاکتور انتقال کمتر از یک است (شکل های ۱ و ۲). بنابراین رقم مورد مطالعه تجمع کننده فسفر و بور در کاه و کلش است چون این عناصر ، در مقایسه با غلظت در ریشه، بیشتر در کاه و کلش تجمع می کنند. این نتایج مشابه نتایج بدست آمده

توسط اوگونکونل و همکاران (۲۰۱۳)، روت و نفیو (۲۰۱۰) است. در این مطالعات گزارش شده که روی به علت نسبتا محلول و متحرک بودن تمایل زیادی به انتقال از خاک به اندام هوایی (کاه و کلش) گیاهان دارد که ممکن است سبب ایجاد سمیت در گیاه شود. با توجه به نتایج بیکر (۱۹۸۱) شاخص انتقال کمتر از یک نشان دهنده این است که گیاه مانع از انتقال عنصر به اندام های هوایی می شود. اوگونکونل و همکاران (۲۰۱۳)، گزارش کرده اند که هیبرید های گل تاج خروس[۳۶] مقدار زیادی از روی را به بخش های هوایی منتقل می کنند که می تواند به علت نیاز این سبزی برگ دار به ترکیب غذایی خاصی حاوی روی، باشد. گیاه گوجه فرنگی[۳۷] نیز پتانسیل بالایی در انتقال روی از خاک به درون ریشه دارد ولی انتقال به بخش های هوایی را محدود کرده است. شاخص انتقال که نشان دهنده تحرک نسبی عناصر از ریشه به ساقه است در شکل های ۱ و ۲ نشان می دهد که میانگین شاخص انتقال عناصر مورد بررسی در کلزا بصورت روبور است: P B Zn Ca

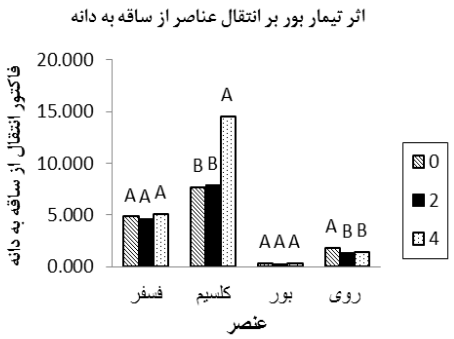
غلامی و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند که در ذرت شاخص انتقال عناصر کادمیوم، آهن، منگنز و مس کمتر از یک (TF ۱) بود و لذا غلظت آنها در ریشه بیشتر از اندام هوایی بود ولی غلظت روی در اندام هوایی بیشتر از ریشه بود (TF ۱).

اثر تیمار فسفر و بور بر فاکتور انتقال عناصر از ریشه به ساقه

در کل کاربرد خاکی فسفر در تمام سطوح سبب کاهش معنی دار فاکتور انتقال فسفر از ساقه به دانه شده است (شکل ۳). ولی برای عنصر روی افزایش فاکتور انتقال به دانه در سطح ۲۵ میلی گرم فسفر بر کیلوگرم خاک معنی دار است. کاربرد فسفر اثر مشخصی بر انتقال سایر عناصر از ساقه به دانه ندارد. اثر کاربرد خاکی بور بر انتقال این عنصر از ساقه به دانه نشان دهنده کاهش انتقال به دانه است هرچند روند از نظر آماری معنی دار نیست و در مورد انتقال فسفر به دانه کاربرد بور تغییر معنی داری ایجاد نکرده است، البته این تیمار سبب افزایش انتقال کلسیم و کاهش انتقال روی شده است (شکل ۴). شاخص انتقال که نشان دهنده تحرک نسبی عناصر از ساقه به دانه است در شکل های ۳ و ۴ نشان می دهد که میانگین شاخص انتقال عناصر مورد بررسی در کلزا بصورت روبرو است: Ca P Zn B



.شکل۳. اثر تیمار فسفر بر انتقال عناصر از ساقه به دانه.



شکل۴. اثر تیمار بور بر انتقال عناصر از ساقه به دانه

. p)است) ۰۵/۰ LSD درج حروف لاتین یکسان در ستون ها به معنای عدم تفاوت معنی دار طبق آزمون

همچنین مقایسه فاکتور انتقال عناصر از ریشه به ساقه با از ساقه به دانه (شکل های ۱، ۲، ۳ و ۴) نشان می دهد که در مورد فسفر و بور، فاکتور انتقال از ریشه به ساقه بیشتر از ساقه به دانه است. بنابراین این دو عنصر بیشتر در کاه و کلش تجمع دارند، ولی برای سایر عناصر مورد بررسی فاکتور انتقال از ساقه به دانه به مقدار قابل توجهی بیشتر از انتقال از ریشه به ساقه است، که شاهدی بر تجمع بیشتر این عناصر در دانه درمقایسه با ساقه و ریشه است.

منابع

رودی، و.، س. رحمان پور، و ف. جاویدفر. ۱۳۸۲. زراعت کلزا. انتشارات دفتر برنامه ریزی رسانه های ترویجی و انتشارات فنی معاونت ترویج و زراعت جهاد کشاورزی.

کیمبر، دی و دی. آی. مک گرگور. ۱۳۷۸. کلزا. ترجمه: عزیزی، مو، ا. سلطانی و س. خاوری. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی. ۱۳۰ص.

ملکوتی، م. ج.، ف. مشیری. و ن. غیبی. ۱۳۸۴. حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی (بخش سوم: محصولات سبزی و سیفی). نشریه فنی شماره ۴۰۷، موسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات سنا، تهران.

Baker, A. J. M. ۱۹۸۱. Accumulators and excluders-strategies in the response of plants to heavy metals. J. Plant Nutr. ۳: ۶۴۳- ۶۴۵.

[۳۶] *Amaranthus hybridus* L

[۳۷] *Lycopersicon esculentum* L.

Barth, C. A. ۲۰۰۷. Rapeseed for human nutrition, present knowledge and future options. Proceedings of the ۱۲th International Rapeseed Congress ۲۶-۳۰ March, Sustainable Development in Cruciferous Oilseed Crops Production, Wuhan, China, ۵: ۳-۵.

Ben-Gal, A. and U. Shani. ۲۰۰۲. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. Plant and Soil ۲۴۷: ۲۱۱-۲۲۱.

Ferran, J., A. Bonvalet, and E. Casassas. ۱۹۸۷. New masking agents in the azomethine-H method for boron determination in plant tissues. Agrochemica ۳۲: ۱۷۱.

Gholami, A. S., A. M. Ronaghi, S. Safarzadeh Shirazi, A. Zarabi, and F. Javaheri. ۲۰۱۲. Effect of sewage sludge and potassium on some micronutrient concentration and translocation in maize plant. The ۱th International and The ۴th National Congress on Recycling of Organic Waste in Agriculture. ۲۶- ۲۷ April ۲۰۱۲ in Isfahan, Iran.

Grant, C. A., and L. D. Bailey. ۱۹۹۳. Fertility management in canola production. Can. J. Plant Sci. ۷۳: ۶۵۱-۶۷۰.

Hopkins, B. and J. Ellsworth. ۲۰۰۳. Phosphorus nutrition potato production. Idaho Potato Conf, pp. ۲۲-۲۳.

Hu, Y., X. Ye, L. Shi, H. Duan, and F. Xu. ۲۰۱۰. Genotypic differences in root morphology and phosphorus uptake kinetics in *Brassica napus* under low phosphorus supply. J. Plant Nutr., ۳۳ (۶): ۸۸۹ - ۹۰۱.

Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. ۲۰۰۱. Trace elements in soils and plants. ۳rd ed. Baco Raton, London, New York, Washington, d. C.: CRC. Press.

Lickfett, T., B. Mattha ¨us, L. Velasco, and C. Mo ¨ llers . ۱۹۹۹. Seed yield, oil and phytate concentration in the seeds of two oilseed rape cultivars as affected by different phosphorus supply. Eur. J. Agron. ۱۱: ۲۹۳-۲۹۹.

Liu, D. H., M. Wamg, J. H. Zou, W. S. Jiang. ۲۰۰۶. Uptake and accumulation of cadmium and some nutrient ions by roots and shoots of maize (*Zea mays L.*). Pakistan Journal of Botany. ۳۸ (۳): ۷۰۱- ۷۰۹.

Murphy, J., and J. P. Riley. ۱۹۶۲. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta. ۲۷: ۳۱-۳۶.

Nafiu A. ۲۰۱۰. Availability, transfer and balance of heavy metals in Urban Agriculture of West Africa. Ph. D Thesis, Kassel University Press, pp. ۱- ۱۵۸.

Ogunkunle, C. O., P. O. Fatoba, O. O. Awotoye, and K. S. Olorunmaiye. ۲۰۱۳.Root-shoot portioning of copper, chromium and zinc in *Lycopersicon esculentum* and *Amaranthus hybridus* grown in cement-polluted soil. Environ. Experiment Biol. ۱۱: ۱۳۱- ۱۳۶.

Pollard, A. S., A. J. Parr, and B. C. Loughman. ۱۹۷۷. Boron in relation to membrane function in higher plants. J. Expt. Bot. ۲۸: ۸۳۱ - ۸۴۱.

Stangoulis, J. C. R., H. S. Grewal, R. W. Bell, and R. D. Graham. ۲۰۰۰. Boron efficiency in oilseed rape: I. Genotypic variation demonstrated in field and pot grown *Brassica napus* L. and *B. juncea* L. Plant Soil ۲۲۵: ۲۴۳- ۲۵۱.

Abstract

In order to evaluate the influences of different levels of phosphorus (P), and boron (B) on P, calcium (Ca), B and zinc (Zn) concentrations in seed, shoot and root of rapeseed, a greenhouse experiment was conducted. Treatments consisted of one cultivar of rapeseed (Opera), three P levels and three B levels with three replications. Increasing P significantly increased P and B and decreased Zn concentrations. Boron treatment increased P, B and Zn concentrations in all three organs and decreased their Ca concentration. Phosphorus translocation factor (TF) from root to shoot and shoot to seed, decreased significantly by soil P application, also it increased TF of Zn form shoot to seed. Boron application caused increase in B and Ca TF from root to shoot, decrease in B and Zn TF from shoot to seed and increase of Ca TF from shoot to seed.

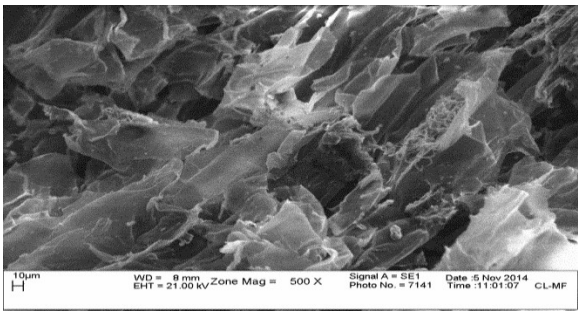
تاثیر کاربرد بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات کمی گیاه ذرت (*Zea maysL.*) در ستون خاک آلوده به کادمیم

میلاد بی ریا [۱]، عبدالامیر معزی [۲]، هادی عامری خواه [۳]، علی چَعَب [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز،۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز،۳- مربی گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز،۴- دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
بیوچار محصول تجزیه حرارتی کنترل شده زیست توده می باشد. این محصول بدلیل خصوصیات ذاتی خود، موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی ، فراهمی عناصر غذایی و کاهش عناصر آلاینده در دسترس برای گیاه می شود. این پژوهش، به منظور بررسی تاثیر بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات کمی گیاه ذرت بصورت آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیوم و دو سطح صفر و ۴ درصد وزنی بیوچار با کاشت گیاه ذرت در ستونهای خاک آلوده به کادمیوم انجام شد. نتایج پژوهش نشان داد که کادمیوم باعث کاهش وزن خشک ساقه و ریشه ، شاخص سطح برگ و کلروفیل گیاه ذرت شد. نتایج بدست آمده بیانگر این مطلب می باشد، که بیوچار قادر به اصلاح خاک و بهبود رشد گیاه می باشد و می توان از آن برای بهبود خصوصیات خاک استفاده نمود.
کلمات کلیدی : بیوچار، ذرت، کادمیوم

مقدمه
بیوچار ترکیبی است پایدار از کربن که در اثر تجزیه حرارتی زیست توده در حضور اندک یا عدم حضور اکسیژن تولید می شود. این ترکیب به دلیل خصوصیات ذاتی خود باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک می شود. علاوه بر این باعث افزایش فراهمی عناصر غذایی ماکرو و نیز ظرفیت بالای نگهداشت آب و به دنبال آن بهبود رشد گیاه می شود (Glasser & Lehman, ۲۰۰۲). کادمیوم یکی از عناصر سنگین بوده که بدلیل سمیتی که برای انسان و حیوان دارد، دارای اهمیت زیادی از دیدگاه محیط زیستی و سلامت زنجیره غذایی برخوردار است(فائزه یعقوب زاده و همکاران، ۱۳۹۰). تنش فلزات سنگین از جمله عوامل محدود کننده رشد گیاه بوده که می تواند بر کیفیت رشد آن تاثیر منفی بگذارد. امروزه جاذب های بسیاری جهت جذب فلزات سنگین از خاک و محیطهای آبی و در نتیجه پالایش محیط از آلودگی ها وجود دارد(Kabata-pondis, ۲۰۰۰). در میان این مواد، بیوچار ماده ای با تخلخل بالا بوده، که گروه های عاملی مختلفی داشته و همچنین نتایج تحقیقات نشان داده است که در جذب سطحی فلزات سنگین به ویژه در محیط های آبی بسیار موثرند((Sohi et al, ۲۰۰۹. همچنین با توجه به تولید ارزانقیمت و گستردگی مواد خام مورد نیاز برای تولید آن، یک راهکار مناسب و اقتصادی برای پالایش خاک ها و بهبود رشد گیاهان می باشد. آزمایش حاضر به منظور بررسی تاثیر کاربرد بیوچار بر خصوصیات رشدی گیاه ذرت در خاک آلوده به کادمیوم، انجام شد.

مواد و روش ها
این تحقیق در بهار و تابستان سال ۱۳۹۳، در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیوم (cd۵۰ & cd۱۰۰) و دو سطح صفر و ۴ درصد وزنی بیوچار (b۰ & b۴)با کاشت گیاه ذرت در ستونهای خاک در سه تکرار بود. خاک مورد نظر از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز جمع آوری شد. برای تهیه بیوچار مورد استفاده از ماده اولیه باگاس نیشکر استفاده شد. بدین منظور ابتدا باگاس ها خشک و سپس کوبیده و از الک ۲ میلیمتر عبور داده شدند تا همگن شوند. سپس در یک کوره دست ساز تحت تجزیه حرارتی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. دما نیز توسط ترمومتر لیزری کنترل گردید. به منظور ایجاد شرایط خلاء کف جعبه های فلزی درب بسته با شمع حرارت داده شد تا اکسیژن آن به حداقل برسد. بعد از آماده سازی بیوچار، مرفولوژی آن با دستگاه SEM تعیین شد (Rajkovich et al, ۲۰۱۱).در شکل ۱، ساختار مرفولوژی بیوچار باگاس نیشکر، آورده شده است.



شکل ۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی رویشی بیوچار باگاس نیشکر

برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک و بیوچار نیز تعیین گردید. بافت خاک به روش هیدرومتری با تبعیت از روش page et al ۱۹۸۲ اندازه گیری شد. همچنین برای اندازه گیری EC و pH خاک ابتدا از نمونه خاک گل اشباع تهیه و سپس عصاره گیری گردید، آنگاه هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع بوسیله دستگاه هدایت سنجی (EC- متر) قرائت گردید. سپس با دستگاه pH متر دیجیتالی pH گل اشباع قرائت گردید(Rahoads et al, ۱۹۷۰). اندازه گیری مواد آلی توسط اکسیداسیون تر انجام شد. و کربن آلی خاک توسط روش والکلی بلک تعیین شد. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نیز توسط روش استات سدیم اندازه گیری شد. همچنین کربنات کلسیم توسط تیتراسیون با اسید تعیین شد(Temple et al, ۱۹۸۱). برای اندازه گیری pH بیوچار، ۱۰ میلی لیتر کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار، به یک گرم بیوچار خشک شده اضافه می گردد(نسبت یک به ده بیوچار به محلول).سپس نمونه تکان داده شده و پس از ۲۴ ساعت، pH آن خوانده شد. برای اندازه گیری هدایت الکتریکی بیوچار نیز همانند pH موارد گفته شده انجام و سپس توسط EC سنج قرائت گردید. اندازه گیری کربن، ازت، گوگرد، اکسیژن و هیدروژن در بیوچاربا استفاده از دستگاه آنالیز عنصری در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید چمران اهواز صورت پذیرفت. همچنین کادمیوم بیوچار نیز با استفاده از روش هضم تر و قرائت توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد(Rajkovich et al, ۲۰۱۱). برای انجام آزمایش، ابتدا خاک ها آلوده شده و بعد از ۲ تا ۳ هفته تیمارهای بیوچار به آن اعمال شد. سپس،این خاک را به مدت ۴۵ روز در رطوبت ۷۰ درصد ظرفیت زراعی (FC) قرار داده، تا تعادل در خاک ایجاد گردد. سپس نمونه های خاک انکوبه شده که قبلا خشک شده اند،به ستون ها منتقل شد.مقدار خاک در هر ستون به طور یکنواخت توزین شده و به ستون منتقل شد. که این مقدار برای هر ستون سه کیلوگرم بود. برای این مورد،خاک مورد نیاز با توجه به جرم مخصوص ظاهری خاک و ابعاد ستون ها محاسبه گردید.لازم به ذکر است که برای تهیه ستونهای مورد نیاز برای پژوهش، از ستونهایی از جنس لوله پلی اتیلن با ارتفاع ۳۰ سانتی متر و قطر ۴ اینچ(معادل ۱۰ سانتی متر) استفاده شد(مهناز کذرجی و همکاران، ۱۳۹۱). در هر ستون ۳ بذر ذرت کاشته شد.بعد از ۲ هفته تعداد بذرها در هر ستون به ۱ عدد کاهش داده شد.سپس،بعد از هشت هفته آنها را برداشت نموده و خصوصیات آنها اندازه گیری شد. شاخص کلروفیل با کلروفیل متر ۵۰۲ SPAD، شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ[۳۸] (Divises LTD, UK) (Delta T -موجود در گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز و وزن خشک ساقه و ریشه با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد(رویا کریمی و همکاران، ۱۳۹۰). جهت آنالیز داده ها از نرم افزار SAS و برای مقایسات میانگین از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

در راستای اهداف آزمایش، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و بیوچار مورد مطالعه در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است :

جدول ۱- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	شن(%)	سیلت(%)	رس(%)	ظرفیت تبادل کاتیونی(cmol/kg)		اسیدیته(گل اشباع)	
سیلت	18.6	74.5	6.9	18.2			7.5

ادامه جدول ۱

کربن آلی(%)	کلسیم معادل	هدایت الکتریکی	کربن آلی(%)	ماده آلی(%)	کلسیم(mg/kg)		نیتروژن(mg/kg)	
45.6	5.46		0.357	0.612	1.5			0.5

جدول ۲- خصوصیات بیوچار مورد مطالعه

pH	EC(ds/m)	نیتروژن(%)	هیدروژن(%)	اکسیژن(%)	درصد خاکستر(%)		کادمیوم(mg/kg)	
7.55	0.84	0.279	3.83	19.51	5.5			0.35

[۳۸] -Leaf area metter

تاثیر کاربرد تیمارهای بیوچار بر خصوصیات مختلف گیاه ذرت در ستون های خاک آلوده به کادمیوم

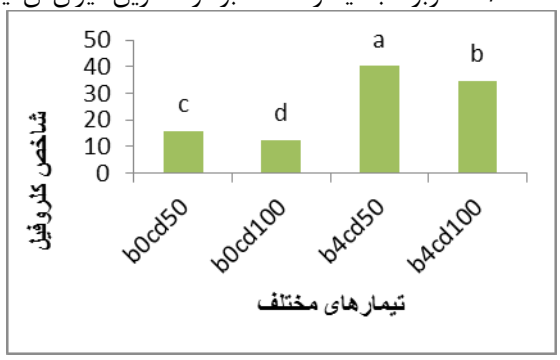
در این آزمایش تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوچار در خاک های آلوده به کادمیوم بر خصوصیات مختلف گیاه ذرت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بیوچار بر شاخصهای وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، کلروفیل، سطح برگ و ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱% معنیدار شد.

جدول ۱-تجزیه واریانس اثر تیمارهای بیوچار بر میزان وزن خشک اندام هوایی و ریشه، کلروفیل، سطح برگ و ارتفاع گیاه در خاک های آلوده به کادمیوم

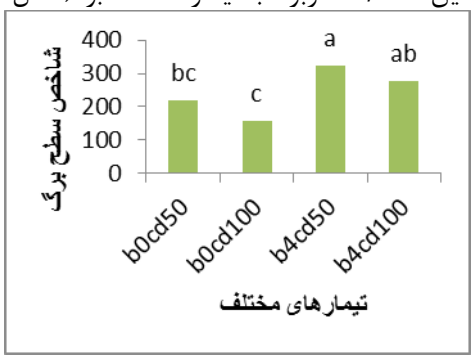
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	کلروفیل	سطح برگ	ارتفاع گیاه
تیمار	۳	۹۵/۵ **	۰۷/۲ **	۱۶/۵۶۵ **	۳۸/۱۵۸۱۰ **	۶۶/۳۱۵ **
خطای کل	۶	۰۹/۰	۰۱/۰	۰۲/۳	۴۷/۱۰	۹۱/۱۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹۹/۱۷	۴۶/۱۷	۷۴/۱۶	۴۱/۱۳	۳۹/۱۵

بهترتیب تفاوت معنیدار در سطح ۱%، تفاوت معنیدار در سطح ۵% و عدم وجود اختلاف معنیدارns و * ،**

نتایج اثر تیمارهای مختلف بیوچار بر میزان شاخص کلروفیل در خاک های آلوده به کادمیوم نشان داد، بیشترین میزان کلروفیل با میانگین ۲۰/۴۰ مربوط به تیمار b۴cd۵۰بود و کمترین میزان آن نیز با میانگین ۴۹/۱۲ مربوط به تیمار b۰cd۱۰۰ بود(شکل ۴). علاوه بر این، بیوچار موجب افزایش میزان شاخص سطح برگ گیاه ذرت شده بود. به گونه ای که، بیشترین میزان سطح برگ با میانگین ۷۰/۳۲۴ مربوط به تیمار b۴cd۵۰بود و کمترین میزان آن نیز با میانگین ۶۲/۱۵۶ مربوط به تیمار b۰cd۱۰۰ بود(شکل ۵).

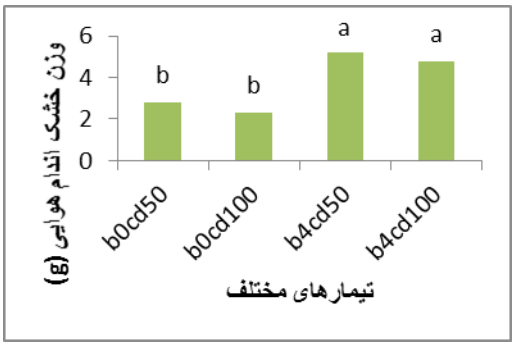


شکل ۲- تاثیر بیوچار بر میزان کلروفیل گیاه ذرت

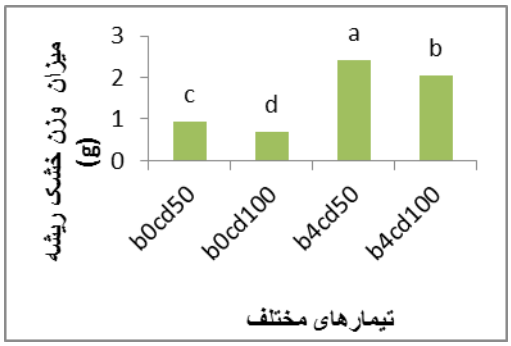


شکل ۳- تاثیر بیوچار بر میزان سطح برگ

نتایج تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوچار بر میزان وزن خشک اندام هوایی در خاک های آلوده به کادمیوم نشان داد، بیشترین وزن خشک اندام هوایی با میانگین وزن ۱۸/۵ گرم مربوط به تیمار b۴cd۵۰ بود که با همه تیمارها جز تیمار b۴cd۱۰۰ (میانگین وزن ۷۹/۴ گرم) در سطح احتمال ۵% اختلاف معنیداری داشت. کمترین میزان وزن خشک اندام هوایی نیز با میانگین ۳۳/۲ گرم در تیمار b۰cd۱۰۰ مشاهده شد(شکل ۴). همچنین، نتایج تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوچار بر میزان وزن خشک ریشه در خاک های آلوده به کادمیوم نشان داد، بیشترین میزان وزن خشک ریشه با میانگین وزن ۴۱/۲ گرم مربوط به تیمار b۴cd۵۰بود که با همه تیمارها در سطح احتمال ۵% اختلاف معنیداری داشت. کمترین میزان آن نیز با میانگین ۷۰/۰ گرم مربوط به تیمار b۰cd۱۰۰ بود(شکل ۵).



شکل ۴- تاثیر بیوچار بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت



شکل ۵- تاثیر بیوچار بر وزن خشک ریشه گیاه ذرت

HeePark و همکاران در سال ۲۰۱۱ در طی آزمایشاتشان نشان دادند که دو بیوچاری که یکی از کود مرغی و دیگری از زباله سبز تولید شده بودند، به طور معنی داری زیست توده ساقه و ریشه گیاه خردل هندی را افزایش دادند، که احتمالا این مسئله بدلیل کاهش سمیت فلزات سنگین از طریق تثبیت و عرضه عناصر غذایی می باشد.

پژوهش های انجام شده نشان داد که کشت پیاز بهاره در خاک هایی که با بیوچار تهیه شده از چوب درخت اکالیپتوس تیمار شده بود، زیست توده بیشتری نسبت به خاک شاهد تولید کرد(Lehman & et al, ۲۰۰۳) . لیانگ و همکاران در سال ۲۰۰۶ دلیل این تاثیر گذاری بیوچار را به سطح ویژه بالای آن نسبت دادند. این امر بدلیل فضاهای موجود و ساختار متخلخل بیوچار می باشد که می تواند منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک تیمار شده با بیوچار می شود. افزودن بیوچار به خاک شنی می تواند نفوذ پذیری بهتری را در خاک شنی ایجاد می نماید. علاوه بر این مسئله منجر به افزایش زمان نگهداشت آب در منطقه ریشه می شود. بدین ترتیب رطوبت و عناصر غذایی در دسترس بیشتری را برای رشد گیاه فراهم و در نهایت سب بهبود تولید و عملکرد گیاه ذرت می شود(Liang et al, ۲۰۰۶). همچنین خصوصیات کمی و کیفی گیاه نظیر شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ، ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی و ریشه در اثر استفاده از بیوچار به طرز مطلوبی بهبود خواهد یافت. این مسئله به دلیل فضاهی سطحی و منافذ فراوان مجود در بیوچار است که می تواند منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی در خاک تیمار شده با بیوچار شود(Liang et al, ۲۰۰۶). کاربرد بیوچار، موجب کاهش جذب عناصر سنگین توسط گیاه خواهد شد. یو وای ایکس و همکاران نیز در مطالعه ای ، به کاهش غلظت عناصر سنگین در گیاهان موجود در خاکهای تیمار شده با بیوچار اشاره کردند.

نتیجه گیری کلی

بیوچار به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، قابلیت نگهداشت بالای آب و عرضه مناسب عناصر غذایی برای گیاه به بهبود رشد و تولید زیست توده بیشتر کمک میکند. از طرف دیگر، با جذب فلزات سنگینی مانند کادمیوم، تنش ناشی از فلزات سنگین را که از عوامل اصلی کاهش کارایی و رشد گیاه می باشد را، خواهد کاست. به هر حال درک تاثیر بیوچار بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ویژگی های رشدی گیاه نیاز به پیگیریها و مطالعات بیشتری دارد.

منابع

احسان حمزئی، امیر لکزیان، علیرضا آستارایی و امیر فتوت. ۱۳۹۱. تاثیر بیوچار و فاضلاب بر غلظت کادمیوم قابل جذب خاک و رشد گیاه ماش.سومین همایش مدیریت جامع منابع آب.دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

رویا کریمی،مصطفی چرم،محمود صلحی. ۱۳۹۰. ارزیابی پتانسیل پالایش خاکهای آلوده به سرب،کادمیم و نیکل توسط جو و کلزا.اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار.دانشگاه پیام نور،استان خوزستان.

مهناز غلامی کذرجی،عبدالامیر معزی،هادی عامری خواه. ۱۳۹۱. مطالعه حرکت سرب در خاک آهکی در حضور EDTA و سورفکتانت آنیونی.اولین همایش ملی گردشگری و طبیعت گردی ایران زمین.

۴ . گیاه پالایی کادمیوم از خاک توسط گیاه ذرت. فائزه یعقوب زاده. ۱۳۹۰. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه.

۵. Glaser, B. Lehmann, J. Zech,W. ۲۰۰۲. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal : A Review. *Biol Fertil Soils* ۳۵ : ۲۱۹-۲۳۰.

۶. Han, X.F., Kingery, W . L., Selim, H.M. and gerard, D. P., ۲۰۰۰. Accumulation of heavy metals in a long-term poultry waste-amended Soil. ,,Soil Science, ۱۶۵(۳) : ۲۶۰-۲۶۸.

۷. Hee Park, J. Choppala, G. K. Bolan, N. S. Chung, J. W. Chuasavathi, T. ۲۰۱۱. Biochar reduces the bioavailability and phytotoxicity of heavy metals. *Plant Soil* ۳۴۸ : ۴۳۹-۴۵۱.

۸. Kabata-Pendias, A. ۲۰۰۰. *Trace elements in soils and plants*. Londan. CRC Press
۹. Lehmann, J. Kern, D. C. Glaser, B. Woods, W. I. ۲۰۰۳. *Amazonian Dark Earths*: *Origin, Properties and Management*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
۱۰. Liang, B., J. Lehmann, D. Solomon, J. Kinyangi, J. Gross man, B. O'Neill, J.O. Skjemstad, J. Thies, F.J. Luizao, man, B. O'Neill, J.O. Skjemstad, J. Thies, F.J. Luizao, J. Petersen, and E.G.Neves. ۲۰۰۶. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science
Society of America Journal ۷۰:۱۷۱۹-۱۷۳۰.
۱۱. Page, A. L., ۱۹۷۴. Fact and effects of trace element in sewage sludge when applied to agricultural lands,, Environ. Technol. Ser, EPA-۶۷۰/۲-۷۴۰۰۵. Cincinnati Ohio.
۱۲. Rahoads. J. D., Ingvabon, R. D. and Hatcher, D. d. ۱۹۷۰. Labortory determination Leacheable soil boron. Soil Sci Soc. Am. Proc., ۳۴: ۸۷۱-۸۷۵.
۱۳. Radotic, K. Ducic, T. D. Mutavdzic, D. ۲۰۰۰. Changes in peroxidase activity and isoenzymes in spruce needles after exposure to different concentrations of cadmium. *Environtal and Experimental Botany* ۴۴: ۱۰۵-۱۱۳.
۱۴.Shelby Rajkovich & AkioEnders & Kelly Hanley & Charles Hyland & Andrew R. Zimmerman. Johannes Lehmann. ۲۰۱۱. Corn growth and nitrogen nutrition after additions
of biochars with varying properties to a temperate soil. Biol Fertil Soils
۱۵. Sohi, S. Lopez-Capel, E. Krull, E. Bol, R. ۲۰۰۹. Biochar's role in soil and climate change: a review of research needs. *CSIRO Land and Water Science Report* ۵۹: ۱-۵۷.
۱۶. Wal kely, A. and I. A. Black. ۱۹۳۴. An examination of the degty are method for determination of soil organic matter and proposed modification of chronic acid method. Soil. Sc. Vol. ۳۷: ۲۹-۳۸.
۱۷. Yu, X. Y. Ying, G. G. Kookana, R. S. ۲۰۰۹. Reduced plant uptake of pesticides with biochar additions to soil. *Chemosphere* ۷۶: ۶۶۵-۶۷۱.

Abstract

Biochar product biomass pyrolysis is controlled. This product due to their intrinsic properties, increased cation exchange capacity, availability of nutrients and reduction of pollutant elements available to the plant. This study was to evaluate the effect on some quantity of maize or sugar cane bagasse Biochar experimental design was a randomized complete block. The experiment consisted of ۵۰ and ۱۰۰ mg kg cadmium and both zero and ۴% by weight Biochar with maize planting in soil columns contaminated cadmium. The results showed that cadmium lowers the height, shoot and root dry weight, chlorophyll and LAI index maize. The results suggest is that Biochar able to improve soil and improve plant growth and can be used to improve soil properties.

بررسی اثر زئولیت و قارچ میکوریزا (Glomus intraradices) در زیست پالایی کادمیوم خاک تحت آبیاری با پساب فاضلاب شهری

فاطمه حجتی مجد [۱]، مصطفی چرم [۲]، نعیمه عنایتی ضمیر [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاک شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲- دانشیار گروه خاک شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳- استادیار گروه خاک شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
آیا استفاده از پساب فاضلاب می‌تواند منبع تامین آب جهت آبیاری محسوب گردد؟ پساب فاضلاب همواره مقادیر نسبتا زیادی از عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف درآن وجود دارد. علاوه بر این حاوی مقادیر از فلزات سنگین است که می توانند اثرات سوء بر محیط زیست داشته باشد. استفاده از موجودات همزیست و کانیهای جاذب در خاک‌های آلوده می تواند در پالایش و جلوگیری از جذب عناصر سنگین توسط گیاهان موثر واقع شود. بدین منظور آزمایشی گلدانی بصورت فاکتوریل در پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در گلخانه اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح قارچ میکوریزا (۰ و ۵۰ گرم بر کلیو گرم خاک)، دو نوع آبیاری (پساب فاضلاب و آب آبیاری) و سه سطح زئولیت (۰، ۱۰ و ۲۰ گرم در کیلو گرم خاک) بود. نتایج نشان داد که استفاده از پساب فاضلاب سبب افزایش کادمیم در خاک می‌گردد که کاربرد زئولیت و قارچ میکوریزا سبب کاهش معنی‌دار کادمیم محلول خاک گردید.

واژه های کلیدی: زیست پالایی، قارچ مایکوریزا، زئولیت، پساب فاضلاب

مقدمه
گزارش‌های بسیاری وجود دارد که تاثیر آبیاری با فاضلاب روی آلودگی آب‌های زیرزمینی را نشان می‌دهد. فاضلاب پالایش نشده توانایی افزایش میزان عناصر سنگین را در خاك داشته و در برخی اوقات به مرز زیان‌آوری هم رسانده است. مک فرسون (۱۹۷۹) گزارش می کند که میان انباشتگی عناصر سنگین در خاك و گیاهان با اندازه کل پساب به کار رفته در یک سال همبستگی چشمگیری وجود داشته است. شوال و همکاران (۱۹۸۶) گزارش کردند که خاك های آبیاری شده با فاضلاب پالایش نشده در یک زمان پنجاه ساله فلزهای سنگین بیشتری در سنجش با خاکهای آبیاری نشده داشتند (Saber ، ۱۹۸۶) با آزمایش خاك های آبیاری شده با فاضلاب شهر قاهره دریافت که در یک زمان شصت ساله، هر یک از فلزات سنگین می‌توانند به اندازه چشمگیری در خاك انباشته شوند. بیشتر شهرها سیستم واحدی برای جمع‌آوری فاضلاب نداشته و این آبهای آلوده به زمین نفوذ کرده و یا بدون تصفیه در آبیاری کشتزارها استفاده می شود.کانی زئولیت با کاهش دسترسی عناصر سنگین در خاك، این عنصر را از دسترسی گیاه خارج و از ورود این عناصر به درون گیاه جلوگیری می کند (Polat et al., ۲۰۰۴). قارچ میکوریزا آربسکولار در غیر متحرك کردن فلزات در فاریشه گیاه موثرند و با تجمع فلزات به شکل غیرسمی در ریشه‌های گیاه و میسلیوم‌های برون ریشه کمك می کند (Gohre and. Paszkowski, ۲۰۰۶) کادمیم جز سمی‌ترین فلزات است و به علت سمیت بالا و متحرک بودن در طبیعت مورد توجه می‌باشد. یکی از روش‌های ممکن جهت کاهش اثرات زیان بار فلزات سنگین جذب شده از محیط بر گیاهان، استفاده از قارچ‌های مایکوریزا است (Belimov et al. ,۲۰۰۵) . مهابادی و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی از زئولیت به عنوان تثبیت کننده‌ی کادمیوم در خاک استفاده کردند و نشان دادند که افزایش مقدار زئولیت در خاک باعث کاهش بیشتر کادمیوم در محلول خاک شد. لذا هدف این تحقیق بررسی اثرات استفاده ار قارچ میکوریزا آربسکولار و زئولیت در پالایش ریستی کادمیم از خاک تحت آبیاری با پساب فاضلاب شهری بود.

مواد و روش‌ها
آزمایش گلخانه ایی در قالب بلوک های کاملا تصادفی با ۱۲ تیمار در ۳ تکرار در دانشگاه شهید چمران واقع در شهر اهواز به منظور بررسی اثرات قارچ مایکوریزا و زئولیت در پالایش ریستی کادمیم از خاک تحت آبیاری با پساب فاضلاب به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی ترکیبی از ۲ سطح قارچ مایکوریزا (۰ و ۵۰ گرم برکیلو گرم خاک) و ۳ سطح زئولیت (۰-۱۰-۲۰گرم بر کیلوگرم خاک) و ۲ سطح آبیاری (آبیاری با پساب فاضلاب شهری و آبیاری معمولی) می باشد. خاک از مزرعه (عمق ۳۰-۰ سانتیمتری) جمع آوری شده، هوا خشک و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. در این آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی به حجم ۱۰ لیتر با قطر دهانه ۵/۱۶ سانتی‌متر استفاده شد. برای اعمال زئولیت مقدار مورد نظر (۰ و ۱۰ و ۲۰ گرم بر کیلوگرم زئولیت) را با کل خاک گلدان مخلوط می کنیم. زئولیت مورد نظر از نوع کلینوپتیلولیت می باشد. تیمارها ی قارچ در ۵ سانتیمتری خاک سطح گلدانها مخلوط شدند. بخش فوقانی گلدان‌ها به اندازه ۵ سانتی‌متر جهت آبیاری خالی گذاشته شد. تعداد ۳۰ بذر شبدر رقم برسیم درون خاک قرار داده شد. به تمام گلدان‌ها آب کافی اضافه گردید تا رطوبت آنها در حد ظرفیت مزرعه تنظیم شود. سپس گلدانها با پساب فاضلاب شهری اهواز آبیاری گشتند و پس از گذشت دوره رشد(۱۰ هفته) گیاهان برداشت و خاک گلدانها پس از هوا خشک به آزمایشگاه انتقال یافتند. برخی خصوصیات شیمیایی خاکها و غلظت کادمیم قابل دسترس پس از استخراج با DTPA بوسیله دستگاه جذب اتمی مدل ۹۰۰ واریان انگلستان اندازه گیری شدند.

نتایج و بحث

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیای خاک و پساب فاضلاب شهری مورد آزمایش در جدول شماره ۱و خصوصیات شیمیایی زئولیت در جدول شماره ۲ آورده شده است. زئولیت مورد استفاده در این تحقیق از شرکت فرازند از منطقه فیروزکوه با نام زئولیت A-Z تهیه گردید. نتایج آنالیز عنصری و XRD زئولیت مورد نظر از شرکت کانساران بینالود دریافت گردید. پ هاش زئولیت مورد استفاده برابر ۰۶/۹ و قلیایی است که ممکن است زمینه فراهم کردن عناصر سنگین را برای گیاه کاهش دهد. شوری زئولیت برابر ۱۲/۳ دسی‌زیمنس می‌باشد که دلیل این شوری بخاطر وجود سدیم و کلسیم در ساختار زئولیت است .ظرفیت تبادل یونی زئولیت ۶/۹۱ سانتی مول بر کیلوگرم است که نشان دهنده بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی زئولیت است (جدول ۲).

جدول شماره ۱- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و پساب مورد مطالعه

خاک		پساب
بافت خاک	لومی شنی	-
pH	۷.۷	۷.۸
(dS/m) EC	۳	۴
درصد ازت کل	۰.۰۷۹	۱.۹
مواد آلی (درصد)	۱.۵۹	-
کادمیوم mg/kg	۰.۰۱	۱۰

جدول شماره ۲- برخی خصوصیات شیمیایی زئولیت مورد استفاده

پارامتر	مقدار	واحد
EC (۱:۱۰)	۳/۱۲	$dS.m^{-1}$
pH (۱:۱۰)	۹/۰۶	–
CEC	۹۱/۶	$Cmol_c.Kg^{-1}$
Na	۵۷/۹۲	$meq.lit^{-1}$
K	۵۶/۹۹	$meq.lit^{-1}$
Ca	۱۲/۲	$meq.lit^{-1}$
Mg	۱/۸	$meq.lit^{-1}$
Na تبادلی	۲۹/۳۶	$meq.lit^{-1}$
K تبادلی	۳۱/۲۷	$meq.lit^{-1}$

-اثر تیمارهای پساب فاضلاب ، زئولیت و قارچ میکوریزا بر میزان کادمیم خاک

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان می‌دهد که اثرات سه‌گانه، متقابل و ساده تیمارهای پساب فاضلاب ، زئولیت و قارچ میکوریزا بر میزان کادمیم خاک در سطح ۱% معنی‌دار است.

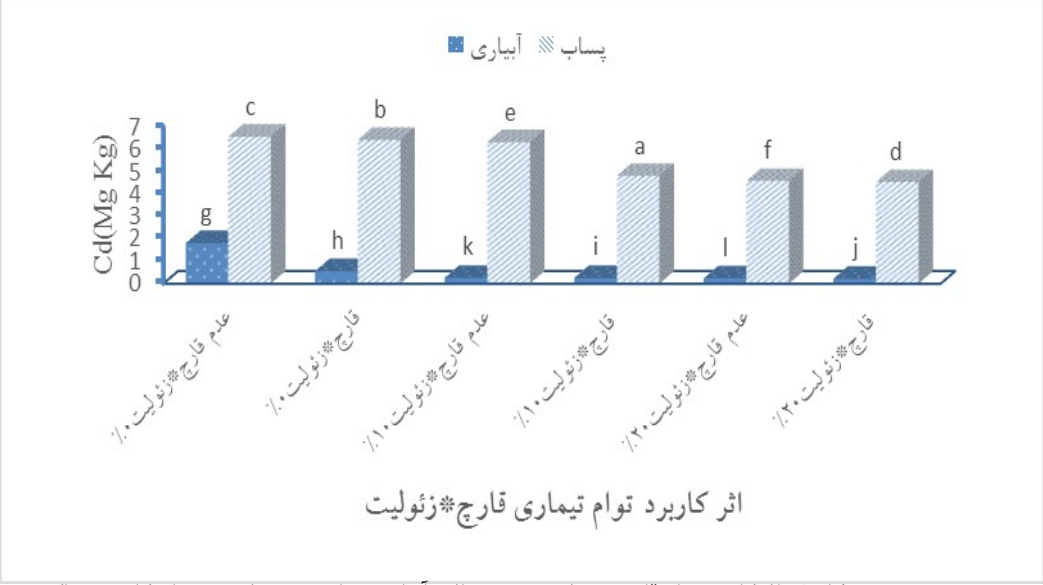
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای پساب فاضلاب، قارچ میکوریزا و زئولیت بر میزان کادمیوم خاک

منابع تغییرات	درجه ازادی	میانگین مربعات کادمیم خاک
ابیاری	۱	۲۲۱.۵۶**
قارچ میکوریزا	۱	۰.۳۱**
زئولیت	۲	۰.۳۹**
آبیاری ×قارچ میکوریزا	۱	۳.۱۸**
آبیاری ×زئولیت	۲	۰.۵۳**
قارچ×زئولیت	۲	۲.۰۳**
آبیاری × قارچ میکوریزا×زئولیت	۲	۵.۴۲**

اشتباه آزمایشی	۲۴	۰.۰۰۰۰۲
ضریب تغییرات		۱۶/۰
انحراف معیار		۴۳/۰

در سطح یک % معنی‌دار **

مقایسه میانگین در شکل ۱ نشان داد که ترکیب تیماری عدم قارچ در زئولیت ۰% وزنی در حالت آبیاری با پساب فاضلاب با میانگین ۵۴/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم کادمیم خاک بیشترین و ترکیب تیماری قارچ در زئولیت ۲۰% وزنی در حالت آبیاری معمولی با میانگین ۲۱/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین کادمیم خاک را دارا بودند. همچنین عدم قارچ همراه با زئولیت ۰، ۱۰ و ۲۰ % وزنی در حالت آبیاری معمولی دارای میزان کادمیم خاک به ترتیب ۸/۱، ۲۶/۰ و ۲۴/۰ میکروگرم در کیلوگرم می‌باشد. همچنین اثر توام قارچ با زئولیت ۰، ۱۰ و ۲۰ % وزنی در حالت آبیاری معمولی دارای میزان کادمیم خاک به ترتیب ۵۶/۰، ۲۵/۰ و ۲۱/۰ میکروگرم در کیلوگرم می‌باشد. عدم قارچ همراه با زئولیت ۰، ۱۰ و ۲۰ % وزنی در حالت آبیاری پساب فاضلاب دارای میزان کادمیم خاک به ترتیب ۵۴/۶، ۳۰/۶ و ۵۷/۴ میکروگرم در کیلوگرم می‌باشد. همچنین اثر توام قارچ با زئولیت ۰، ۱۰ و ۲۰ % وزنی در حالت آبیاری پساب فاضلاب دارای میزان کادمیم خاک به ترتیب ۴/۶، ۸۰/۴ و ۵۲/۴ میکروگرم در کیلوگرم می‌باشد (شکل ۱). همانطور که از نمودار مقایسه میانگین نشان میدهد با افزایش پساب فاضلاب میزان کادمیم خاک نسبت به آبیاری معمولی بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد اما زمانی که زئولیت و قارچ میکوریزا در خاک استفاده می‌گردد میزان کادمیم خاک کاهش می‌یابد. در میزان این کاهش اثر زئولیت از قارچ موثرتر و بیشتر بوده است. قارچ میکوریزا از طریق تثبیت کردن کادمیم در خود و زئولیت از طریق جذب کادمیم مانع از ورود کادمیم به گیاه و آب‌های زیرزمینی می‌گردند. از آنجایی که زئولیت طبیعی دارای ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی می‌باشد در نتیجه پتانسیل بالایی جهت جذب گونه‌های کاتیونی فلزات سنگین از پساب فاضلاب دارد. مهابادی و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی از زئولیت به عنوان تثبیت کننده‌ی کادمیوم در خاک استفاده کردند و نشان دادند که افزایش مقدار زئولیت در خاک باعث کاهش بیشتر کادمیوم در محلول نشت شده از خاک شد. گوانکورا و همکاران (۲۰۱۰) در طی پژوهشی گزارش کردند که تلقیح ریشه ذرت با گونه گلوموس نسبت به گونه موسسیا در جذب کادمیم خاک بطور معنی‌داری بیشتر بوده است. جونر و لیوال (۱۹۹۷) نشان داد که با افزایش غلظت کادمیم در حضور قارچ میکوریزا جذب این عنصر سنگین توسط این قارچ افزایش می‌یابد. طی تحقیقی حمید پورو همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که کاربرد زئولیت در خاک‌های آلوده به کادمیم، میزان کادمیم را در خاک از طریق جذب در خود می‌کاهد.



شکل ۱- اثر کاربرد توام قارچ و زئولیت در دو حالت آبیاری پساب و معمولی بر میزان کادمیم خاک

منابع

۱-Belimov, A. A., Hontzeas, N., Safronova, V. I., Demchinskaya, S. V., Piluzza, G., Bullitta, S., Glick, B. R. (۲۰۰۵). Cadmium-tolerant plant growth-promoting bacteria associated with the roots of Indian mustard (Brassica juncea L. Czern.). Soil Biology & Biochemistry., ۳۷: ۲۴۱-۲۵۰.

۲-Joner, E. J. And Leyval, C. (۱۹۹۷). Uptake of ۱۰۹ cd by roots and hyphae of a Glomus mossea Trifolium subteraneum mycorrhiza from soil amended with high and low concentrations of cadmium. New Phytologist. ۱۳۵(۲): ۳۵۳-۳۶۰.

۳--Gohre, V. & U. Paszkowski, (۲۰۰۶). Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation. Planta, ۲۲۳: ۱۱۱۵-۱۱۲۲

۴-Hamidpur, M.,. M Afyuni, M. Kalbasi, A. H. Khoshgotramanesh and V. J. Inglezakis. (۲۰۱۰). Mobility and plant availability of Cd and pb adsorbed on zeolite and bentonite. J Appl. Clay Sci.۴۸: ۳۴۲-۳۴۸

۵-Mahabadi, A. A., M. A. Hajabbasi, H. Khademi and H. Kazemian. ۲۰۰۷. Soil cadmium stabilization using an Iranian natural zeolite. J. Geoderma.۱۳۷:۳۸۸-۳۹۳.

۶--Mukerji, K. G. and Chamola, B. P.) ۲۰۰۳(. Compendium of Mycorrhizal Research. A. P. H. Publi., New Delhi

۷--Polat, E., Karaca, M. Demir, H and Naci Onus, A. (۲۰۰۴). Use of natural Zeolite (clinoptilolite) in agriculture. J. of Fruit and Orn. Plant Res. ۱۲: ۱۸۳-۱۸۸

۸-Saber, M. S. M. ۱۹۸۶. Prolongedeffect of land disposal of human wastes on soil conditions. Wat. Sci.Tech. Vol. ۱۸: ۳۷۱-۳۷۴

۹-Shuval, H. I., Adin, A., Fattal, B., Rawitz, E., Yekutiel. P. ۱۹۸۶.Wastewater Irrigation in Developing Countries. Health Effects and Technical Solutions. World Bank Tech. Pap. ۵۱, ۳۲۵pp..

Abstract

Is the wastewater can be considered source of water supply for irrigation? Wastewater is always a fair amount of macro and micro nutrients which are available. In addition, the amounts of heavy metals that can have adverse effects on the environment. Use symbiotic organisms and absorbing minerals in contaminated soils can prevent the absorption of heavy metals by plants refining and effective. For this purpose a factorial experiment in a completely randomized design with three replications was conducted. The experiment consisted of two levels of mycorrhiza (۰ and ۵۰ gr per Kg of soil), two types of water (wastewater and irrigation water) and three levels of zeolite (۰, ۱۰ and ۲۰ gr per Kg of soil), respectively. The results showed that the use of cadmium in the soil is increased wastewater. The use of zeolite, mycorrhiza fungus cadmium in soil solution was significantly decreased.

تاثیر میزان شوری آب آبیاری بر دینامیک کربن آلی

زهرا نجفی [۱]، احمد گلچین [۲]، سعید شفیعی [۳]
۱.دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲. استاد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان،۳.دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده
بازگشت بقایای گیاهی به خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک از ارکان مهم و اجتناب ناپذیر پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی است.به‌منظور بررسی تاثیر میزان شوری آب آبیاری بر دینامیک کربن آلیبک آزمایش اسپلیت اسپلیت پلات با سه تکرار و با استفاده از کیف کلش به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل دو نوع بقایای گیاهی (جو و یونجه)، شوری آب آبیاری در سه سطح (آب معمولی با شوری ۳/۰ ، آب با شوری ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر) و مدت زمان خوابانیدن بقایا در چهار سطح (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند. نتایج نشان دادند که مقدار هدررفت کربن در شوری‌های ۳/۰، ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر برای بقایای یونجه به ترتیب ۵۲/۶۵، ۷۱/۶۱ و ۸۹/۵۸ و برای بقایای جو به ترتیب ۹۵/۶۰، ۹۵/۵۱ و ۳۳/۴۸ درصد کربن اولیه بود. نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از ۳/۰ به ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر مقدار هدررفت کربن آلی از بقایای یونجه به‌ترتیب ۸/۵ و ۱۰ و از بقایای جو به‌ترتیب ۷/۱۴ و ۷/۲۰ درصد کاهش یافت.

واژه های کلیدی: شوری آب آبیاری، کربن آلی، تجزیه، کلش

مقدمه
امروزه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسیاری از خاک‌ها در مناطق مختلف جهان، به دلایل متعدد برای انجام عملیات کشاورزی و فعالیت موجودات خاک نامناسب شده است. از جمله عوامل نامطلوب می‌توان به کاهش مواد آلی و شور شدن خاک‌ها اشاره نمود (Gharaibeh et al, ۲۰۱۰). در آب و هوای خشک شوری یکی از عوامل اصلی محدود کننده‌ی رشد گیاهان و یک عامل موثر در تخریب زمین است. بارندگی اندک و پتانسیل بالای تبخیر و تعرق در این مناطق حرکت رو به بالای نمک در محلول خاک را افزایش داده که خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در سرتاسر جهان بیش از ۳۹۷ میلیون هکتار از زمین‌ها تحت تاثیر شوری قرار دارند و احتمالا این مناطق به‌دلیل آبیاری و حذف پوشش گیاهی بومی دچار افزایش شوری نیز خواهند شد (Mavi and Murschner, ۲۰۱۳). تاثیر منفی شوری به‌وسیله‌ی کمبود مواد آلی و پایداری کم ساختمان خاک در شرایط خاص تشدید می‌شود (Walpola and Arunakumara, ۲۰۱۰).
خاک‌های شور به‌وسیله‌ی غلظت بالای نمک‌های محلول، ماده‌ی آلی اندک و غلظت‌های پایین نیتروژن تشخیص داده می‌شوند (Walpola and Arunakumara, ۲۰۱۰). غلظت بالای نمک در محلول خاک باعث جذب اندک آب توسط گیاهان به‌دلیل پتانسیل اسمزی اندک، رقابت یونی در جذب مواد غذایی و جذب یون‌های سمی می‌شود که این تاثیرات نه تنها رشد گیاهان را کاهش می‌دهند بلکه تاثیر منفی بر روی فعالیت و میزان بیوماس میکروبی خاک دارند (Mavi and Murschner, ۲۰۱۳). در مقایسه با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، جنبه‌های میکروبیولوژی خاک که به شوری محیط وابسته می‌باشند کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند اما مطالعات اخیر به وضوح عوارض جانبی شوری بر توده‌ی میکروبی را بیان کرده است (Muhammad et al, ۲۰۰۶).
کشور ما ایران جزء مناطق خشک است. شوری خاک از جنبه‌های مهم تخریب اراضی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. امروزه شوری خاک‌های کشاورزی و منابع آب که منجر به تخریب اراضی می‌گردد، به یک معضل جهانی در اراضی تحت آبیاری تبدیل شده است. بیش از ۲۰ درصد اراضی زیر کشت آبی توسط شوری و یا قلیائیت تهدید می‌شوند. با توجه به این که در ایران خاک‌های شور و سدیمی وسعتی حدود ۲۵ میلیون هکتار دارند و ۱۵ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص می‌دهند (Mostafazadeh-Fard et al, ۲۰۰۷) لذا مطالعه‌ی دینامیک بقایای گیاهی در این خاک‌ها به‌منظور مدیریت مواد غذایی مورد نیاز گیاه امری لازم و ضروری است به همین دلیل این آزمایش با هدف مطالعه‌ی تاثیر شوری آب آبیاری بر معدنی شدن کربن آلی بقایای گیاهی یونجه و جو به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها
به‌منظور مطالعه تاثیر شوری آب آبیاری بر دینامیک بقایای یونجه و جویک آزمایش اسپلیت اسپلیت پلات با سه تکرار و با استفاده از کیف کلش به اجرا در آمد.فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل دو نوع بقایای گیاهی (جو و یونجه)، شوری آب آبیاری در سه سطح (آب معمولی با شوری ۳/۰ دسی زیمنس بر متر، آب با شوری ۴ دسی زیمنس بر متر و آب با شوری ۸ دسی زیمنس بر متر) و مدت زمان خوابانیدن بقایا در چهار سطح (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند که به‌ترتیب در کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی- فرعی قرار داده شدند. در این آزمایش کیف‌های حاوی کلشدر عمقپنج سانتي‌متری خاک گلدان‌هایی که رطوبت‌های آن‌ها در حد ۵۰ درصد رطوبت

اشباع تنظیم گردیدند جایگذاری شدند و با آب‌هایی با شوری‌های معین آبیاری گردیدند. طرح آزمایشی مورد استفاده در این آزمایش طرح کاملا تصادفی بود.

نمونه‌برداری و تجزیه‌ی خاک

برای انجام این پژوهش حدود ۱۵۰ کیلوگرم خاک زراعی از لایه‌ی سطحی (عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری) تهیه و به گلخانه منتقل گردید. پس از همگن نمودن نمونه‌ی تهیه شده و هوا خشک کردن و عبور دادن آن از الک دو میلیمتری به‌صورت نمونه‌های فرعی دو کیلویی درگلدان‌های پلاستیکی توزیع گردیدند. کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر در مجاورت بي‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (Nelson and Sommer, ۱۹۸۲)، نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال (Bremnerand Mulvaney, ۱۹۸۲)، بافت خاک به روش هیدرومتر،هدایت الکتریکی (ECe) در عصاره‌ی اشباع و pH در گل اشباع و با روش‌های معمول در موسسه‌ی تحقیقات خاک و آب (علی احیائی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲) تعیین گردیدند. برخی از ویژگی‌های مهم خاک مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

کربن الی	نیتروژن کل	شن	سیلت	رس	بافت	pH	ECe
درصد							(dSm^{-1})
۱۵/۱	۱۰۵/۰	۴۱	۲۶	۳۳	CL	۸۸/۷	۵۷۸/۰

نمونه‌برداری و تجزیه بقایای گیاهی

نمونه‌های گیاهی یونجه و جو از بخش‌های هوایی این گیاهان تهیه و پس از خرد شدن در ابعاد یک سانتي‌متری در آون، در دمای ۶۰-۵۵ درجه‌ی سانتي‌گراد خشک شدند. سپس از بقایای گیاهی تهیه شده، نمونه‌ای همگن تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. کربن آلی بقایا به روش اکسیداسیون تر در مجاورت بي‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (Nelson and Sommer, ۱۹۸۲) و نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال (Bremnerand Mulvaney, ۱۹۸۲) تعیین گردید. برخی از ویژگی‌های مهم بقایای گیاهی مورد استفاده در آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های بقایای گیاهی مورد استفاده در آزمایش

گیاه	کربن الی	نیتروژن کل	C/N
	درصد		
یونجه	۴۰	۹۸/۱	۲۸/۲۲
جو	۴۵	۳۳/۱	۴۵/۳۱

تهیه‌ی کیف‌های کلش

برای تهیه‌ی کیف‌های کلش یک توری پلاستیکی با قطر منافذ ۵/۰ میلي‌متر انتخاب و پس از برش آن کیف‌هایی با ابعاد ۱۵×۱۵ سانتي‌متر تهیه گردیدند. در کیف‌های کلش مقدار ۱۵ گرم بقایای گیاهی قرار داده شد و سپس درب کیف‌ها منگنه شدند و کیف‌ها در گلدان‌هایی که با آب‌های با شوری متفاوت آبیاری می‌شدند در عمق پنج سانتي‌متری خاک جایگذاری شدند.

زمان نمونه‌برداری و آماده سازی نمونه‌ها

بقایای گیاهی قرار داده شده در گلدان‌ها در فواصل زمانی ۳۰ روزه و طی چهار دوره‌ی زمانی از گلدان‌های آزمایشی خارج و برای انجام تجزیه‌های شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه‌های گیاهی برداشت شدهدر هر دوره‌ی زمانی ابتدا تمیز و سپس در آون در دمای ۶۰-۵۵ درجه‌ی سانتي‌گراد خشک و به دقت توزین گردیدند. پس از به دست آوردن وزن دقیق بقایای گیاهی باقی‌مانده در هر بازه‌ی زمانی، بقایا برای انجام آزمایشات بعدی آسیاب (Austin and Vivanco,۲۰۰۶) و در آن‌ها کربن آلی به‌روش خاکستر کردن در دمای ۴۵۰ درجه‌ی سانتي‌گراد به مدت پنج ساعت، اندازه‌گیری شد (Murungu et al, ۲۰۱۱).

مقدار هدررفت کربن آلی از کسر میزان کربن باقیمانده در هر بازه زمانی از میزان کربن باقیمانده در بازه‌ی زمانی قبل محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SASانجام و برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصداستفاده گردید. ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCELصورت گرفت.

نتایج و بحث

تاثیر شوری آب آبیاری بر دینامیک کربن آلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شوری آب آبیاری تاثیر معني‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر هدررفت کربن آلی داشت (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر نوع بقایا، شوری آب آبیاری و مدت زمان خوابانیدن بر دینامیک کربن آلی

منبع تغییرات	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات درصد هدررفت کربن ماهانه
نوع بقایا	۱	۰۶۶۱۰۸/۱۵۸۸*
اشتباه اصلی	۴	۱۲۳۴۱۶/۱۱ ns
شوری آب آبیاری	۲	۳۰۲۸۵۵/۴۲۹*
نوع بقایا× شوری آب آبیاری	۲	۴۹۰۷۵۸/۷۱ ns
اشتباه فرعی	۸	۶۱۹۹۶۴/۲۸ns
مدت زمان خوابانیدن	۳	۶۴۰۸۳۶/۳۰۲*
نوع بقایا×مدت زمان خوابانیدن	۳	۵۲۲۵۵۵/۴ns
شوری آب آبیاری×مدت زمان خوابانیدن	۶	۷۹۷۳۵۴/۴ ns
نوع بقایا×شوری آب آبیاری×مدت زمان خوابانیدن	۶	۸۹۰۲۹۸/۱ ns
اشتباه کل	۷۱	
ضریب تغییرات (CV)		۲۱۹۸۱۷/۹

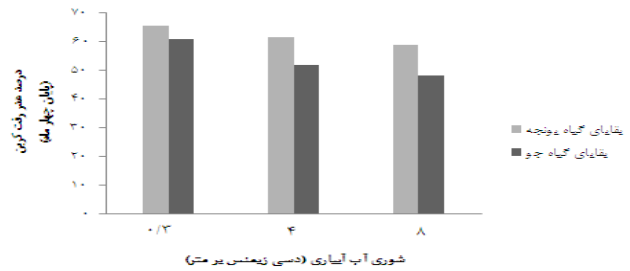
nsغیر معنی‌دار بودنو*معني‌دار بودن در سطح احتمال پنج درصد را بیان مي‌کند.

در این آزمایش طی بازه‌های زمانی خوابانیدن، دمای هوا جهت انجام فعالیت میکروبی مناسب بود (شکل ۱). بنابراین تجزیه‌ی بقایای گیاهی بسته به شوری‌های مختلف آب آبیاری با سرعت متفاوتی انجام شده است.



شکل ۱- تغییرات دما طی بازه‌های زمانی خوابانیدن بقایای گیاهی

بیشترین مقدار هدررفت کربن برای بقایای گیاهی یونجه و جودرشوری ۳/۰ دسي‌زیمنس بر متر اتفاق افتاد که به‌ترتیب برابر با ۵۲/۶۵ و ۹۵/۶۰ درصد بود. کمترین مقدار هدررفت کربن مربوط به شوری ۸ دسیزیمنس بر متر به‌ترتیب برابر با ۸۹/۵۸ و ۳۳/۴۸ درصد برای بقایای یونجه و جو بود. مقدار هدر رفت کربن آلی پس از گذشت چهار ماه و در شوري‌های ۳/۰، ۴، ۸ دسي‌زیمنس بر متر برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب ۵۲/۶۵، ۷۱/۶۱ و ۸۹/۵۸ درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب ۹۵/۶۰، ۹۵/۵۱ و ۳۳/۴۸ درصد کربن اولیه بود (شکل ۲). نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از ۳/۰ به ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر مقدار هدررفت کربن آلی از بقایای یونجه به ترتیب ۸/۵ و ۱۰ درصد و از بقایای جو به ترتیب ۷/۱۴ و ۷/۲۰ درصد کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد که شوری یک عامل بازدارنده برای تجزیه‌ی بقایای گیاهی بوده و به نگه‌داشت بیشتر کربن آلی در خاک‌های شور کمک می‌کند.

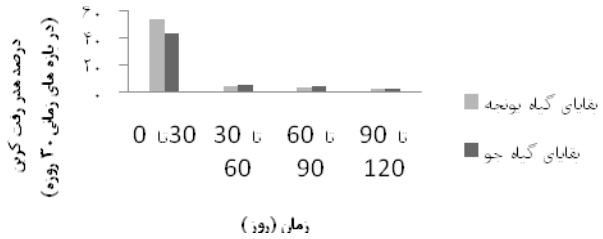


شکل ۲- تاثیر شوري‌های مختلف آب آبیاری بر هدررفت کربن آلیبقایای گیاه یونجه و جو

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی برای میکروارگانیسم‌های خاک است و در خاک‌هایی با شوری بالا به دلیل کاهش میزان فعالیت قارچ‌ها معدنی شدن کربن آلی کاهش می‌یابد (Walpolaand Arunakumara, ۲۰۱۰). اندازه‌گیری میزان تنفس در خاک‌هایی با سطوح شوری متفاوت نشان داد که شوری تاثیر منفی بر میزان فعالیت بیوماس میکروبی داشت و منجر به کاهش فرآیندهای زیستی شیمیایی گردید. همچنین در مدت زمان‌های کوتاه، اضافه کردن مواد سهل‌التجزیه به عنوان منبع انرژی توانایی میکروب‌ها را در تحمل شوری افزایش می‌دهد (Maviand Murschner, ۲۰۱۳).

تاثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر دینامیک کربن آلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بازه‌های زمانی خوابانیدن تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان هدررفت کربن آلی داشتند (جدول ۳). بیشترین مقدار هدررفت کربن در هر دو نوع بقایا مربوط به بازه‌ی زمانی صفر تا ۳۰ روز و کمترین مقدار هدررفت در هر دو نوع بقایا مربوط به بازه‌ی زمانی ۹۰-۱۲۰ روز بود. میزان هدررفت کربن در بازه‌های زمانی صفر-۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰ و ۹۰-۱۲۰ روز برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب ۹۱/۵۳، ۵۸/۳، ۰۷/۳ و ۴۷/۱ درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب ۲۹/۴۳، ۴۷/۴، ۸۷/۳ و ۱۱/۲ درصد بود (شکل ۳). نتایج نشان داد که مواد سهل التجزیه‌ی بقایای گیاهی شامل قندهای ساده، اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها در ماه‌های اولیه‌ی خوابانیدن بقایای گیاهی با سرعت تجزیه و از بین می‌روند و پس از آن مواد مقاوم به تجزیه با سرعت کمتری تجزیه شده و برای مدت طولانی‌تری در خاک باقی می‌مانند (Vaieretti et al, ۲۰۰۵).



شکل ۳-تاثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر میزان هدررفت کربن آلیبقایای گیاه یونجه و جو

این موضوع که فرآیند تجزیه از نظر سرعت شامل دو مرحله‌ی کلی است، مورد پذیرش اغلب محققین است. در مرحله‌ی اول که سرعت تجزیه بالا است، تجزیه‌ی ترکیبات ناپایدار غالب می‌باشد و در مرحله‌ی دوم که با سرعتی پایین‌تر اتفاق می‌افتد ترکیبات مقاوم‌تر مورد تجزیه قرار می‌گیرند (Vaieretti et al, ۲۰۰۵).

نتیجه‌گیری

افزایش شوری آب آبیاری باعث کاهش سرعت تجزیه‌ی بقایای گیاهی یونجه و جو گردید و به نگه‌داشت بیشتر کربن آلی در خاک منجر شد. تاثیر سوء شوری بر سرعت تجزیه‌ی بقایای گیاهی جو بیشتر از بقایای گیاهی یونجه بود.

منابع

مریم علی احیائی و علی اصغر بهبهانی زاده، ۱۳۷۲، شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک، جلد اول، نشریه شماره ۸۹۳.

Austin, A. T. and Vivanco, L. ۲۰۰۶. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation.Nature.۴۴۲ : ۵۵۵- ۵۵۸.

Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. ۱۹۸۲.Nitrogen total.pp. ۵۹۵- ۶۲۴. In: A. L. Page., R. H. Miller. And D. R. Keeney (eds.). Methods of soil analysis.Part ۲.Chemical analysis.American Society of Agronomy Inc. and Soil Science Society of American Inc. Madison, W I.

Gharaibeh, M.A., Eltaif, N.I., and Shra'ah, S.H. ۲۰۱۰.Reclamation of acalcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by product gypsum. SoilUse and Management ۲۶:۹۳-۱۹۵.

Mavi, M. S. and Marschner, P. ۲۰۱۳. Salinity affects the response of soil microbial activity and biomass to addition of carbon and nitrogen. Soil Research. ۵۱: ۶۸-۷۵.

Mostafazadeh-Fard, B., Heidarpour, M., Aghakhani, A. and Feizi, M. ۲۰۰۷. Effects of irrigation water salinity and leaching on soil chemical properties in an arid region. International Journal of Agriculture and Biology. ۹(۳): ۴۶۶-۴۶۹

Muhammad, S., Mü ller, T. and Joergensen, R. G. ۲۰۰۶.Decomposition of pea and maize straw in Pakistani soils along a gradient in salinity.Biology and Fertility of Soils. ۴۳: ۹۳-۱۰۱.

Murungu. F. S.,Chiduza, C.,Muchaonyerwa.P. and Mnkeni, P. N. S. ۲۰۱۱.Decomposition, nitrogen and phosphorus mineralizationfrom winter-grown cover crop residues and suitabilityfor a smallholder farming system in South Africa.NutrCyclAgroecosyst. ۸۹:۱۱۵-۱۲۳.

Nelson, D. W. and Sommer, L. E. ۱۹۸۲.Total carbon, organic carbon, and organic matter.pp. ۵۹۵- ۶۲۴. In: A. L. Page (eds.). Methods of soil analysis.Part ۲.Chemical and Microbiological Properties.American Society of Agronomy.Madison, W I.

Vaieretti, M. V.,Pé rez, H. N.andGurvich, D. E. ۲۰۰۵.Decomposition dynamics and physico-chemical leaf quality of abundant species in montane woodland in central Argentina. Plant and Soil. ۲۱: ۲۰۵-۲۷۸.

Walpola, B. C. and Arunakumara, K. K. I. U. ۲۰۱۰. Effect of salt stress on decomposition of organic matter and nitrogen mineralization in animal manure amended soils.The Journal of Agricultural Sciences. ۵(۱): ۹-۱۸.

Abstract

Incorporation of plant residues in soils ofarid and semiarid regions is a major principle for sustainable agriculture. This experiment was performed to evaluate the effects of salinity ofirrigation water on organic carbon dynamics. For this purpose, a split - split plot experiment with three replications was conducted using litter bag method. Factors examined were types of plant residue (barley and alfalfa), salinity levels ofirrigation water(۰.۳, ۴ and ۸ dSm^{-1}) and incubation time intervals (۱, ۲, ۳ and ۴ months). The results showed that the amounts of organic carbon lost after ۴ months were ۶۵.۵۲, ۶۱.۷۱ and ۵۸.۸۹% for alfalfa residue and ۶۰.۹۵, ۵۱.۹۵and۴۸.۳۳% for barley residue when salinity levels ofirrigation water were adjusted at ۰.۳, ۴ and ۸ dSm^{-1} respectively. The results showed that by increasing the salinity level of irrigation water from ۰.۳ to ۴ and ۸ dSm^{-1}, the amounts of organic carbon lost from alfalfa and barely residues decreased by ۵.۸ and ۱۰% and ۱۴.۷ and ۲۰.۷% respectively.

تاثیر میزان رطوبت خاک بر دینامیک کربن آلی

زهرا نجفی [۱]، احمد گلچین [۲]، سعید شفیعی [۳]
۱.دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲. استاد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۳.دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده
میزان کربن آلی خاک توسط دو فاکتور اساسی شامل میزان کربن ورودی به خاک و سرعت تجزیه‌ی آن کنترل می‌شود. به منظور بررسی تاثیر میزان رطوبت خاک بر دینامیک کربن آلی یک آزمایش اسپلیت اسپلیت پلات با سه تکرار و با استفاده از کیف کلش به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل دو نوع بقایای گیاهی (جو و یونجه)، سطوح رطوبتی خاک در پنج سطح (۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد رطوبت اشباع) و مدت زمان خوابانیدن بقایا در چهار سطح (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند که به ترتیب در کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی- فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان دادند که مقدار هدررفت کربن در رطوبت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد رطوبت اشباع برای بقایای یونجه به ترتیب ۰۵/۱۲، ۲۱/۵۴، ۵۹/۷۰، ۵۲/۶۶ و ۴۲/۶۲ و برای بقایای جو به ترتیب ۳۶/۱۰، ۳۷/۴۸، ۶۳/۶۰، ۳۸/۵۹ و ۲۹/۵۵ درصد کربن اولیه بود. نتایج همچنین نشان دادند که کمبود رطوبت خاک در مقایسه با کمبود تهویه عامل محدود کننده‌تری برای تجزیه‌ی بقایای گیاهی بود.

واژه های کلیدی: رطوبت خاک، کربن آلی، تجزیه، کلش

مقدمه
یکی از مهم‌ترین عوامل در توسعه کشاورزی و تأمین غذای بشر، حفظ باروری خاك است. با توسعه و پیشرفت صنعت کشاورزی، استفاده از کودها و سموم شیمیایی به طور چشمگیری افزایش یافته است. استفاده‌ی بی‌رویه از کودهای شیمیایی در چهار الی پنج دهه‌ی اخیر منجر به کاهش استفاده از بقایای گیاهی و کودهای آلی گردیده است. در سال‌های گذشته پیامدهای ناشی از سوء مدیریت بر تعادل و چرخه انرژی و مواد و نهایتا باروری خاک شناخته شده نبود اما افزایش آگاهی نسبت به جنبه‌های زیست محیطی کیفیت خاک و تولیدات گیاهی منجر به افزایش تمایل زارعین نسبت به استفاده از بقایای گیاهی، کودهای سبز و دیگر کودهای آلی در خاک شده است (Kumar and Goh, ۲۰۰۰).

در حال حاضر مدیریت بقایای گیاهی به دلیل اثرات گوناگون آن بر روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک توجهات زیادی را به خود جلب نموده است. افزودن مواد آلی (OM) به خاک از طریق بقایای گیاهی منجر به بهبود ساختمان خاک، افزایش نفوذ آب و هوا به داخل خاک، کنترل دما و کاهش میزان رواناب و فرسایش خاک می‌شود و انجام عملیات خاکورزی را تسهیل می‌نماید. مقدار مواد غذایی که توسط بقایای گیاهی به خاک اضافه می‌شود، قابل ملاحظه است. بنابراین تعیین اندازه مخازن و سرعت بازگشت بقایای گیاهی مختلف به‌منظور افزایش بهره‌وری از مواد مغذی موجود در بقایای گیاهی و کاهش میزان هدررفت آن‌ها، افزایش کیفیت خاک و بهبود رشد گیاهان امری مهم و ضروری است (Kumar and Goh, ۲۰۰۰).

میزان کربن آلی خاک توسط دو فاکتور اساسی شامل میزان کربن ورودی به خاک (کمیت و کیفیت بقایای گیاهی) و سرعت تجزیه آن کنترل می‌شود (Lutzow et al, ۲۰۰۶).

ترکیبی از فاکتورهای محیطی و بیولوژیکی در معدنی شدن کربن آلی در خاک نقش دارند و میکروب‌ها عامل اصلی در تجزیه کلش و بقایای گیاهی هستند. فاکتورهای غیر زنده شامل دما، نوع خاک، چگالی ظاهری، رطوبت خاک و کیفیت آب آبیاری نیز از طریق تاثیرگذاری بر فعالیت‌های میکروبی بر معدنی شدن کربن آلی موثرند (Silveira et al, ۲۰۱۱). سرعت معدنی شدن کربن آلی در مناطقی با دما و رطوبت بالا نسبت به مناطق سرد و خشک بیشتر است (Moorhead et al, ۱۹۹۹). با توجه به رابطه‌ی معکوس بین رطوبت خاک و میزان تهویه هدف این آزمایش بررسی تاثیر سطوح مختلف رطوبت خاک بر دینامیک بقایای گیاهی یونجه و جو بود.

مواد و روش‌ها
به‌منظور مطالعه تاثیر رطوبت خاک بر دینامیک بقایای یونجه و جو یک آزمایش اسپلیت اسپلیت پلات با سه تکرار و با استفاده از کیف کلش به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل دو نوع بقایای گیاهی (جو و یونجه)، سطوح رطوبتی خاک در پنج سطح (۱۰،۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد رطوبت اشباع) و زمان نمونه‌برداری در چهار سطح (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند که به ترتیب در کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی- فرعی قرار داده شدند. در این آزمایش کیف‌های حاوی کلش در عمق پنج سانتی‌متری خاک گلدان‌هایی که رطوبت‌های آن‌ها در حد مشخصی تنظیم گردیدند جایگذاری شدند. طرح آزمایشی مورد استفاده در این آزمایش طرح کاملا تصادفی بود.

نمونه‌برداری و تجزیه‌ی خاک

برای انجام این پژوهش حدود ۲۵۰ کیلوگرم خاک زراعی از لایه‌ی سطحی (عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری) تهیه و به گلخانه منتقل گردید. پس از همگن نمودن نمونه‌ی تهیه شده و هوا خشک کردن و عبور دادن آن از الک دو میلیمتری به‌صورت نمونه‌های فرعی دو کیلویی درگلدان‌های پلاستیکی توزیع گردید. کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر در مجاورت بی‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (Nelson and Sommer, ۱۹۸۲)، نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال (Bremnerand Mulvaney, ۱۹۸۲)، بافت خاک به روش هیدرومتر،هدایت الکتریکی (ECe) در عصاره‌ی اشباع و pH در گل اشباع و با روش‌های معمول در موسسه‌ی تحقیقات خاک و آب (علی احیائی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲)تعیین گردیدند. برخی از ویژگی‌های مهم خاک مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

کربن آلی	نیتروژن کل	شن	سیلت	رس	بافت	pH	ECe
		درصد					(dSm^{-1})
۱۵/۱	۱۰۵/۰	۴۱	۲۶	۳۳	CL	۸۸/۷	۵۷۸/۰

نمونه‌برداری و تجزیه بقایای گیاهی

تمامی نمونه‌های گیاهی یونجه و جو از بخش‌های هوایی تهیه گردید. نمونه‌ها پس از خرد شدن در ابعاد یک سانتي‌متر در آون، در دمای ۶۰-۵۵ درجه‌ی سانتي‌گراد خشک گردیدند. سپس از بقایای گیاهی، نمونه‌ای همگن تهیه گردید و مورد استفاده قرار گرفت. کربن آلی گیاهان به روش اکسیداسیون تر در مجاورت بي‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (Nelson and Sommer, ۱۹۸۲) و نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال (Bremnerand Mulvaney, ۱۹۸۲) تعیین گردید. برخی از ویژگی‌های مهم بقایای گیاهی مورد استفاده در آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های بقایای گیاهی مورد استفاده در آزمایش

نوع بقایا	کربن آلی	نیتروژن کل	نسبت C/N
	درصد		
یونجه	۴۰	۹۸/۱	۲۸/۲۲
جو	۴۵	۳۳/۱	۴۵/۳۱

تهیه‌ی کیف‌های کلش

برای تهیه‌ی کیف‌های کلش یک توری پلاستیکی با قطر منافذ ۵/۰ میلي‌متر انتخاب و پس از برش آن کیف‌هایی با ابعاد ۱۵×۱۵ سانتي‌متر تهیه گردیدند. در کیف‌های کلش مقدار ۱۵ گرم بقایای گیاهی قرار داده شد و سپس درب کیف‌ها منگنه شدند وکیف‌ها در گلدان‌هایی که دارای رطوبت متفاوت بودند در عمق پنج سانتي‌متری خاک جایگذاری شدند.

زمان نمونه‌برداری و آماده سازی نمونه‌ها

بقایای گیاهی قرار داده شده در گلدان‌ها در فواصل زمانی ۳۰ روزه و طی چهار دوره‌ی زمانی از گلدان‌های آزمایشی خارج و برای انجام تجزیه‌های شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه‌های گیاهی برداشت شده در هر دوره‌ی زمانی ابتدا تمیز و سپس در آون در دمای ۶۰-۵۵ درجه‌ی سانتي‌گراد خشک و به دقت توزین گردیدند. پس از به دست آوردن وزن دقیق بقایای گیاهی باقی‌مانده در هر بازه‌ی زمانی، بقایا برای انجام آزمایشات بعدی آسیابو در آن‌ها کربن آلی به‌روش خاکستر کردن در دمای ۴۵۰ درجه‌ی سانتي‌گراد به مدت پنج ساعت، اندازه‌گیری شد (Austin and Vivanco,۲۰۰۶; Murungu et al, ۲۰۱۱).

هدررفت کربن از کسر میزان کربن باقیمانده در هر بازه زمانی از میزان کربن باقیمانده در بازه‌ی زمانی قبل محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SASانجام و برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح پنج درصداستفاده گردید. ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCELصورت گرفت.

نتایج و بحث

تاثیر رطوبت خاک بر دینامیک کربن آلی

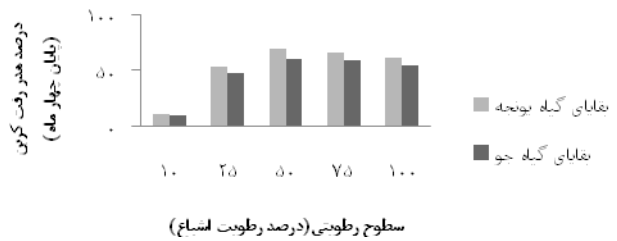
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که رطوبت خاک تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان هدررفت کربن داشت (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر نوع بقایا، میزان رطوبت خاک و مدت زمان خوابانیدن بر دینامیک کربن آلی

منبع تغییرات	درجه‌ی ازادی	میانگین مربعات درصد هدررفت کربن ماهانه
نوع بقایا	۱	۹۰۹۳۲/۱۲۰۵*
اشتباه اصلی	۴	۰۰۹۳۸/۲۶ ns
رطوبت خاک	۴	۲۳۰۶۸/۱۰۶۲۵*
نوع بقایا× رطوبت خاک	۴	۹۲۰۶۲/۶۷ ns
اشتباه فرعی	۱۶	۴۵۷۵۲/۵۵ns
مدت زمان خوابانیدن	۳	۹۶۱۹۵/۱۲۱۹*
نوع بقایا×مدت زمان خوابانیدن	۳	۸۵۶۴۹/۰ns
رطوبت خاک× مدتزمان خوابانیدن	۱۲	۴۳۸۹۳/۲۲ns
نوع بقایا×رطوبت خاک× مدتزمان خوابانیدن	۱۲	۸۷۰۱۱/۱۳ ns
اشتباه کل	۱۱۹	
ضریب تغییرات (CV)		۹۴۲۸۶/۱۵

.غیر معنی‌دار بودنو*معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج درصد را بیان می‌کندns

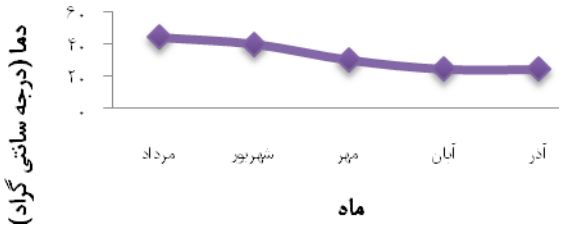
بیشترین مقدار هدررفت کربن برای بقایای گیاهی یونجه و جودر رطوبت ۵۰ درصد رطوبت اشباع اتفاق افتاد که به ترتیب برابر با ۵۹/۷۰ و ۶۳/۶۰ درصد بود. کمترین مقدار هدررفت کربنمربوط بهسطح رطوبتی ۱۰ درصد رطوبت اشباع که به ترتیب برابر با ۰۵/۱۲ و ۳۶/۱۰درصد کربن اولیه بود. مقدار هدررفت کربن در سطوح رطوبتی ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد رطوبت اشباع برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب ۰۵/۱۲، ۲۱/۵۴، ۵۹/۷۰، ۵۲/۶۶ و ۴۲/۶۲ درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب ۳۶/۱۰، ۳۷/۴۸، ۶۳/۶۰، ۳۸/۵۹ و ۲۹/۵۵ درصد کربن اولیه بود (شکل ۱).



شکل ۱- تاثیر سطوح رطوبت خاکبر هدررفت کربن آلی در بقایای گیاهی یونجه و جو

ترکیبی از فاکتورهای محیطی و بیولوژیکی در معدنی شدن کربن آلی نقش دارند و میکروب‌ها عامل اصلی در تجزیه کلش و بقایای گیاهی هستند. فاکتورهای غیر زنده شامل دما، رطوبت، کیفیت آب آبیاری، نوع خاک و چگالی ظاهری، نیز از طریق تاثیرگذاری بر فعالیت‌های میکروبی بر معدنی شدن کربن آلی موثرند (Silveira et al, ۲۰۱۱). با افزایش دما و رطوبت تا حد مشخص، سرعت تجزیه مواد آلیافزایش می‌یابد. زیرا افزایش دما و رطوبت منجر به افزایش فعالیت میکروبی شده و از این طریق سرعت تجزیه مواد آلی افزایش می‌یابد(Leiros et al,۱۹۹۹) .

در این آزمایش طی بازه‌های زمانی خوابانیدن، دمای هوا جهت انجام فعالیت میکروبی مناسب بود (شکل ۲). بنابراین تجزیه‌ی بقایای گیاهی بسته به شرایط رطوبتی خاک با سرعت متفاوتی انجام شده است.

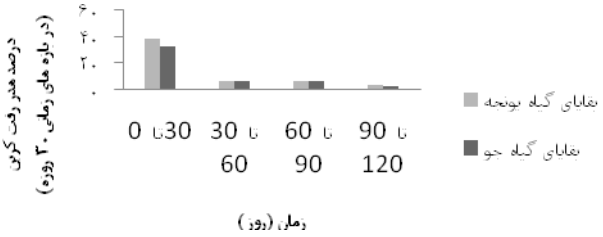


شکل ۲- تغییرات دما طی بازه‌های زمانی خوابانیدن بقایای گیاهی

نتایج نشان داد که مناسب‌ترین رطوبت برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه تجزیه‌ی کلش ۵۰ درصد رطوبت اشباع می‌باشد. دلیل این امر را می‌توان این‌گونه بیان داشت که در سطوح رطوبتی کمتر از این رطوبت میکروارگانیسم‌ها برای انجام فعالیت‌های خود با کمبود رطوبت و در سطوح رطوبتی بالاتر میکروارگانیسم‌ها با کمبود اکسیژن برای تجزیه مواجه می‌گردند. اما نکته‌ی حائز اهمیت در این آزمایش آن است کمبود رطوبت نسبت به کمبود تهویه عامل محدود کننده‌تری برای تجزیه‌ی بقایا می‌باشد. چون بر خلاف انتظار در رطوبت‌های اشباع و نزدیک به آن درصد هدررفت کربن قابل ملاحظه و نسبت به سطوح رطوبتی کمتر از ۵۰ درصد اشباع بیشتر بود. بنابراین اگر رطوبت فراهم باشد میکروارگانیسم‌ها حتی در شرایط اشباع نیز قادر به تجزیه‌ی بقایای گیاهی با سرعت نسبتا زیاد می‌باشند و آن‌چه برای فعالیت آن‌ها بازدارنده می‌باشد کمبود رطوبت خاک است (شکل ۱).

تاثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر دینامیک کربن آلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بازه‌های زمانی خوابانیدن تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر هدررفت کربن داشت (جدول ۳). بیشترین مقدار هدررفت کربن در هر دو نوع بقایا مربوط به بازه‌ی زمانی صفر تا ۳۰ روز و کمترین مقدار هدررفت در هر دو نوع بقایا مربوط به بازه‌ی زمانی ۹۰-۱۲۰ روز بود.میزان هدررفت کربن در بازه‌های زمانی صفر-۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰ و ۹۰-۱۲۰ روز برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب ۷۶/۳۸، ۸۱/۵، ۹۹/۵ و ۵۸/۲ درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب ۳۷/۳۲، ۳۰/۶، ۸۴/۵ و ۲۷/۲درصد بود. (شکل ۳). این نتایج نشان می‌دهد که مواد سهل التجزیه‌ی بقایای گیاهی شامل قندهای ساده، اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها در ماه‌های اولیه‌ی خوابانیدن بقایای گیاهی در خاک با سرعت تجزیه و از بین می‌روند و پس از آن مواد مقاوم به تجزیه با سرعت کمتریتجزیه شده و برای مدت طولانی‌تری در خاک باقی می‌مانند (Vaieretti et al, ۲۰۰۵).



شکل ۳-تاثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر هدررفت کربن آلیاز بقایای گیاه یونجه و جو

این موضوع که فرآیند تجزیه از نظر سرعت شامل دو مرحله‌ی کلی است، مورد پذیرش اغلب محققین است. در مرحله‌ی اول که سرعت تجزیه بالا است، تجزیه‌ی ترکیبات ناپایدار غالب می‌باشد و در مرحله‌ی دوم که با سرعتی پایین‌تر اتفاق می‌افتد ترکیبات مقاوم‌تر مورد تجزیه قرار می‌گیرند (Vaieretti et al, ۲۰۰۵).

نتیجه‌گیری

برای تجزیه‌ی بقایای گیاهی کمبود رطوبت نسبت به بیش‌بود آن عامل محدود کننده‌تری بود و مقدار هدررفت کربن از بقایا در رطوبت ۵۰ درصد اشباع ۶۰ تا ۷۰ درصد برای یک دوره‌ی چهار ماهه اندازه‌گیری گردید که در یک ماهه‌ی اول خوابانیدن نسبت به بازه‌های زمانی بعدی بیشتر بود.

منابع

مریم علی احیائی و علی اصغر بهبهانی زاده، ۱۳۷۲، شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک، جلد اول، نشریه شماره ۸۹۳.

Austin, A. T. and Vivanco, L. ۲۰۰۶. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation.Nature.۴۴۲: ۵۵۵- ۵۵۸.

Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. ۱۹۸۲.Nitrogen total.pp. ۵۹۵- ۶۲۴. In: A. L. Page., R. H. Miller. And D. R. Keeney (eds.). Methods of soil analysis.Part ۲.Chemical analysis.American Society of Agronomy Inc. and Soil Science Society of American Inc. Madison, W I.

Kumar, K. and Goh, K. M. ۲۰۰۰. Crop residues andmanagement practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamic, crop yield, and nitrogen recovery. Advances in Agronomy.۶۸: ۱۹۷-۳۱۹

Leiros, M. C., Trasar- Cepeda, C., Seoane, S. and Gil-Sotres, F. ۱۹۹۹.Dependence of mineralization of soil organic matter on temperature and moisture.Soil Biology and Biochemistry. ۳۱: ۳۲۷-۳۳۵.

Lutzow, M. V., Kogel-Knabner, I., Ekschmitt, K., Matzner, E., Guggenberger, G., Marschner, B. and Flessa, H. ۲۰۰۶. Stabilization of organic matter in temperate soils: mechanisms and their relevance under different soil conditions: a review. European Journal of Soil Science. ۵۷: ۴۲۶-۴۴۵.

Moorhead, D. L., Currie, W. S., Rastetter, E. B., Parton, W. j. and Harmon, M. E. ۱۹۹۹.Climate and litter quality controls on decomposition: An analysis of modeling approaches. Global Biochemical Cycles. ۱۳(۲): ۵۷۵-۵۸۹.

Murungu. F. S.,Chiduza, C.,Muchaonyerwa.P. and Mnkeni, P. N. S. ۲۰۱۱.Decomposition, nitrogen and phosphorus mineralizationfrom winter-grown cover crop residues and suitabilityfor a smallholder farming system in South Africa.NutrCyclAgroecosyst. ۸۹:۱۱۵-۱۲۳.

Nelson, D. W. and Sommer, L. E. ۱۹۸۲.Total carbon, organic carbon, and organic matter.pp. ۵۹۵- ۶۲۴. In: A. L. Page (eds.). Methods of soil analysis.Part ۲.Chemical and Microbiological Properties.American Society of Agronomy.Madison, W I.

Silveira, M. L., Reddy, K. R. and Comerford, N. B. ۲۰۱۱. Litter decomposition and soluble carbon, nitrogen, and phosphorus release in a forest ecosystem. Open Journal of Soil Science. ۱: ۸۶-۹۶.

Vaieretti, M. V.,Pé rez, H. N.andGurvich, D. E. ۲۰۰۵.Decomposition dynamics and physico-chemical leaf quality of abundant species in montane woodland in central Argentina. Plant and Soil. ۲۱: ۲۰۵-۲۷۸.

Abstract

The organic carbon contents of soils are controlled by the amount of organic carbon input into soils by the net production and the rate of organic carbon decomposition. This experiment was performed to evaluate the effects of soil moisture on organic carbon dynamics. For this purpose, a split - split plot experiment with three replications was conducted using litter bag method. Factors examined were types of plant residue (barley and alfalfa), soil moisture levels (۱۰, ۲۵, ۵۰, ۷۵ and۱۰۰% saturation) and incubation time intervals (۱, ۲, ۳ and ۴ months). The results showed that the amounts of organic carbon lost after ۴ months were ۱۲.۰۵, ۵۴.۲۱, ۷۰.۵۹, ۶۶.۵۲ and ۶۲.۰۴% for alfalfa residue and ۱۰.۳۶, ۴۸.۳۷, ۶۰.۶۳, ۵۹.۳۸ and ۵۵.۲۹% for barley residue when soil moisture levels were adjusted at ۱۰, ۲۵, ۵۰, ۷۵ and ۱۰۰% of saturation percentage (sp) respectively. The results also showed that soil moisture deficit is a stronger limiting factor for plant residue decomposition than aeration.

ارزیابی ریسک اکولوژیکی آلودگی فلزات سنگین در خاکهای سطحی (مطالعه موردی: منطقه امیر آباد بیرجند)

محمدحسین صیادی اناری [۱]، لیدا خطیب [۲]، عاطفه خسروی [۳]
۱- عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی بیرجند، ۲- کارشناس ارشد دانشکده کشاورزی بیرجند،۳- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تحقیقات تهران

چکیده
هدف از این مطالعه ارزیابی ریسک اکولوژیکی فلزات سنگین Cr، Zn ، Cu ، Cd ، Pb در خاک سطحی منطقه امیر آباد بیرجند می باشد. نمونه برداری از عمق ۲۰ سانتی متری از سطح خاک در ۱۶ ایستگاه با کاربری های مختلف صورت گرفت. سپس غلظت کل عناصر در عصاره های تهیه شده با دستگاه جذب اتمی قرائت گردید. ابتدا شاخص آلودگی و سپس ارزیابی ریسک اکولوژیکی برای هر عنصر محاسبه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که خاکهای سطحی با کاربری جاده- مسکونی دارای ریسک اکولوژیکی خیلی زیاد (۷۲/۱۳۷۰) و قابل توجه(۰۴/۵۰۵)، با کاربری کشاورزی و دامپروری دارای ریسک متوسط و زمین های بایر دارای ریسک کم می باشند. مقایسه نتایج این تحقیق با استانداردهای جهانی بیانگر این است که خاک های با کاربری مسکونی- جاده از لحاظ بهداشتی خطرناک می باشند. مدیریت ضعیف، توسعه جمعیت و تکنولوژی سبب افزایش آلودگی شده و پالایش خاک های آلوده باید به طور مستمر ادامه یابد.
واژه های کلیدی: آلودگی خاک، کاربری زمین، فلزات سنگین، ریسک اکولوژی

مقدمه
ارزیابی ریسک اکولوژیک عبارت است از فرآیند ارزیابی احتمال اثرات اکولوژیکی مضر که ممکن است در نتیجه قرار گرفتن در معرض تماس با یک یا چند آلاینده بوجود آید. این فرایند برای ارزیابی سیستماتیک و سازماندهی داده ها، اطلاعات، فرضیات و عدم قطعیت به منظور پیش بینی و درک روابط متقابل بین آلاینده ها و اثرات اکولوژیکی آنها بکار می رود، بطوریکه برای تصمیم گیری زیست محیطی مفید واقع شود. با وجود اینکه فلزات سنگین از اجزا تشکیل دهنده پوسته زمین هستند و به طور طبیعی در همه اکوسیستم ها نیز حضور دارند ، غلظت شان به طور قابل ملاحظه ای توسط فعالیت های انسانی می تواند افزایش یابد" sayyed and sayyadi ۲۰۱۱". از این رو توجه بسیاری از محققین در دو دهه اخیر به بررسی اثرات نامطلوب فلزات سنگین بر روی اکوسیستم های گوناگون جلب شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه
منطقه مورد مطالعه در ضلع غربی شهر بیرجند و ۵ کیلومتری جاده بیرجند-کرمان در استان خراسان جنوبی واقع شده است. فعالیت های کشاورزی و دامپروری، فعالیت های شهری، وجود تعمیرگاه ها و کار گاه های کوچک و نیز وجود یکی از شاهراه های اصلی استان خراسان جنوبی در کنار این ناحیه مسکونی از منابع بالقوه آلاینده های هستند که محیط زیست را تهدید می کنند. همچنین وجود شهرک های صنعتی در بالا دست باد از دیگر منابع انسانی آلوده کننده محیط زیست محسوب می شوند "Rezaei et al., ۲۰۱۴".

نمونه گیری
نمونه برداری خاک بصورت یک شبکه منظم از عمق ۰-۲۰ سانتی متری در ۱۶ ایستگاه با کاربری های مختلف و در هر ایستگاه ۵ نمونه با ۳ تکرار صورت گرفت. پس از اختلاط ۵ نمونه از هر محدوده یک نمونه مرکب ۵/۱ کیلو گرمی تهیه شد. موقعیت جغرافیایی نقاط با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جهانی تعیین شد. نمونه را پس از هوا خشک شدن از الک ۲میلی متری گذرانده و جهت تعیین غلظت فلزات سنگین سرب، مس، روی، کبالت و کروم با اسید کلرید و اسید نیتریک عصاره گیری شد و غلظت کل عناصر سمی به وسیله دستگاه جذب اتمی قرائت گردید.

محاسبه ریسک اکولوژیکی
برای بدست آوردن ریسک اکولوژیکی فلزات سنگین مورد مطالعه از فرمول زیر استفاده گردید "Hakanson,۱۹۸۰"

(۱)

(۲)

(۳)

در این فرمول ها ، غلظت فلز نمونه برداری شده و مقادیر زمینه فلزات را نشان می دهد. PI شاخص آلودگی، Er ریسک اکولوژیکی هر عنصر و RIریسک اکولوژیکی مجموع عناصر را نشان می دهد.

Tr در فرمول شماره (۲) شاخص سمی بودن فلزات سنگین می باشد که این مقادیر توسط هاکانسون (۱۹۸۰) به ترتیب برای کادمیم، مس, سرب، کروم و روی اعداد ۳۰، ۵، ۵، ۲ و ۱ تعیین شده اند.

پس از محاسبه ریسک اکولوژیکی هر عنصر و بدست آوردن ریسک اکولوژیک کل با استفاده از جدول شماره ۱ به تجزیه تحلیل نتایج می پردازیم.

جدول شماره ۱ : گروه های محدوده تغییرات RI و میزان ریسک اکولوژیکی

میزان ریسک اکولوژیکی	مقادیر RI
ریسک اکولوژیکی کم	RI <۱۵۰
ریسک اکولوژیکی متوسط	۱۵۰ RI <۳۰۰
ریسک اکولوژیکی قابل توجه	۳۰۰ RI<۶۰۰
ریسک اکولوژیک خیلی زیاد	۶۰۰ RI

جهت محاسبه مقادیر زمینه فلزات در مطالعات مختلف، مقادیر محاسبه شده فلز ات سنگین از مطالعات پیشین را به عنوان مقدار زمینه انتخاب می کنند(۱۱). این مقادیر در جدول شماره ۴ اورده شده است.

برای بررسی میزان ریسك اکولوژیکی ایستگاه های نمونه برداری مقادیر RI و Er ، با استفاده از رابطه شماره (۲) محاسبه و نتایج در جدول شماره(۳) نشان داده شده است.

نتایج و بحث

ورود فلزات سمی از طریق فعالیت های انسانی باعث آلودگی بسیاری از خاک ها شده است. در جدول شماره ۲ مقایسه ای بین میانگین غلظت عناصر در منطقه مورد مطالعه و میانگین غلظت این عناصر در پوسته زمین آورده شده است. مشاهده می شود همه عناصر مورد مطالعه بجز کروم دارای غلظتی بالاتر از متوسط غلظت فلزات سنگین در پوسته زمین می باشند.

جدول ۲ : متوسط غلظت فلزات سنگین در منطقه مورد مطالعه و در پوسته زمین (میلی گرم بر کیلوگرم)

	مس	کادمیوم	سرب	کروم	روی
خاک سطحی در مطالعه حاضر	۱۵/۶۰	۵۳/۱	۵۹/۴۶	۷۹/۶۳	۰۹/۹۴
پوسته زمین(۱۲)	۵۰	۲/۰	۱۴	۱۰۰	۷۵

برای ارزیابی ریسک اکولوژیک آلودگی خاک با استفاده از فاکتور آلودگی از رابطه ۱ استفاده می شود که در آن از غلظت فلزات سنگین در پوسته زمین برای غلظت زمینه استفاده می گردد. سطوح آلودگی با استفاده از فاکتور آلودگی خاک را می توان بر طبق جدول ۳ بر اساس شدت آلودگی بین ۱-۶ دسته تقسیم بندی کرد "Bhuiyana et al., ۲۰۱۰".

جدول ۳ : طبقه بندی مقادیر فاکتور آلودگی

درجه آلودگی	مقدار فاکتور
بدون الودگی	۰
بدون الودگی تا الودگی متوسط	۱
الودگی متوسط	۲
الودگی متوسط تا قوی	۳
الودگی قوی	۴
الودگی قوی تا خیلی قوی	۵
الودگی خیلی قوی	۶

نتایج فاکتور آلودگی نشان می دهد که اکثر نمونه ها در طبقه بندی آلودگی متوسط یا بدون آلودگی قرار دارند. اما در برخی از کاربری ها خصوصا مسکونی- جاده شاخص فاکتور آلودگی بسیار بالا نشان می دهد. در تحقیقی که شهبازی و همکاران (۱۳۹۱) در

شهرستان نهاوند با استفاده از فاکتور آلودگی انجام دادند نشان داد که فلزات سنگین مس، روی و کروم دارای آلودگی هستند. همچنین لیو و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که غلظت فلزات سنگین سرب، روی، مس ، کروم و کادمیوم در خاک در حال افزایش است و فاکتور آلودگی آنها رو به روز افزایش می یابد.

ارزیابی ریسک اکولوژیک فلزات سنگین

جدول ۵ نتایج غلظت فلزات سنگین در خاکهای سطحی را به همراه نتایج ریسک اکولوژی آنها را نشان می دهد.

عنصر سرب دارای میانگین غلظت ۵۹/۴۶ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد و میانگین غلظت این عنصر نسبت به میانگین غلظت در پوسته زمین بالاتر است و در تمامی ایستگاه ها به استثنا ایستگاه های ۲ و ۳ غلظت سرب از میانگین غلظت در پوسته زمین بالاتر است(جدول ۲و ۵). سرب معمولا از فعالیتهای معدن کاری، ذوب فلزات، سیستم فاضلاب، و دود خودروها ناشی از سوختن بنزین به محیط زیست اضافه می شوند. استفاده از کود وسموم کشاورزی نیز سبب افزایش سرب به خاک می شوند. صنایع باطری سازی، مهمات سازی، لحیم کاری، آلیاژ و رنگدانه از دیگر منابع رها سازی سرب به محیط زیست می باشد"Sayadi et al. ۲۰۰۸".

جدول ۵: غلظت عناصر بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم و ریسک اکولوژیکی نقاط نمونه برداری شده

ایستگاه	فلزات / کاربری	سرب		مس		روی		کروم		کادمیوم			
		غلظت gk/gm	Er	غلظت gk/gm	Er	غلظت gk/gm	Er	غلظت gk/gm	Er	غلظت gk/gm	Er	RI	ریسک اکولوژیکی
۱	دامپروری	۴/۱۹	۹/۶	۱۱/۱۶۵	۵/۱۶	۵۰/۳۴۶	۶۲/۴	۷/۸۱	۶۳/۱	۳/۱	۱۹۵	۶۵/۲۲۴	متوسط
۲	بایر	۹/۱۳	۹۵/۴	۱/۱۷	۷/۱	۳۳	۴۴/۰	۴۲/۱۵	۳۱/۰	۰۵/۰	۵/۷	۹/۱۴	کم
۳	بایر	۲/۱۲	۳۵/۴	۴/۱۱	۱۵/۱	۷۹/۲۴	۳۳/۰	۱۱/۲۰	۴/۰	۶/۰	۹۰	۲۳/۹۶	کم
۴	بایر	۴/۱۵	۵/۵	۷/۱۱	۱۵/۱	۲/۲۱	۲۸/۰	۶۳/۲۲	۴۵/۰	۸۲/۰	۱۲۳	۳۸/۱۳۰	کم
۵	بایر	۳۳/۱۷	۲/۶	۶/۲۰	۰۵/۲	۲۳/۱۸	۲۴/۰	۲۵/۳۴	۶۸/۰	۳۶/۰	۵۴	۱۷/۶۳	کم
۶	فضای اموزشی	۱۷/۲۸	۰۵/۱۰	۳/۱۹	۹۵/۱	۶۶/۵۶	۷۵/۰	۷/۹۵	۱۹/۱	۷/۱	۲۵۵	۹۴/۲۶۸	متوسط
۷	جاده	۸۲/۶۲	۴۵/۲۲	۵۸/۴۱	۱۵/۴	۲/۱۲۵	۶۷/۱	۱۴/۲۳	۴۶/۰	۶۹/۰	۵/۱۰۳	۲۳/۱۳۲	کم
۸	جاده	۱۴/۶۵	۲۵/۲۳	۵/۳۷	۷۵/۳	۰۴/۹۳	۲۴/۱	۴۵/۶۷	۳۵/۱	۴۴/۰	۶۶	۵۹/۹۵	کم
۹	مسکونی- جاده	۹۰/۱۰۹	۲۵/۳۹	۷/۲۲۶	۵/۲۲	۰۴/۱۱۸	۵۷/۱	۳۴/۱۸۶	۷۲/۳	۹۲/۲	۴۳۸	۰۴/۵۰۵	قابل توجه
۱۰	مسکونی- جاده	۶۴/۱۶۶	۵/۵۹	۶۱/۲۰۲	۲۵/۲۰	۵۸/۱۲۲	۶۳/۱	۰۳/۱۹۲	۸۴/۳	۵۷/۸	۵/۱۲۸۵	۷۲/۱۳۷۰	خیلی زیاد
۱۱	مسکونی-کشاورزی	۳۷/۴۵	۲/۱۶	۰۳/۴۸	۸/۴	۹۸/۱۱۲	۵۲/۱	۶۷/۶۴	۲۹/۱	۵۹/۱	۵/۲۳۸	۳۱/۲۶۲	متوسط
۱۲	کشاورزی	۲۴/۵۸	۸/۲۰	۲۹/۳۰	۳	۱۰/۸۰	۰۷/۱	۸/۵۶	۱۴/۱	۴۶/۰	۶۹	۰۱/۹۵	کم
۱۳	مسکونی- کشاورزی	۷۵/۴۹	۱۵/۱۷	۲۷/۳۶	۶/۳	۳۹/۱۰۵	۴۱/۱	۶۰/۳۶	۷۳/۰	۰۱/۱	۵/۱۵۱	۹۹/۱۷۴	متوسط
۱۴	مسکونی-کشاورزی	۴۴/۳۳	۹/۱۱	۵۳/۴۲	۴۵/۴	۱۲۷	۶۹/۱	۹۲/۳۶	۷۴/۰	۹۳/۰	۵/۱۳۹	۲۸/۱۵۸	متوسط
۱۵	کشاورزی	۲۰/۲۲	۹/۷	۴۵/۲۴	۴۵/۲	۵۵/۶۸	۹۱/۰	۷۳/۸۸	۷۷/۱	۴۶/۱	۲۱۹	۰۳/۲۳۲	متوسط
۱۶	کشاورزی	۵۷/۲۵	۱۵/۹	۲۲/۲۷	۷/۲	۱۷/۵۲	۶۹/۰	۴۰/۳۴	۶۸/۰	۵۱/۱	۵/۲۲۶	۷۲/۲۳۹	متوسط

عنصر مس دارای میانگین غلظت ۱۵/۶۰میلی گرم بر کیلوگرم می باشد و میانگین غلظت این عنصر نسبت به میانگین غلظت در پوسته زمین بالاتر است اما تنها در ایستگاه های ۱ و ۱۰ غلظت مس از میانگین غلظت در پوسته زمین بالاتر است(جدول ۲و ۵).

بعلت غلظت بسیار بالایمس در همین ۲ ایستگاه غلظت متوسط کل را بالا برده که حتی از متوسط پوسته زمین هم بیشتر مـی شـود. مس بطور گسترده در کابل های الکتریکی، انواع آلیاژها، رنگدانه ها، وسایل پخت و پز، لوله هـا و کارخانجـات شـیمیایی، کـوره ذوب فلزات و کود و سموم شیمیایی استفاده می شود که می تواند برخی از منابع آلوده کننده محیط زیست به این عنصر باشند.

عنصر کادمیوم دارای میانگین غلظت ۵۳/۱ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد و میانگین غلظت این عنصر نسبت به میـانگین غلظـت در پوسته زمین بالاتر است و در تمامی ایستگاه ها به اسـتثنا ایسـتگاه ۲ غلظـت کـادمیوم از میـانگین غلظـت در پوسـته زمیـن بـالاتر اسـت(جـدول ۲و ۵).کـادمیوم از کارخانجـات تولیـد بـاطری، رنگـدانه، جـواهر آلات و مـواد آبکـاری وارد محیـط زیسـت مـی شـود. کارخانجات پلاستیک، سرامیک و شیشه نیز از دیگر منابع آلاینـده کـادمیوم در محیـط زیسـت اسـت" Gowd SS, Govil Pk, ۲۰۰۸". بیماریهای مزمن کلیوی، قلبی عروقی، کم خونی، سیستم تنفسی، سرطان پرستات و..... از برخی عوارض آلودگی کـادمیوم اسـت" Siegel FR,۲۰۰۷".

عنصر روی دارای میانگین غلظت ۰۹/۹۴ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد و میانگین غلظت این عنصر نسبت به میانگین غلظت در پوسته زمین بالاتر است اما در ایستگاه های ۲الی ۶ و ۱۵، ۱۶ غلظت روی از میانگین غلظت در پوسته زمین کمتر اسـت(جـدول ۲و ۵). عنصر روی برای رشد انسان، حیوان و گیاه لازم و ضروری است. در اغلب سنگهای آهکی یافت می شود. کود و سموم شیمیایی و رنگدانه ها روی را به محیط زیست اضافه می کنند و در انواع آلیاژها از جمله برنز و برنج نیز روی کـاربرد دارد" Romic M, Romic ۲۰۰۳D,". کم خونی، درد ماهیچه ها، سکته مغزی و .....از عوارض ازدیاد عنصر روی می باشد Roa MS, Gopalkrishnan R ۲۰۰۱, ".

عنصر کروم دارای میانگین غلظت ۷۹/۶۳میلی گرم بر کیلوگرم می باشد و میانگین غلظت این عنصر نسبت به میانگین غلظـت در پوسته زمین کمتر است اما در ایستگاه های ۹ و ۱۰ غلظت کروم از میانگین غلظت در پوسته زمین بیشتر است(جدول ۲و ۵). منـابع عمده کروم توسط انسان کارخانجات نساجی، دباغی، داروها و فلزات می باشد. رنگدانه هـای حـاوی کـروم، ترکیبـات نفـتی، روغـن، گریس نیز حاوی مقداری کروم هستند که در صورت استفاده وارد محیط زیست می شود "Kumar S, et al۲۰۰۸.". کروم عنصری لازم برای متابولیسم چربیها و پروتئین هاست اما در غلظت های بالا و کروم شش ظرفیتی ممکنه به کبد و کلیه ها آسیب بزنـد "Krish ۲۰۰۴na AK, Govil PK".

جدول شماره ۵ نشان حاصل از محاسبه ریسک اکولوژیک فلزات سنگین در خاک سطحی با کـاربری های مختلـف را نشـان مـی دهد. خاک موجود در کاربری دامپروری و کشاورزی دارای ریسک اکولوژیک (RI) متوسط است و همانگونه که ریسـک اکولوژیـک هـر عنصر (Er) نشان می دهد آلاینده مسئول عنصر کادمیوم می باشد. زمینهای با کـاربری جـاده و بـدون کـاربری خاصـی (بـایر) دارای ریسک اکولوژیک کمی می باشـند. زمینهـای بـا کـاربری جـاده-مسـکونی (ایسـتگاه هـای شـماره ۹ و ۱۰) بـه ترتیـب دارای ریسـک اکولوژیک قابل توجه و خیلی زیاد می باشند که بترتیب کادمیوم>سرب>مس>کروم >روی بیشترین نقش را بر عهده دارند.

نتیجه گیری

میانگین غلظت عناصر سرب، مس، روی و کادمیوم در خاکهای سطحی منطقه مورد مطالعه بالاتر از میانگین غلظت این عناصر در پوسته زمین می باشد اما کروم دارای غلظتی کمتر از متوسط غلظت فلزات سنگین در پوسته زمین بود که نشان دهنده وجود فلـزات سنگین در خاک با منشا انسانی می باشد. نتایج فاکتور آلودگی نشان داد که اکثر نمونه ها در طبقه بنـدی آلـودگی متوسـط یـا بـدون آلودگی قرار دارند. اما در برخی از کاربری ها خصوصاً مسکونی-جاده شـاخص فـاکتور آلـودگی بسـیار بـالا نشـان مـی دهـد. مطـالعه شاخص ریسک اکولوژیک نشان داد که زمینهای با کاربری جـاده-مسـکونی دارای ریسـک اکولوژیـک قابـل تـوجه و خیلـی زیـاد مـی باشند. با توجه به مدرنیزه شدن و افزایش جمعیت میزان آلودگیها از جمله فلزات سنگین به محیط زیسـت و خـاک اضـافه مـی شـود، ضروری است که خاکهای آلوده پالایش شوند و پایش فلزات سنگین به طور مستمر ادامه یابد.

منابع

Sayadi MH, Torabi S, Geochemistry of soil and human health : A Review, Poll Res. ۲۰۱۱; ۲۸ (۲) : ۲۵۷-۲۶۲

Hakanson,L. ۱۹۸۰. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. Water Research, Vol. ۱۴, Pp. ۹۷۵-۱۰۰۱.

Sayadi MH, Sayyed MRG. Comparative assessment of baseline concentration of the heavy metals in the soils of Chitgar industrial area Tehran (Iran) with the comprisable reference data. Environmental Earth Sciences ۲۰۱۱; ۶۳:۱۱۷۹-۱۱۸۸.

Sayadi MH, Sayyed MRG, Suyash Kumar. Short-term accumulative signatures' of heavy metal in river bed sediments, Tehran Iran. Environmental Monitoring and Assessment ۲۰۱۰; ۱۶۲: ۴۶۵-۴۷۳

Gowd SS, Govil P K, Distribution of heavy metals in surface water of Ranipet industrial area in Tamil Nadu, India." Environmental monitoring and assessment, ۲۰۰۸; ۱۳۶: ۱۹۷-۲۰۷.

Siegel FR, Environmental Geochemistry of potentially Toxic Metals, translate by More F, Rashtmanesh F, ۲۰۰۷; Pp. ۱۵۵.

Romic M, Romic D, Heavy metal distribution in agricultural topsoils in urban area. Environmental Geology, ۲۰۰۳; ۴۳: ۷۹۵-۸۰۵.

Roa MS, Gopalkrishnan R, Venkatesh BR, Medical geology an emerging field in environmental science. National symposium on role of Erath Sciences. Integrated and related Societal issues. ۲۰۰۱; ۶۵:۲۱۳-۲۲۲.
Pais I, Benton Jones J, The Handbook of Trace Elements, St. ۱۹۹۷.
Kumar S, Shirke KD, Pawar NJ, GIS-based colour compostations and overlays to delineate heavy metal contamination zones in the shallow alluvial aquifers, Ankaleshwar industrial estate, south Gujarat, India. Environ Geol, ۲۰۰۸; ۵۴: ۱۱۷-۱۲۹.
Krishna AK, Govil PK, Heavy metal contamination of soil around Pali industrial area, Rajestan, India. Environmental Geology, ۲۰۰۴; ۴۷: ۳۸-۴۴.

Abstract

The aim of this study is to assess the ecological risk of heavy metals such as Pb, Cd, Cu, Zn andCr on surface soil of Amirabad locale, Birjand. Soil sampling has been performed from ۱۶stations of various usages in the depth of ۲۰ cm. The concentrations of aforementioned metalswere then measured using an atomic absorption system. Pollution index calculation andecological risk assessment were performed for each element. The results showed that the surfacesoil of road-residential, agricultural and animal husbandry usage and wastelands have ecologicalrisks of high-level (۱۳۷۰/۷۲), considerable level (۵۰۵/۰۴), average level and low level respectively. Comparingthe results of this paper with universal standards indicate that the soil in road and residentiallands are highly contaminated with heavy metals. Mismanagement, population growth andtechnology development have been the main cause of this soil contamination and this requires aconsistent soil decontamination process.

توزیع ژئوشیمیایی و آلودگی برخی فلزات سنگین در خاک‌های اطراف معدن سرمک آهنگران

فیروزه نوروزی گلدره [۱]، قاسم رحیمی [۲] و فاطره کریمی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک گروه خاکشناسی دانشگاه بوعلی سینا ۲- استادیار علوم خاک گروه خاکشناسی دانشگاه بوعلی سینا ۳-دانشجوی دکتری علوم خاک گروه خاکشناسی دانشگاه بوعلی سینا

چکیده
هدف این مطالعه بررسی حوضه گسترش آلودگی خاک به فلزات سنگین در اطراف معدن سرمک آهنگران بود.آلودگی فلزات سنگین مس، روی، سربو کادمیوم در ۶ نقطه نمونه برداری که بصورت مرکب از خاک‌های اطراف معدن بود بررسی شد. به منظور بررسی توزیع فلزات سنگیناز شاخص‌های آلودگی نظیر آلودگی زمین انباشت (I_{geo})، شاخص آلودگی (PI)در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت.با توجه نتایج تحلیلی بدست آمده آلوده‌ترین نقاط به فلزات کادمیوم، مس، روی و سرب نقاط S_2 و S_3 بود. آلودگی توسط این فلزات در این مناطق به طور عمده ناشی از فعالیت‌های معدن‌کاوی بوده است. به طور کلی با فاصله گرفتن از معدن میزان آلودگی برای فلزات کاهش یافت، به طوری که در نقطه S_6که در دورترین فاصله از معدن قرار دارد شاخص زمین انباشت برای مس،کادمیوم،آهن، سرب در کلاس غیر آلوده قرار گرفت.

کلمات کلیدی:آلودگیخاک، شاخص‌های آلودگی،فلزاتسنگین،معدن سرمک آهنگران

مقدمه
خاک به عنوان بخشی از اکوسیستم‌های بیوژئوشیمیایی است که نقش مهمی در چرخه‌ی فلزات دارد و یک عامل مهم تحت عنوان ذخیره سازی، فیلتراسیون و انتقال املاح می‌باشد (مرینو و همکاران ۲۰۰۴). فلزاتسنگیندرخاکممکن استاز طریقفعالیت‌هایکشاورزی، شهرنشینی،صنعتیو معادنوارد محیط زیست شوند. آلودگی فلزات سنگین خاک‌های اطراف معادن یکی از مشکلات زیست محیطی است. فعالیت‌های معدن اثرات جدی زیست محیطی بر خاک و آب رودخانه‌ها نیز وارد می‌کند (باتاچاریا و همکاران، ۲۰۰۶). در نتیجه، سطح بالای فلزات سنگین را می‌توان در اطراف معادن به دلیل تخلیه و انتشار ضایعات معدن در نزدیکی خاک‌های کشاورزی ، محصولات غذایی و مناطق شهری یافت. در نهایت، ممکن است این نزدیکی خطر بهداشتی بالقوه‌ای به ساکنانی که در مجاورت معادن هستند ایجاد نماید (فوجی و همکاران ۱۹۸۹).
وجود فلزات در محیط زیست به عوامل طبیعی و فعالیت‌های صنعتی وابسته می‌باشد که منابع این فلزات به دو دسته طبیعی (زمین‌زاد) و آنتروپوژنیک (انسان‌زاد) دسته بندی می‌شود. بلاستر و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که در فرایندهای خاکسازی و هوادیدگی مواد مادری، غلظت عناصر بر اساس نوع مواد مادری به آهستگی افزایش می‌یابد. اما فعالیت‌های انسانی (عوامل آنتروپوژنیک) به خصوص در هنگام استخراج معادن ممکن است غلظت فلزات سنگین در محیط زیست را بیشتر از منشأ طبیعی افزایش دهد (سیگل ۲۰۰۴). فعالیت‌های کنده‌کاری و معدنی، کارخانه‌های ذوب فلزات، سوزاندن زباله‌ها، جزء منابع انسانی یا آنتروپوژنیک هستند که فلزات سنگین را به محیط زیست وارد می‌کند.
در تحلیل‌های زیست محیطی، از شاخص آلودگی زمین انباشت[۳۹](I_{geo}) به منظور مشخص کردن سطح آلودگی و میزان تاثیر عوامل انسانی از عوامل طبیعی استفاده می‌شود. شاخص زمین انباشت برای اولین بار توسط مولر (۱۹۷۹) پیشنهاد و اندیس مولر نامیده شد. . بسیاری از محققان از شاخص آلودگی[۴۰](PI)به منظور شناسایی آلودگی چند فلز که منجر به افزایش سمیت کلی فلزات می‌شود استفاده می‌کنند (نیمیک و مور ۱۹۹۱). شاخص آلودگی نیز برای برآورد ماهیت یک محیط مورد استفاده قرار می‌گیرد (گو و همکاران، ۲۰۱۲). این شاخص به صورت غلظت یک فلز در نمونه‌های خاک به میزان غلظت همان فلز در نمونه زمینه بیان می‌گردد (چن و همکاران، ۲۰۰۱).بنابراین هدف از این مطالعه بررسی درجه آلودگی فلزات سنگین در منطقه مورد مطالعه و بررسی آلودگی خاک براساس شاخص آلودگی زمین انباشت (I_{geo}) و شاخص آلودگی (PI) بود.

مواد و روش‌ها
۶نمونهمرکب خاکازعمق ۰ - ۱۵سانتیمتریتوسط بیلچه در ۶ نقطه (S_6، S_5، S_4، S_3، S_2، S_1) درفواصلمتفاوت معدن واطرافمعدن انجام شد. فاصلهنقطه S_1درمعدنونقطه S_6دردورترینفاصلهاز معدنومحل‌های S_5 و S_4، S_3، S_2مابینایندومحلقرارگرفتند برای مقایسه میزان وشدت آلودگی، یک نمونه خاک (نمونه شاهد) از منطقه غیر آلوده (اطراف دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا) نیز جمعآوریشد (جدول ۱). نمونه‌هایخاکدر داخل کیسه پلی‌اتیلن ریخته شدند و بهآزمایشگاهانتقالدادهشدند. خاک‌هاهواخشکوازالک (mm<۲)

[۳۹].Index geo-accumulation
[۴۰].Pollution index

عبورداده‌شدند. خصوصیاتفیزیکیوشیمیاییخاک‌هامانند هدایت الکتریکی (EC) وپی‌اچ (PH) بانسبت ۱:۵ خاکبه‌آب، کربناتآلیخاکباروشوالکلی- بلک (۱۹۳۴)،بافتخاکباروشهیدرومتریو ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) به روش استات آمونیوم (راول، ۱۹۹۴) موردبررسیقرارگرفت (جدول ۱). اندازه‌گیریغلظت کل فلزاتسنگیندر خاک به روش اسپوزیتو و همکاران (۱۹۸۲) با هضم اسیدی خاک انجام شد. در این روش مقدار ۲ گرمازهرنمونهرادراخلارلنریخته شد وبههریکازنمونه‌ها ۱۵ میلی لیتراسیدنیتریک ۴ نرمالاضافهشدوبهمدت ۱۲ ساعتدردمای ۸۰ درجه‌سانتیگراددربنماری قرار گرفت و پس از گذشت زمان یاد شده پالایش شد. غلظت فلزات سنگین مس، روی، منگنز، آهن، سرب، کادمیوم و نیکل توسطدستگاهاسپکتروفتومتر جذب اتمی مدل ۲۲۰ اندازه‌گیری شد.

شاخص زمین انباشت(I_{geo})

شاخص زمین انباشت با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود و برای ارزیابی آلودگی خاک استفاده می‌شود که نشان دهنده‌ی میزان آلودگی در خاک‌های متفاوت است.

$$Igeo = \log ۲\left[C_n / ۱.۵B_n\right]$$

در این معادله C_nغلظت کل فلزات سنگین در محل مورد مطالعه و B_nغلظت همان فلز در نمونه شاهد (نقطه‌ی غیر آلوده) می‌باشد. ضریب ۵/۱ برای حذف احتمالی زمینه به علت تاثیرات زمین شناختی اعمال می‌شود. شاخص زمین انباشتگی هفت گروه دارد که بر اساس مقادیر آن خاک‌ها از غیر آلوده تا به شدت آلوده طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۲).

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مناطق اطراف معدن سرمک آهنگران

بافت	ظرفیت تبادل کاتیونی (cmolc/kg)	درصد ماده‌آلی	هدایت الکتریکی (ds/m)	پی‌اچ	فواصل نمونه برداری (متر)	نقاط نمونه برداری
لوم شنی	۳/۱۷	۰۶۷/۰	۱۹۵/۰	۲۳/۸	معدن سرمک	S_1
لوم رسی	۷/۲۸	۷۱۴/۱	۱۳۸/۰	۰۹/۸	۱۰۰	S_2
لوم	۸/۲۹	۸۶۶/۳	۱۹۶/۰	۵۰/۸	۳۰۰	S_3
لوم رسی	۹/۲۲	۱۷۶/۱	۱۱۱/۰	۲۵/۸	۵۰۰	S_4
لوم رسی شنی	۳/۳۰	۲۱۰/۱	۱۰۸/۰	۱۵/۸	۷۰۰	S_5
رسی	۴/۲۹	۳۴۴/۱	۱۰۸/۰	۲۴/۸	۱۰۰۰	S_6
-	۴/۲۶	۵۶۳/۱	۱۴۳/۰	۲۴/۸	میانگین	
لوم رسی شنی	۳/۲۶	۰۴۲/۱	۱۳۲/۰	۸۵/۷	نقطه غیر آلوده	

جدول ۲.شاخص زمین انباشت(I_{geo}) و سطوح آلودگی

سطح آلودگی	کلاس	I_{geo}
غیر آلوده	۰	۰ I_{geo}
غیر آلوده تا آلودگی متوسط	۱	۰ <I_{geo}<۱
آلودگی متوسط	۲	۱<I_{geo}<۲
آلودگی متوسط تا آلودگی زیاد	۳	۲<I_{geo}<۳
آلودگی زیاد	۴	۳< I_{geo}<۴
آلودگی زیاد تا آلودگی شدید	۵	۴<I_{geo} ۵
آلودگی شدید	۶	I_{geo}>۶

شاخص آلودگی(PI)

به طور کلی شاخص آلودگی عبارت است از نسبت غلظت فلز مورد نظر در نمونه به غلظت همان فلز در نمونه شاهد (نقطه‌ی غیر آلوده). شاخص آلودگی(PI) توسط رابطه‌ی زیر محاسبه می شود.

$$PI = C_n / S_i$$

در این معادله Cn غلظت فلز سنگین در نمونه و Si غلظت همان فلز در نمونه شاهد می‌باشد. این شاخص در چهار کلاس آلودگی مطابق جدول ۳ قرار می‌گیرد.

(PI)جدول۳. کلاس شاخص آلودگی

سطح آلودگی	کلاس	PI
غیر آلوده	۱	PI ۱
آلودگی کم	۲	۲<PI ۱
آلودگی متوسط	۳	۳<PI ۲
آلودگی زیاد	۴	PI۳<

نتایج و بحث

غلظت فلزات سنگین در نقاط مورد مطالعه

مقایسه میانگین فلزات سنگین در نقاط نمونه برداری در جدول ۵ داده شده است. با توجه به جدول ۵، بیشترین مقدار میانگین سرب در نقطه‌ی S_3 که برابر ۱۳۲۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود یافت شد که نشان دهنده‌ی آلوده بودن این نقطه به فلز سرب است و کمترین مقدار میانگین آن در نقطه‌ی S_6 برابر ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. اختلاف غیر معنی داری بین نقاط S_6،S_5،S_4،S_1 بانقطه‌ی غیر آلوده وجود داشت. اما مقدار میانگین سرب در نقاط S_2، S_3 با سایر نقاط معنی دار بود (جدول ۵). با توجه به جدول ۵ بیشترین و کمترین مقدارمیانگین فلز روی بترتیب در نقاط S_3 (۵۸/۵۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و S_6 (۶۷/۲۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) یافت شد. غلظت فلز روی در نقطه‌ی S_3 با نقطه‌ی S_2 تفاوت معنی داری را نشان نداد در صورتی که تفاوت معنی داری در نقطه‌ی S_3 با سایر نقاط برای غلظت فلز روی دیده شد که به طور کلی مقدار میانگین غلظت فلز روی در تمام نقاط به طور معنی داری بیشتر از نمونه‌ی غیر آلوده بود.با توجه به جدول ۵، بیشترین مقدار میانگین مس(۲۵/۶۹۶) در نقطه S_3 یافت شد و کمترین مقدار میانگین مس ابتدا در نقطه‌ی S_6 سپس در نقطه‌ی S_3 یافت شد. غلظت فلز مس در نقاط S_3،S_2با سایر نقاط معنی دار بود و اختلاف معنی داری بین نقاط S_3 ،S_5 ،S_6 با نمونه‌ی غیر آلوده دیده نشد. بیشترین مقدار کادمیوم در نقطه‌ی S_3 برابر ۶۵/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و کمترین مقدار میانگین آن در نقطه S_6 برابر ۸۷/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود(جدول ۵)، که با توجه به جدول ۵ اختلاف معنی داری بین تمام نقاط نمونه برداری (به جز نقاط S_4،S_5) دیده شد.

مطالعات و بررسی شاخص‌های آلودگی

مقدار شاخص I_{geo} برای فلز سرب در نقاط S_3 و S_2 در کلاس آلودگی متوسط تا زیاد قرار گرفت و برای سایر نقاط مقدار I_{geo}کمتر از صفر بود که در کلاس غیر آلوده قرار گرفتند (جدول ۶). نقاط S_4،S_1 و S_6 از نظر شاخص آلودگی PI در کلاس غیر آلوده و نقاط S_3 و S_2 از نظر این شاخص در کلاس آلودگی زیاد نسبت به سایر نقاط قرار گرفتند. مقدار میانگین شاخص PIفلز سرب در تمام نقاط برابر ۳ بود که به طور کلی نقاط مورد بررسی در کلاس آلودگی متوسط قرار گرفت (جدول ۷).

بیشترین و کمترین مقدار I_{geo}برای فلز رویبه ترتیب در نقطه S_3 برابر ۷/۴ و در نقطه S_6 برابر ۲/۳ بود(جدول ۶). مقدار این شاخص بر اساس کلاس‌های آلودگی (جدول ۲) برای نقاط S_4،S_1 و S_3 در محدوده‌ی آلودگی زیاد تا شدید و برای نقاط S_5، S_3 و S_6در محدوده‌ی آلودگی زیاد قرار گرفت (جدول ۶). شاخص PI برای فلز روی در تمام نقاط در کلاس آلودگی زیاد قرار گرفت که مقدار آن بسیار بالا(در محدوده‌ی ۰/۱۴-۶/۳۸) با میانگین برابر ۷/۲۴ بود (جدول ۷).

بر اساس شاخص زمین انباشت مقدار I_{geo}برای فلز مس در نقاط نمونه برداری به ترتیب S_2>S_3>S_4>S_5>S_1>S_6بود (جدول ۶). نقاط S_1، S_5،S_4 ، و S_6 از نظر شاخص آلودگی (PI) درکلاس آلودگی کم وبرای نقاط S_2 و S_3 در کلاس آلودگی متوسط قرار گرفت (جدول ۷).

جدول۵. مقایسه‌ی میانگین فلزات سنگین بین نقاط نمونه برداری

سایت‌های نمونه برداری	Pb	Zn	Cu	Cd
S_1	۲۵/۵۱۶a	۳۴/۴۴۲a	۴۴/۸۱a	۹۲۵/۳a
S_2	۱۳۲۵۰b	۸۰/۵۱۹ab	۲۵/۶۹۶b	۹۸۵/۴b
S_3	۷۵/۸۱۹۳c	۹۹/۵۹۶b	۱۳/۳۲۸c	۶۵۸/۶c
S_4	۷۵/۶۱۸a	۱۸/۲۸۶c	۲۴/۴۵d	۴۶۸/۲d
S_5	۱۷۲۵a	۳۳/۲۳۲c	۹۰/۷۰ad	۳۶۸/۲d
S_6	۴۰۰a	۶۸/۲۱۷c	۱۰/۴۴d	۸۷۵/۱e

(P < ۰۵/۰) حروف متفاوت درهر ستون نشان‌دهنده‌ی وجود تفاوت معنی دار بین نقاط نمونه برداری با استفاده از آنالیز مقایسهمیانگین دانکن .می‌باشد

مقدار I_{geo}برای فلزکادمیوم در نقطه S_6در کلاس غیر آلوده قرار گرفت و بیشترین مقدار متوسط کادمیوم در نقطه S_4یافت شد که این نقطه بر اساس شاخص I_{geo}در کلاس آلودگی متوسط قرار گرفت (جدول ۶). شاخص PI کادمیوم در نقاط S_3 ،S_1 و S_4 به ترتیب برابر ۴/۳ ، ۳/۴، ۳/۵ بود بنابراین این نقاط در کلاس آلودگی زیاد قرار گرفتند (جدول ۷).

به طور کلی مقدار شاخص I_{geo} برای فلز روی (تمام نقاط)، مس، سرب وکادمیوم (نقطه S_4 و S_2)، بیشتر از یک بود که نشان می‌دهد که نقاط مورد مطالعه در کلاس آلودگی متوسط تا به شدت آلوده قرار دارند که دلیل آن قرار گرفتن این نقاط در معرض فعالیت‌های معدن‌کاوی و معدن‌کاری می‌باشد.در بین فلزات، فلز روی بیشترین مقدار PI را در تمام نقاط دارد. با توجه به این شاخص نقاط S_4و S_2 آلوده‌ترین نقاط بودند به دلیل اینکه این نقاط در فاصله‌ی نزدیکتری نسبت به معدن قرار داشتند و بیشتر از سایر نقاط نمونه برداری تحت تاثیر فعالیت‌های معدن‌کاری قرار گرفته بودند. براساس مقدار میانگین PI در جدول ۸ مقدار این شاخص برای تمام فلزات در منطقه‌ی مورد مطالعه به ترتیب Zn> Cu > Cd > Pb می‌باشد. در مطالعات لیانگ و همکاران (۲۰۱۳) مقدار PIبرای فلزات مس، روی، سرب و کادمیوم به ترتیب Pb <Cd > Cu Zn> بدست آمد.

فلزات سنگین برای نقاط مناطق مورد(I_{geo})جدول۷.مقادیر شاخص زمین انباشت مطالعه

فلزات	نقاط نمونه برداری						
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	میانگین
Pb	۲-	۷/۲	۲	۸/۱-	۳/۰-	۴/۱-	-۱/۰
Zn	۳/۴	۵/۴	۷/۴	۶/۳	۳/۳	۲/۳	۹/۳
Cu	۶/۰	۷/۳	۶/۲	۲/۰-	۴/۰	۳/۰-	۱/۲
Cd	۸/۰	۲/۱	۶/۱	۱/۰	۰۸/۰	۳/۰-	۶/۰

فلزات سنگین برای نقاط مناطق مورد مطالعه (PI)جدول۸.مقادیر شاخص آلودگی

فلزات	نقاط نمونه برداری						
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	میانگین
Pb	۴/۰	۶/۹	۹/۵	۴/۰	۲/۱	۳/۰	۰/۳
Zn	۶/۲۸	۶/۳۳	۶/۳۸	۵/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۴	۷/۴۷
Cu	۱/۲	۸/۱۷	۴/۸	۲/۱	۸/۱	۱/۱	۴/۵
Cd	۴/۳	۳/۴	۸/۵	۱/۲	۱/۲	۶/۱	۲/۳

منابع

Bhattacharya A, Routh J, Jacks G, Bhattacharya P, Mo ¨rth M(۲۰۰۶) Environmental assessment ofabandoned mine tailingsin Adak, Va ¨sterbotten district (northern Sweden). Appl Geochem ۲۱:۱۷۶۰-۱۷۸۰.

Blaster, P.,S. Zimmermann, J. and Luster shotky, W. (۲۰۰۰) "Critical examination of trace element enrichment and depletion in soils: As, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn in swiss forest soil" Science of The Total Environment . ۲۴۹۰ : ۲۵۷-۲۸۰.

Chen, T. B., Zheng, Y. M., Lei, M., Huang, Z. C., Wu, H. T., Chen, H., Fan, K. K., Yu, K., Wu, X. & Tian, Q. Z., (۲۰۰۱) "Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China". Chemosphere, ۶۰ (۴): ۵۴۲-۵۵۱.

Fuge R, Paveley CF, Holdham MT (۱۹۸۹) Heavy metal contaminationin the Tanat Valley, NorthWales. Environ Geochem Health۱۱:۱۲۷-۱۳۵.

Merain E, Anke M, Inant M, Stoeppler M (۲۰۰۴) Elements and theircompound in the environment, ۲nd edn. Wiley-VCH GMBH ۸CO, KGA, Weinheim, p ۱۲۴۷.

Muller, G.; ۱۹۷۹; "Schwermetalle in den sedimenten des Rheins Veranderungen seit ۱۹۷۱", Umschau Vol. ۷۹, No. ۲۴, pp. ۷۷۸- ۷۸۳.

Nimick DA, Moor JM (۱۹۹۱) Prediction of water-soluble metalconcentrations in fluvial deposited tailings sediments, UpperClark Fork Valley, Montana, USA. Appl Geochem ۶:۶۳۵-۶۴۶.
Siegel FR (۲۰۰۴) Environmental geochemistry of potentially toxicmetals. Springer, Heidelberg ۲۱۵ pp.
Sposito, G., Lund, L.J. and Chang, A. C. (۱۹۸۲) "Trace metal chemistry in arid zone field soils amended with sewage sludge: i. fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in solid phases . Soil sci. soc. Am. ۴۶: ۲۶۰-۲۶۴
Guo, G., Wu, F., Xiem F. & Zhang, R.)۲۰۱۲("Spatialdistribution and pollution assessment of heavy metals inurban soils from southwest China". Journal of Environmental Sciences, ۲۴ (۳): ۴۱۰-۴۱۸.

Abstract

The aim of this study was to evaluate development of soil heavy metals contamination in the surrounding mining Sormak Ahangran.Pollution of copper, zinc, lead and cadmiumwas determined in ۶ soil sampling points around the mine. Moreover, pollution indices, such as Index geo-accumulation(I_{geo}), Pollution index(PI) were used for distribution of heavy metal. As a result, high level of cadmium, copper, zinc and lead were located at $S_۲$ and $S_۱$ areas respectively. It was mainly due to mining activities. Generally the pollution rate for the metals decreased with distance from mine, inwhere site $S_۶$was far away from mine and I_{geo} for metals classified in not polluted.

تاثیر اندازه خاکدانه بر توزیع روی در تعدادی از خاک‌های آلوده استان اصفهان

اکرم فرشادی‌راد [۱]، علیرضا حسین پور [۲]، شجاع قربانی [۳] و حمیدرضا متقیان [۴]
۱- دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۴- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد

چکیده
توزیع فلزات سنگین در خاک به صورت غیریکنواخت می‌باشد که یکی از دلایل این غیریکنواختی تشکیل خاکدانه در خاک است. در این تحقیق توزیع روی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف در تعدادی از خاک‌های آلوده بررسی شد. نمونه‌های خاک هوا خشک شده، با استفاده از روش الک خشک به ۴ بخش، ۴ تا ۲، ۲ تا ۰/۲۵، ۰/۲۵ تا ۰/۵۳ و کوچکتر از ۰/۵۳ میلی‌متر تفکیک شدند. غلظت روی کل در خاک و خاکدانه‌ها اندازه‌گیری شد و سپس سهم خاکدانه‌ها از روی کل خاک و فاکتور توزیع روی در خاکدانه‌ها محاسبه شد. نتایج نشان داد با توجه به غالب بودن خاکدانه‌های ۰/۲۵ تا ۲ میلی‌متر در خاک‌های مورد مطالعه، سهم این بخش در نگهداشت روی بیشترین مقدار بود. مطالعه توزیع روی در خاکدانه‌های مختلف نشان داد، بخش کوچکتر از ۰/۵ میلی‌متر دارای بیشترین فاکتور توزیع در خاک بود.

واژه های کلیدی: خاکدانه، روی، خاک آلوده

مقدمه
خاک، منبع غذا و نیز محیط زیست بسیاری از موجودات زنده و مأمن و محل زندگی بسیاری از تولیدکنندگان اولیه هرم غذایی است (معماریان، ۱۳۸۰). بدین ترتیب یکی از نگرانی‌های اکولوژیست‌ها و متخصصین محیط زیست، آلودگی‌های زیست محیطی و به ویژه آلودگی خاک می‌باشد. به طور کلی هر نوع تغییر در ویژگی‌های اجزای تشکیل‌دهنده محیط به‌طوری‌که عملکرد طبیعی و تعادل زیستی آن‌ها مختل گردد و به طور مستقیم یا غیرمستقیم منافع و حیات موجودات زنده را به مخاطره اندازد، آلودگی محیط زیست گفته می‌شود (دبیری، ۱۳۷۵).
فلزات سنگین، امروزه جزء مضرترین آلاینده‌های زیست محیطی بوده و تبدیل به یک مشکل عمده برای بهداشت و سلامت عمومی گردیده‌اند. به‌طوری‌که محققان معتقدند مجموع سمیتی که در اثر فلزات سنگین به محیط زیست وارد می‌شود بیش از سمیت تمام زباله‌های آلی و مواد رادیواکتیو می‌باشد. یونهای فلزات سنگین از آلاینده‌های پایدار، ماندگار در محیط زیست و غیر قابل تجزیه می‌باشند. این عناصر تمایل به تجمع در پیکر موجودات زنده داشته و جذب اندک فلزاتی مانند جیوه، سرب، کادمیم، آرسنیک، کروم و کبالت در بدن جانداران باعث بروز بیماری‌ها و عوارض سوء بی‌شماری می‌گردد (رنگاراج و مون، ۲۰۰۲).
در سال‌های اخیر به دلیل وجود کارخانجات ذوب آهن و فولاد مبارکه در اطراف شهر اصفهان و بالا بودن غلظت فلزات سنگین در مجاورت این کارخانه‌ها (بقایی و همکاران، ۱۳۸۶) همچنین وجود معادن سرب و روی در حوالی سپاهان شهر، واقع در جنوب شهر اصفهان و انباشت تدریجی فلزات سنگین در مناطق شهری از منابع مختلف آلودگی در طول زمان، از جمله احتراق بنزین، ذرات اتمسفری و همچنین استفاده از کمپوست و لجن فاضلاب به عنوان کود، به نظر می‌رسد خطر آلودگی فلزات سنگین در این شهر رو به گسترش می‌باشد (دنکوب و همکاران، ۱۳۹۰).
قابلیت دسترسی عناصر در خاک فقط در ارتباط با غلظت این عناصر در خاک نیست بلکه به موقعیت آن‌ها در محیط‌های کوچک خاک یا توزیع آن‌ها در خاکدانه‌های خاک هم وابسته است (آکاستا و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین جداسازی خاکدانه‌های خاک به منظور تفکیک مخازن عناصر غذایی مانند فسفر و کربن آلی در تحقیقات مختلف انجام شده است (کریستینسن، ۲۰۰۱). ژانگ و همکاران (۲۰۰۳) تحرک و تأثیر بیولوژیکی فلزات سنگین در خاک را در ارتباط با اندازه و ترکیب اجزای تشکیل‌دهنده خاکدانه‌ها دانستند. اری و همکاران (۱۹۹۰) دریافتند که عناصر کم‌نیاز به ذرات ریزتر خاک متصل شده و بیشتر در سطح ذرات وجود دارند. ژانگ و همکاران (۲۰۰۳) افزایش مقدار کل فسفر، کادمیم، کروم، مس، کبالت، نیکل، سرب و روی با کاهش اندازه خاکدانه‌ها را به دلیل بیشتر بودن مقدار رس و سیلت در خاکدانه‌های ریز و بیشتر بودن سطح ویژه این ذرات دانستند.
گانگ و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند سهم اندازه خاکدانه‌های خاک را در نگهداشت فلزات سنگین در خاک‌های زراعی مناطق گرمسیری جزیره هاینان (Hainan) چین، به ترتیب در خاکدانه های ۵۳ تا ۲۵۰، ۲۵۰ تا ۱۰۰۰، ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ ، ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ ، کوچکتر از ۵۳ و بزرگتر از ۴۰۰۰ میکرومتر بیشترین مقدار بود. این در حالی بود که خاکدانه‌های با اندازه کوچکتر از ۵۳، ۵۳ تا ۲۵۰، ۲۵۰ تا ۱۰۰۰، ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰، ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ و بزرگتر از ۴۰۰۰ میکرومتر به ترتیب مقادیر ۵ تا ۱۰، ۳۲ تا ۳۵، ۳۱ تا ۳۸، ۱۱ تا ۱۷، ۴ تا ۸ و ۲ تا ۵ درصد کل خاک را به خود اختصاص دادند.

با توجه به این که اطلاع از توزیع اندازه خاکدانه‌ها در خاک می‌تواند در درک قدرت خاک در نگهداری و آزادشدن عناصر غذایی و مواد آلاینده و همچنین میزان تحرک، سرعت انتقال و قابلیت استفاده آن‌ها در خاک مفید باشد، تحقیق حاضر با هدف مطالعه تأثیر اندازه خاکدانه بر نحوه توزیع روی در خاک انجام شد.

مواد و روش ها

در این پژوهش، ابتدا نمونه‌برداری از لایه ۰ تا ۱۵ سانتی‌متری ۵ خاک آلوده به فلزات سنگین در استان اصفهان انجام شد. منطقه مورد مطالعه شامل شهرستان اصفهان و حومه آن بود. این منطقه بین طول جغرافیایی ′۱۵ °۵۱ تا ′۴۷ °۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ′۱۲ °۳۲ تا ′۴۴ °۳۲ شمالی واقع شده است. متوسط ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۵۵۰ متر، میانگین دمای سالانه ۲/۱۶ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی در منطقه ۱۱۰ میلی‌متر در سال است. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه انتقال داده شد و پس از هوا خشک‌کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه شامل، بافت خاک به روش هیدرومتری (گی و بودر، ۱۹۸۶)، pH خاک در سوسپانسیون ۱:۲ آب به خاک (توماس، ۱۹۹۶)، EC در عصاره ۱:۲ آب به خاک (رودز، ۱۹۹۶)، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (لوپرت و سوآرز، ۱۹۹۶)، ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از استات سدیم (سامنر و میلر، ۱۹۹۶) و مقدار ماده آلی به روش اکسیداسیون تر (نلسون و سامرس، ۱۹۹۶) تعیین شد.

به منظور جداسازی خاکدانه‌ها نمونه‌های خاك هوا خشك از الك ۴ میلی‌متری عبور داده شدند. سپس خاکدانه‌های خاک به ۴ بخش ۴ تا ۲ (خاکدانه های درشت بزرگ)[۴۱]، ۲ تا ۰/۲۵ (خاکدانه‌های درشت کوچك)[۴۲]، ۰/۲۵ تا ۰/۰۵۳ (خاکدانه‌های ریز)[۴۳] و کوچکتر از ۰/۰۵۳ میلی‌متر (بخش‌های معدنی)[۴۴] با استفاده از روش الک خشک (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۳) تفکیک شدند (مارکوئز، ۲۰۰۴).

مقدار کل روی با استفاده از اسید نیتریک ۴ نرمال (اسپوزیتو و همکاران، ۱۹۸۲) در خاک و خاکدانه‌های کوچکتر از ۴ میلی‌متر، عصاره‌گیری شد. سپس سهم هر خاکدانه در مقدار روی کل خاک با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد.

$$ML = A_i \times B_i \quad (1)$$

در این معادله، ML سهم هر اندازه خاکدانه در مقدار روی، A_i مقدار روی کل (میلی گرم بر کیلوگرم) در هر اندازه خاکدانه (i) و B_i درصد جرمی هر بخش می باشد.

همچنین فاکتور توزیع روی در خاکدانه های با اندازه مختلف با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد.

$$DF_x = \frac{X}{A_i} \quad (2)$$

در این معادله، DF_x فاکتور توزیع روی در هر اندازه خاکدانه (X) می‌باشد. مقدار روی کل در هر اندازه خاکدانه و مقدار روی کل در خاک می‌باشد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها

برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است. دامنه تغییرات درصد رس خاک ها از ۳/۱۹ تا ۳/۵۴ درصد، سیلت خاکها بین ۳۰ تا ۵/۵۱ درصد و شن خاکهای مورد بررسی بین ۷/۱۰ تا ۷/۳۵ درصد بود. بنابراین بافت خاک های مورد مطالعه بین کلاس های رسی و لوم شنی قرار دارد. حدود تغییرات پ- هاش خاکها بین ۰۸/۷ تا ۱۷/۸ بود. خاک های مورد مطالعه از لحاظ شوری در محدوده غیر شور قرار داشتند. دامنه تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی و ماده آلی خاکها از ۹۶/۱۹ تا ۸۷/۲۸ سانتی مول بار در کیلو گرم خاک و ۹۶/۰ تا ۳۳/۳ درصد بود. مقدار روی کل در خاک های مورد مطالعه بین ۵/۸۹ تا ۶/۳۹۳ قرار داشت. مقایسه مقدار روی کل خاک های مورد بررسی با استاندارد های سازمان سلامت جهانی (WHO) نشان داد که غلظت روی در تمام خاک های مورد مطالعه بالاتر از حد استاندارد روی در خاک (۹۰ میلی گرم در کیلوگرم) بود (تمبو و همکاران، ۲۰۰۶).

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد مطالعه

شماره خاک	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	رس	سیلت	شن	pH	قابلیت هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی	روی کل
	%						$dS\ m^{-1}$	$cmol_c kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$
S1	۹۶/۰	۵/۳۹	۳/۵۴	۰/۳۵	۷/۱۰	۱/۷	۸۰/۰	۹/۱۹	۵/۸۹
S2	۹۴/	۵/۳۷	۳/۲۹	۵/۴	۲/۲	۲/۸	۵۳/۰	۶/۲۰	۵/۱۴۶

۴۱. Large macro-aggregate
۴۲. Smal macro-aggregate
۴۳. Micro-aggregate
۴۴. Mineral fraction

S۳	۳۳/۳	۵/۳۵	۸/۳۶	۰/۳۰	۲/۳۳	۲/۸	۵۸/۰	۷/۲۵	۲/۲۶۱
S۴	۳۳/۳	۵/۳۹	۸/۲۶	۵/۳۷	۷/۳۵	۲/۸	۵۳/۰	۹/۲۸	۶/۳۹۳
S۵	۷۷/۲	۰/۳۳	۳/۱۹	۵/۵۱	۵/۵۱	۱/۸	۵۴/۰	۵/۲۳	۱/۱۹۴

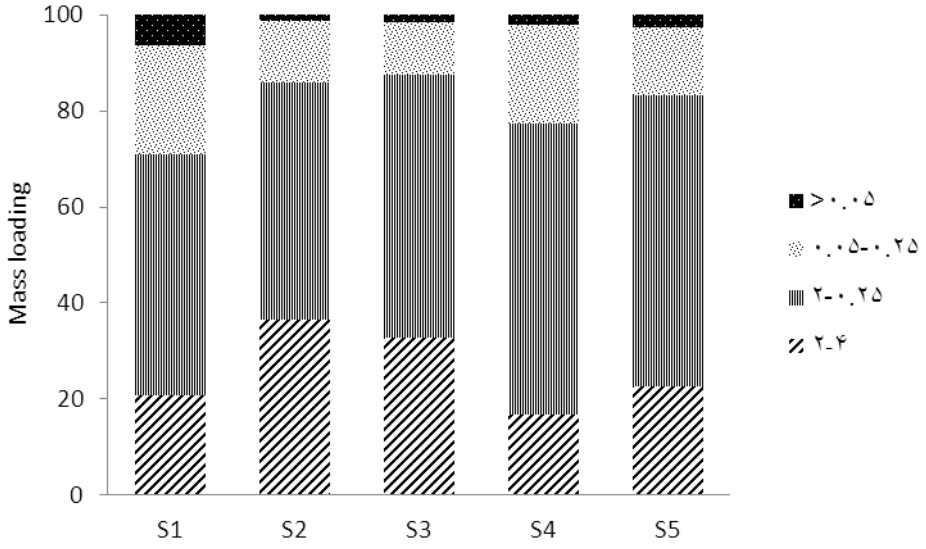
توزیع اندازه خاکدانه‌های مختلف در خاک‌های مورد مطالعه نشان داد درصد خاکدانه‌های ۲ تا ۴، ۰/۲۵تا ۲، ۰/۰۵ تا ۰/۲۵ و کوچکتر از ۰/۰۵ میلی‌متر به ترتیب بین ۶۵/۱۸ تا ۳۸/۳۷، ۴۴/۵۰ تا ۱۲/۵۸، ۷۲/۱۰ تا ۲۱/۲۱ و ۱۳/۱ تا ۲۴/۲ قرار داشتند (جدول ۲). در همه خاک‌ها خاکدانه‌های ۰/۲۵تا ۲ و ۲ تا ۴ میلی‌متر دارای بیشترین فراوانی بودند. این دو بخش به طور متوسط ۴/۷۹ درصد از خاک‌ها را به خود اختصاص دادند.

(٪) جدول ۲. توزیع اندازه خاکدانه ها در خاک های مختلف

شماره خاک	توزیع اندازه خاکدانه ها (mm)			
	<۰/۰۵	۰/۲۵-۰/۰۵	۲-۰/۲۵	۴-۲
S۱	۱۰/۴	۸۸/۱۶	۷۵/۵۴	۲۶/۲۴
S۲	۱۳/۱	۱۱/۱۳	۹۹/۵۳	۷۷/۳۱
S۳	۴۷/۱	۷۲/۱۰	۴۴/۵۰	۳۸/۳۷
S۴	۰۲/۲	۲۱/۲۱	۱۲/۵۸	۶۵/۱۸
S۵	۲۴/۲	۹۰/۱۶	۸۸/۵۶	۹۸/۲۳

توزیع روی در خاکدانه های با اندازه مختلف

برای تخمین سهم هر خاکدانه در مقدار روی نسبت به مقدار کل آن در خاک شاخص بارگذاری جرم (ML) محاسبه شد (شکل ۱). نتایج نشان داد خاکدانه های کوچکتر از ۰/۰۵ به طور متوسط ۳/۱ تا ۵/۶ درصد از کل مقدار روی در خاک را به خود اختصاص داده اند. ۸/۱۰ تا ۵/۲۲ درصد از روی کل در خاکدانه های ۰/۰۵ تا ۰/۲۵ میلی متر قرار داشت و خاکدانه های ۰/۲۵ تا ۲ و ۲ تا ۴ میلی متر به ترتیب ۱۸/۴۹ تا ۳۶/۶۰ و ۸/۱۶ تا ۵/۳۶ درصد روی کل را به خود اختصاص دادند. نتایج نشان داد چون فراوانی خاکدانه های ۰/۲۵ تا ۲ میلی متر در تمامی خاک های مورد مطالعه بیشتر بود (جدول ۲)، بخش زیادی از روی به این بخش از خاکدانه ها متصل شده است. گانگ و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که سهم خاکدانه های ۰/۲۵ تا ۱ میلی متر در مقدار روی کل خاک بیشترین مقدار بود. در خاک های شنی فلوریدا بخش زیادی از فلزات سنگین (Cr، Ni، Cd، Pb، Cu، Zn و Co) به خاکدانه های کوچکتر از ۰/۰۵ میلی متر پیوند یافته بود (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۳).



(٪) شکل ۱. متوسط توزیع روی در خاکدانه های با اندازه مختلف

فاکتور توزیع روی (DF) در خاکدانه های با اندازه مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. توزیع روی در خاک شماره ۱ (S۱) با کاهش اندازه خاکدانه ها افزایش یافته است. در سایر خاک ها مقدار فاکتور توزیع در خاکدانه های کوچکتر از ۰۵/۰ میلیمتر بیشترین مقدار بود. فاکتور توزیع در بخش کوچتر از ۰۵/۰ میلیمتر خاک ۴ (S۴) (۰۸/۲) بیشترین مقدار و پس از آن، خاک های شماره ۵ (۱۷/۱)، ۱ (۱۶/۱)، ۲ (۱۶/۱)و ۳ (۱۲/۱) قرار داشتند. کمترین فاکتور توزیع در خاک های ۱، ۳ و ۴ مربوط به خاکدانه های با اندازه ۲ تا ۴ میلیمتر و در خاک‌های ۲ و ۵ مربوط به خاکدانه‌های با اندازه ۲۵/۰ تا ۲ میلی‌متر بود. بدین ترتیب می توان نتیجه گرفت خاکدانه‌های با اندازه بزرگتر هم می‌توانند با ورود روی از منابع مختلف به خاک، غنی شوند. ژانگ و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند این نسبت برای فسفر، کادمیم، کروم، مس، کبالت، نیکل، سرب و روی، در خاکدانه‌های کوچکتر از ۰۵۳/۰ میلی‌متر بیشترین مقدار و پس از آن در خاکدانه‌های دارای اندازه ۰۵۳/۰ تا ۱۲۵/۰ و ۵/۰ تا ۱ میلی‌متر قرار داشتند. گانگ و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند خاکدانه های کوچکتر از ۵۳ میکرون، دارای بیشترین فاکتور توزیع (برای کادمیم، سرب، کروم و آرسنیک به ترتیب ۵/۳، ۱۱/۲، ۷۳/۱ و ۰۹/۱) بود و کمترین فاکتور توزیع در خاکدانه‌های بزرگتر از ۱۰۰۰ میکرومتر وجود داشت.

با توجه به اینکه سهم خاکدانه‌های ۲۵/۰ تا ۲ میلی‌متر در نگهداشت روی در خاک‌های مورد مطالعه بیشترین مقدار و توزیع روی در خاکدانه‌های کوچکتر از ۰۵/۰ میلی‌متر بیشترین مقدار بود بایستی در تصمیمات مدیریتی جهت اصلاح خاک و افزایش تثبیت فلزات در خاک‌های آلوده به آن توجه نمود.

جدول ۳. فاکتور توزیع روی در خاکدانه‌های با اندازه مختلف

	<۰۵/۰	۲۵/۰-۰۵/۰	۲-۲۵/۰	۴-۲
S۱	۱۶/۱	۹۸/۰	۶۷/۰	۶۳/۰
S۲	۱۶/۱	۰۰/۱	۹۲/۰	۱۵/۱
S۳	۱۳/۱	۹۹/۰	۰۶/۱	۸۶/۰
S۴	۰۸/۲	۹۶/۱	۰۷/۲	۸۱/۱
S۵	۱۷/۱	۸۷/۰	۰۹/۱	۹۷/۰

منابع

بقایی ا. خادمی ح و محمدی ج. تجزیه و تحلیل زمین آماری تغییرات مکانی سرب و نیکل قابل جذب در اطراف دو قطب صنعتی منطقه اصفهان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۴ (شماره ۲)، صفحات ۱ تا ۹.

دبیری م. ۱۳۷۵. آلودگی محیط زیست. نشر اتحاد.

دنکوب ز. خادمی ح و ایوبی ش. ۱۳۹۱. پذیرفتاری مغناطیسی و ارتباط آن با غلظت برخی فلزات سنگین و خصوصیات خاک‌های سطحی اطراف اصفهان. محیط شناسی. جلد ۳۸ (شماره ۳)، صفحات ۱۷-۲۶.

معماریان ح. ۱۳۸۰. زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک. انتشارات دانشگاه تهران.
Acosta J.A. Martinez-Martinez S. Faz A. and Arocena J. ۲۰۱۱. Accumulations of major and trace elements in particle size fractions of soils on eight different parent materials. Geoderma ۱۶۱:۳۰-۴۲.
Christensen B.T. ۲۰۰۱. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. European Journal of Soil Science ۵۲:۳۴۵ -۳۵۳.
Eary L.E. Rai D. Mattigod S.V. and Ainsworth C.C. ۱۹۹۰. Geochemical factors controlling the mobilization of inorganic constituents from fossil-fuel combustion residues. II. Review of the minor elements. Journal of Environmental Quality ۱۹:۲۰۲ - ۲۱۴.
Gee G.W. and Bauder J.W. ۱۹۸۶. Particle size analysis. In: Klute A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۱. Agron. Monogr. ۹. ASA and SSSA, Madison, WI.
Gong C. Ma L. Cheng H. Liu Y. Xu D. Li B. Liu F. Ren Y. Liu Z. Zhao C. Yang K. Nie H. and Lang C. ۲۰۱۴. Characterization of the particle size fraction associated heavy metals in tropical arable soils from Hainan Island, China. Journal of Geochemical Exploration ۱۳۹: ۱۰۹-۱۱۴.
Loeppert R.H. and Suarez D.L. ۱۹۹۶. Carbonate and gypsum. In: D.L. Sparks. Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison, pp. ۴۳۷-۴۷۴.
Marquez C.O. Garcia V.J. Cambardella C.A. Schultz R.C. and Isenhart T.M. ۲۰۰۴. Aggregate size-stability distribution and soil stability. Soil Science Society of America Journal ۶۸:۷۲۵-۷۲۶.
Nelson D.W. and Sommers L.E. ۱۹۹۶. Carbon, organic carbon, and organic matter. In: D.L. Sparks, (Ed.), Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison, pp. ۹۶۱-۱۰۱۰.
Rengaraj S. and Moon S.H. ۲۰۰۲. Kinetics of adsorption of Co (II) removal from water and wastewater by ion exchange resins. Water research ۳۶:۱۷۸۳-۹۳.
Rhoades J.D. ۱۹۹۶. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: D.L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison, pp. ۴۱۷-۴۳۵
Sumner M.E. and Miller P.M. ۱۹۹۶. Cation exchange capacity and exchange coefficient. In: D.L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison.
Tembo B.D. Sichilongo K. and Cernak J. ۲۰۰۶. Distribution of copper, lead, cadmium and zinc concentrations in soils around Kabwe town in Zambia. Chemosphere ۶۳: ۴۹۷-۵۰۱.
Thomas G.W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. In: D.L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. SSSA, Madison. pp. ۴۷۵-۴۹۰.
Zhang M.K. He Z.L. Calvert D.V. Stoffella P.J. Yang X.E. and Li Y.C. ۲۰۰۳. Phosphorus and heavy metal attachment and release in sandy soil aggregate fractions. Soil Science Society of America Journal ۶۷:۱۱۵۸ - ۱۱۶۷.

Abstract

Distribution of heavy metals in soil is heterogonous that one-of the major reasons for this small-scale heterogeneity is aggregation of the soil. In this study, Zn distribution studied in different size fractions of aggregate in some polluted soils. Air dried samples fractionated into four different aggregate size fractions ranged from ۴ to ۲, ۲ to ۰.۲۵, ۰.۲۵ to ۰.۰۵ and <۰.۰۵ by dry sieving. Total concentration of Zn extracted in soils and aggregates. The results showed that since ۰.۲۵ to ۲ mm fractions was significantly higher in all soils, large proportions of Zn were attached to this fractions. Study of Zn distribution factor in different aggregate size fractions showed the highest distribution factor was found in the <۰.۰۵ mm fraction.

بررسی شاخص درجه زرد برگی (کلروز) پایه‌های مختلف مرکبات در خاک‌های آهکی شرق مازندران

علی اسدی کنگرشاهی [۱]،نگین اخلاقی امیری [۲]
۱-استادیار بخش تحقیقات خاک و آب و بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۲- عضو هیات علمی بخش اصلاح امور زراعی و باغی مرکز تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ساری

چکیده
به منظور بررسی و تعیین پایه یا پایه‌های مناسب برای جایگزینی نارنج در خاک‌های با دامنه متفاوت آهک در شرق مازندران آزمایشی به صورت تجزیه مرکب مکان درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هفتمکان (نوع خاك) با دامنه متفاوت کربنات کلسیم از ۲ تا حدود ۴۰ درصدباپایه‌های نارنج، ترویرسیترنج، کاریزوسیترنج، سوینگل‌سیترومله، سی- ۳۵ ،اسموت فلت سویل و گوتو در چهار تکرار انجام شد. برای تعیین درجه زردی (کلروز) برگ ژنوتیپ‌های مختلف در سال‌های دوم و سوم رشد نهال‌ها، تعداد برگ‌های دارای عارضه زرد برگی و درجه زردی آن‌ها در هر تیمار آزمایشی ثبت شد. برای تعیین شاخص کلروز، به طور میانگین به هر برگ درجه‌ای از یک تا پنج داده شد. نتایج این آزمایش نشان داد که سوینگل‌سیترومله و نارنج به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص درجه کلروز را داشتند و سی-۳۵، کاریزوسیترنج، گوتو، ترویرسیترنج، اسموت‌فلت‌سویل به ترتیب بعد از سیترومله قرار گرفتند.
واژه‌های کلیدی: آهک، شاخص درجه زردی، ژنوتیپ، مرکبات.

مقدمه
نتایج مطالعات خاکشناسی باغ‌های مرکبات مناطق شرق مازندران نشان داده است که مقدار کربنات کلسیم خاك باغ‌های این منطقه از میانه به طرف شرق به تدریج افزایش می‌یابد به طوری که مقدار کربنات کلسیم خاک در آمل و بابل کمتر از یك درصد است و در شرق ساری و نکا به بیشتر از ۴۰ درصد می‌رسد (اسدی و اخلاقی، ۱۳۹۳؛ ۲۰۰۸). حساسیت پایه‌های مرکبات به عارضه زرد برگی آهن بسیار متفاوت است (Castle andNunnallee ۲۰۰۹; Yang et al., ۲۰۱۰).نتایج پژوهشی برای یافتن پایه مناسب برای جایگزینی نارنج در خاک‌های آهکی نشان داد که کاریزوسیترنج، سوینگل سیترومله و C_{35} به شدت علائم زردی ناشی از کمبود آهن نشان داده و از بین رفتند (Louzada et al., ۲۰۰۸). نتایج ارزیابی سوینگل‌سیترومله و کاریزوسیترنج در خاک‌های آهکی نشان داد که این پایه‌ها رشد رویشی بسیار ضعیف و علائم زردی داشتند (Wright et al., ۱۹۹۹; Qrtiz et al., ۲۰۰۷).

بررسی رشد درختان جوان مرکبات با پایه سوینگل‌سیترومله نشان داد که درختان در خاک‌های بدون کربنات کلسیم در منطقه ریشه به خوبی رشد کردند اما در خاک‌های با میزان قابل ملاحظه‌ای کربنات کلسیم در منطقه ریشه، رشد ضعیفی داشتند. بیشتر تولیدکنندگان مرکبات، عملکرد بالای مرکبات با پایه سوینگل‌سیترومله را در خاک‌های اسیدی و عملکرد خیلی ضعیف برای آن در خاک‌های آهکی گزارش کرده‌اند و معمولا رشد و حجم تاج درختان با پایه سیترومله با افزایش کربنات کلسیم خاک به طور تدریجی کاهش می‌یابد .(Thomes, ۱۹۹۵;Louzada et al., ۲۰۰۸) از طرفی استفاده از پایه‌های سوینگل‌سیترومله، کاریزوسیترنج، ترویرسیترنج، سی- ۳۵، گوتو و اسموت‌فلت‌سویل در برخی مناطق شمال در حال گسترش است اما گزارش‌های محدودی در مورد پاسخ این پایه‌ها به خاك‌های آهکی در کشور وجود دارد لذا بررسی شاخص زرد برگی ترویرسیترنج، کاریزوسیترنج، سوینگل‌سیترومله، سی-۳۵،اسموت فلت سویل و گوتو به عنوان پایه جایگزین نارنج در خاک‌های با دامنه متفاوت آهک در شرق مازندران مورد بررسی قرار گرفت.

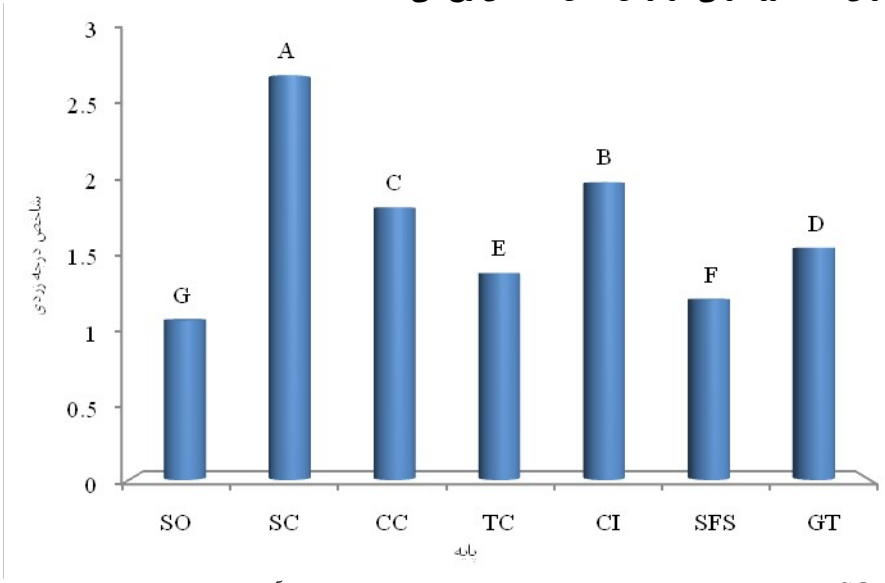
مواد و روش‌ها
آزمایش به صورت تجزیه مرکب مکان درقالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی در هفت مکان (هفتنوع خاك با دامنه متفاوت کربنات کلسیم از ۲ تا حدود ۴۰ درصد) و پایه‌های مرکبات (هفت ژنوتیپ) در چهار تکرار انجام شد.پایه‌های مورد استفاده شامل ۱. نارنج؛ ۲. سوینگل‌سیترومله؛ ۳. کاریزوسیترنج؛ ۴. ترویرسیترنج؛ ۵. سی- ۳۵؛ ۶. اسموت فلت سویل و ۷. گوتو بودند. برای تعیین درجه زردی (کلروز) برگ ژنوتیپ‌های مختلف در سال‌های دوم و سوم رشد نهال‌ها، بر اساس درجه زردی برگ‌های جدید توسعه یافته و شمارش تعداد این برگ‌ها در هر تیمار آزمایشی، به طور میانگین به هر نهال درجه‌ای از یک تا پنج (Byme et al., ۱۹۹۵; Sanz et al., ۱۹۹۷) به صورت زیر داده شد:

برگ‌ها سبز
بین رگبرگ‌ها سبز متمایل به زرد و رگبرگ‌ها سبز
بین رگبرگ‌ها زرد متمایل به سبز و رگبرگ‌ها سبز
بین رگبرگ‌ها زرد و رگبرگ‌ها سبز
بین رگبرگ‌ها زرد متمایل به سفید، رگبرگ‌ها سبز رنگ پریده و همچنین مقداری ریزش برگ

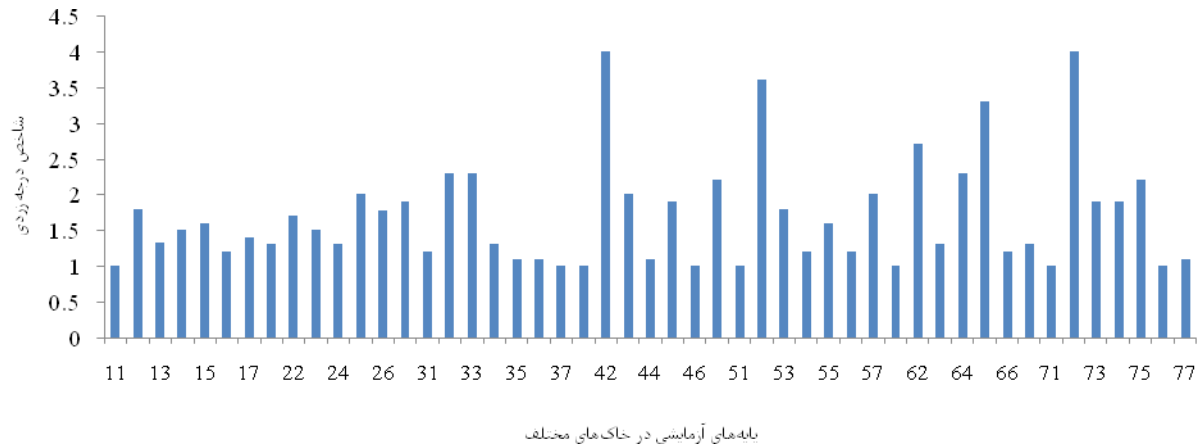
پایه‌هایی که فاقد علائم زرد برگی بودند یا حداقل علائم را داشتند به عنوان متحمل‌ترین پایه‌ها به خاک‌های آهکی معرفی شدند و در مقابل، پایه‌هایی که بیشترین درجه زرد برگی را داشتند به عنوان حساس‌ترین پایه‌ها به خاک‌های آهکی گزارش شدند. سپس کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزارهای SPSS و MSTATC و آزمون F مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و میانگین پارامترهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شد. با استفاده از این شاخص‌ها میزان تحمل ژنوتیپ‌های مختلف به آهک تعیین و پایه‌های بدون علائم ظاهری کمبود و یا آن‌هایی که حداقل علائم ظاهری را داشتند به ترتیب به عنوان پایه‌های مناسب برای خاک‌های آهکی معرفی شدند.

نتایج وبحث

نتایج بررسی میانگین درجه کلروز پایه‌ها در خاک‌های مختلف در شکل یک آمده است. این نتایج نشان داد که سوینگل‌سیترومیلو بیشترین درجه زرد برگی (کلروز) را داشت و به عنوان حساس‌ترین پایه به خاک‌های آهکی با توجه به این شاخص می‌باشد. در مقابل، نارنج فاقد علائم زرد برگی بود و به عنوان متحمل‌ترین پایه به خاک‌های آهکی گزارش شد و اسموتفلت‌سویل، ترویرسیترنج، گوتو، کاریزوسیترنج و سی-۳۵ به ترتیب بعد از آن قرار گرفتند. نتایج این پژوهش با نتایج برخی پژوهشگران که گوتو را مشابه نارنج می‌دانستند در تضاد است. ولی در مورد سایر پایه‌ها، با نتایج بیشتر پژوهشگران دیگر مشابه است (Recupero and Russo, ۱۹۸۸; Benyahia et al., ۲۰۱۱) همچنین تاثیر مکان (خاک) بر شاخص درجه کلروز برگ نشان داد که تغییرات شاخص درجه کلروز پایه‌های مورد آزمایش در خاک‌های با آهک کم (خاک‌های ۱، ۲ و ۳) بسیار پایین بود، اما در خاک‌های با آهک متوسط و زیاد (خاک‌های ۴، ۵، ۶ و ۷) این تغییرات بسیار بیشتر بود. شکل ۲، اختلاف بین پایه‌ها در تحمل به آهک خاک را به وضوح نشان می‌دهد. برخی پژوهش‌ها نشان داده است که سوینگل‌سیترومیلو برای خاک‌های آهکی مناسب نمی‌باشد(Castle andStover, ۲۰۰۱) همچنین برخی گزارش‌ها ترویرسیترنج را به عنوان پایه متحمل برخی دیگر آن را به عنوان نیمه متحمل به زرد برگی ناشی از کمبود آهن در خاک‌های آهکی گزارش کرده‌اند، به احتمال زیاد این تغییر در رفتار ترویرسیترنج ناشی از چگونگی انجام آزمایش و هموژنی مواد گیاهی می‌باشد (Maribela et al., ۲۰۰۵). حساسیت پایه‌های مرکبات به عارضه زرد برگی آهن بسیار متفاوت است و علت این عارضه زرد برگی، غلظت و حلالیت پایین آهن در محلول خاک در خاک‌های آهکی و قلیایی گزارش شده است (Castle andNunnallee, ۲۰۰۹; Yang et al., ۲۰۱۰). نتایج تحقیقات مختلف در خاک‌های آهکی نشان داده است که شدت کلروز ژنوتیپ‌های مختلف در فصول و سال‌های مختلف نیز متفاوت است و بیشترین شدت زرد برگی در اوایل فصل تابستان رخ می‌دهد (Alcantara et al., ۲۰۱۲).



شکل ۱- میانگین درجه زردی برگ پایه‌های مختلف در خاک‌های آهکی،علائم اختصاری محور افقی به ترتیب SO (نارنج)، SC (سوینگل‌سیترومیلو)، CC (کاریزوسیترنج)، TC (ترویرسیترنج)، CI (سی-۳۵)، SFS (اسموتفلت‌سویل) و GT (گوتو) را نشان می‌دهد.



شکل ۲- شاخص درجه زردی پایه‌های آزمایشی در خاک‌های مختلف (در محور افقی، رقم اول هر عدد دو رقمی نشان دهنده مکان (نوع خاک) و رقم دوم، نوع پایه را نشان می‌دهد).

نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که در خاک‌های آهکی مقدار زیادی از آهن در آپوپلاست سلول‌های ریشه رسوب کرده که موجب افزایش غلظت آهن در ریشه‌های مویی درختان مرکبات می‌شود اما درصد کمی از این آهن به اندام هوایی منتقل می‌شود بنابراین یکی از دلایل پاسخ متفاوت پایه‌ها به خاک‌های آهکی می‌تواند به علت راندمان متفاوت پایه‌ها در انتقال آهن از ریشه به اندام هوایی باشد (Kosegarten and Koyro, ۲۰۰۱). درختان مرکبات جزو گیاهان دو لپه‌ای هستند که بیشتر آهن مورد نیازشان را با کاهش آنزیمی آهن(III) به آهن(II) جذب می‌نمایند (با استراتژی I)، و در پ‌هاش بیشتر از ۶ در این فرآیند اختلال ایجاد می‌شود (Fox and Guerinat, ۱۹۹۸). بیشتر دولپه‌ای‌ها با سازوکارهای اسیدی کردن آپوپلاست، کاهش آنزیمی آهن در ریشه و ترشح ترکیبات احیا کننده، جذب آهن را افزایش می‌دهند. همچنین در گیاهان چوبی چند ساله، آغازش و فعالیت آنزیم کاهنده کلات‌های آهن بسیار کمتر از گیاهان یک ساله است (Moog and Bruggeman,۱۹۹۴)، رهاسازی پروتون به فضای آپوپلاست سلول‌های ریشه، موجب خنثی شدن بی‌کربنات و بافر کردن پ‌هاش آپوپلاست می‌شود که فراهمی کاهش جذب آهن (III) را به آهن (II) افزایش می‌دهند (Mengel, ۱۹۹۴). اما تراوش پروتون به ریزوسفر، تاثیر چندانی بر حلالیت آهن خاک در خاک‌های آهکی ندارد.

بیشتر گزارش‌ها نشان داده است که زرد برگی ناشی از کمبود آهن، ناشی از قابلیت استفاده کم آهن در خاک‌های آهکی نمی‌باشد (Mortvedt, ۲۰۰۰; Ammari and Mengel, ۲۰۰۶). بلکه پ‌هاش بالای آپوپلاست سلول‌های ریشه، تبدیل آهن (III) سیدروفورها را به آهن (II) کاهش داده و در نتیجه جذب آهن را به داخل سلول‌ها به شدت کاهش می‌دهد (Kosegarten et al., ۲۰۰۴). به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که دامنه تحمل آهک، با توجه به نوع پایه بسیار متفاوت است. پایه‌های سیترومل‌و تا حدود ۱۰ درصد و سیترنج‌ها تا ۲۰ درصد آهک را تحمل کردند اما نارنج، آهک بیشتر از ۲۰ درصد را نیز به خوبی تحمل کرد. البته این دامنه با توجه به بافت خاک، مقدار آهک فعال و ماده آلی خاک می‌تواند تغییر کند.

منابع

اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. تهران، ایران.

اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. تهران، ایران.

Alcantara, E., Montilla, I., Ramirez, P., Garcia-Molina, P.and Romera, F.J. ۲۰۱۲. Evaluation of quince clones for tolerace to iron chlorosis on calcareous soil under field conditions. Scientia Horticulturea, ۱۳۸: ۵۰-۵۴.

Ammari,T. and K. Mengel. ۲۰۰۶. Total soluble Fe in soil solution of chemically different soils. Geoderma,۱۳۶: ۸۷۶-۸۸۵.

Asadi Kangarshahi, A. and Akhlaghi Amiri, N. ۲۰۰۸. Investigation of physicochemical condition and fertilization methods to citrus gardens of Mazandaran, Iran. ۱۱th International Citrus Congress (ICC۲۰۰۸). Hubei, China.

Benyahia, H., Beniken, L., Omari, F. Z., Benazzouze, A., Handaji, N., Msatef, Y.and Olitrault, P. ۲۰۱۱. Evaluation of the resistance of few citrus rootstocks to alkalinity byapplying a faste test of secreening. African J. Agri. Res., ۶(۴): ۷۸۰-۷۸۴.

Byrne, D.H., Rouse, R.E.and Sudahono, ۱۹۹۵. Tolerance to citrus rootstocks to lime-induced iron chlorosis. Subtropical Plant Science, ۴۷: ۷-۱۱.

Castle, W.S. and Nunnallee, J. ۲۰۰۹. Screening citrus rootstocks and related selections in soil and solution culture for tolerance to low-iron stress. HortScience, ۴۴: ۶۳۸-۶۴۵.
Castle, B. and Stover, E. ۲۰۰۱. Update on use of swingle citromelo rootstock. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences.
Fox, T.C. and Guerinot, M.L. ۱۹۹۸. Molecular biology of cation transport in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, ۴۹: ۶۶۹-۶۹۶.
Kosegarten, H., Hoffman, B., Rroco, E., Grolig, F., Gluesenkamp, K.and Mengel, K. ۲۰۰۴. Apoplastic pH and Fe^{III} reduction in young sunflower (Helianthus annuus) roots. Physiologia Plantarum, ۱۲۲: ۹۵-۱۰۶.
Kosegarten, H. and Koyto, H. ۲۰۰۱. Apoplastic accumulation of iron in the epidermis of maize (Zea mays) roots grown in calcareous soil. Physiologia Plantarum, ۱۱۳: ۵۱۵-۵۲۲.
Louzada, E.S., Del Rio, H.S., Setamou, M., Watson, J.W.and Swietlik, D.M. ۲۰۰۸. Evaluation of citrus rootstocks for the high pH, calcareous soils of South Texas. Euhytica, ۱۶۴: ۱۳-۱۸.
Maribela, P., Amarilis, V., Javier, A., Eugenio, A.F. ۲۰۰۵. Differential tolerance to iron deficiency of citrus rootstocks grown in nutrient solution. Scientia Horticulturae, ۱۰۴: ۲۵-۳۶.
Maxwell, K. and Johnson, G.N. ۲۰۰۰. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. Journal Exper. Botany, ۵۱: ۶۵۹-۶۶۸.
Mengel, K. ۱۹۹۴. Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. Plant Soil. ۱۶۵: ۲۷۵-۲۸۳.
Mengel, K. and Kirkby, E. ۲۰۰۱. Principles of plant nutrition. ۵th edition, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.
Mengel, K., Geurtzen, G. ۱۹۸۶. Iron chlorosis in calcareous soils. Alkaline nutritional condition as the cause for the chlorosis. Journal of Plant Nutrition, ۹: ۱۶۱-۱۷۳.
Mengel, K., Bulb, W. and Scherer, H.W. ۱۹۸۴. Iron distribution in vine leaves with HCO_3^- induced chlorosis.Journal of Plant Nutrition, ۷: ۷۱۵-۷۲۴.
Moog, P.R. and Bruggemann, W. ۱۹۹۴. Iron reductase system on the plant plasma membrane. A Review of Plant Soil. ۱۶۵: ۲۴۱-۲۶۰.
Morales, F., Belkhodja, R., Abadia, A. and Abadia, J. ۲۰۰۰. Photosystem II efficiency and mechanisms of energy dissipation in iron-deficient, field-grown pear tress (Pyrus communis L.). Photosynth. Research, ۶۳: ۹-۲۱.
Qrtiz, P.R., Meza, B.J.C., Garza Requena, F.R., Flores, G.M. and Etchevers Barra, J.D. ۲۰۰۷. Evaluation of different iron compound in chlorotic Italian lemon. Plant Physiol. Biochem. ۴۵: ۳۳۰-۳۳۴.
Recupero Reforgaiato, G., and Russo, F. ۱۹۸۸. A trial of rootstocks for clementine commune in Italy. International Citrus Congres, Israel, Margraf., ۱: ۶۱-۶۶.
Romera, F.J., Alcantara, E.andDela Guardia, M.D. ۱۹۹۱. Characterization of the tolerance to iron chlorosis in different peach rootstocks grown in nutrient solution. II. Iron stress response mechanisms. In: Chen, Y. and Hadar, Y. (eds.). Iron Nutrition and Interaction in Plants. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers. ۱۵۱-۱۵۵.
Sanz, M., Pascual, J. and Machin, J. ۱۹۹۷. Prognosis and correction of iron chlorosis in peach trees: Influence on fruit quality. Journal of Plant Nutrition,۲۰: ۱۵۶۷-۱۵۷۲.
Thomas, A.O. ۱۹۹۵. Soil $CaCO_3$ concentration affects growth of young grapefruit trees on swingle citrumelo rootstocks. Proceedingof Florida State Horticulture Society, ۱۰۸: ۱۴۷-۱۵۰.
Wright, G.C., Tilt, P.A. and Pena, M.A. ۱۹۹۹. Results of scion and rootstock trials for citrus in Arizona. Final report for project ۹۸-۱۲. University of Arizona, College of Agriculture.
Yang, L., Li, G., Lin, Q.and Zhao, X. ۲۰۱۰. Active carbonate of chestnut soils in different lands. Ecology and Environmental Science, ۱۹: ۴۲۸-۴۳۲.

Ali Asadi Kangarshahi and Negin Akhlaghi Amiri
Respectively, associate professor of Soil and Water Department and Horticulture Crops Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran.

Abstract

To evaluation and determination of suitable rootstocks to replace sour orange in soils with different ranges of lime in east of Mazandaran, Iran, an experiment as combined analysis of location in RCBD design was conducted in ۷ location (soil type) with different range of Calcium carbonate from ۲ to ۴۰% by sour orange; Troyer citrange; Carizo citrange, Swingle citromelo; C-۳۵; Smooth Flat Sevil and Gou tou with ۴ replications. To determination of leaf yellowing degree (chlorosis) of different genotype in second and third years of seedlings growth, number of leaves with leaf yellowing disorders and their yellowing degree in each treatment was recorded. Results of this experiment showed that Swingle citromelo and sour orange had the highest andlowest chlorosis degree index, respectively and C-۳۵, carizo citrange, Gou tou, Troyer citrange and Smooth flat sevil replace after citromelo, respectively.

بررسی دانش باغداران در مدیریت زمان مصرف کود در باغ‌های پسته

سیدجواد حسینی فرد [۱]، محمد عبدالهی عزت‌آبادی [۱]
۱-عضو هیات علمی موسسه تحقیقات پسته کشور

چکیده

افزایش هزینه‌ها و اثرات زیست‌محیطی، باعث لزوم افزایش دقت در زمان مصرف کود در باغ‌ها و مزارع کشاورزی شده است. در این مطالعه، نخست با بررسی دیدگاه کارشناسی، دانش موجود در خصوص مدیریت زمان مصرف کود مشخص گردید. سپس دیدگاه و عملکرد کشاورزان در زمینه مدیریت زمان مصرف کود با استفاده از تکمیل پرسشنامه برآورد شد. با مقایسه دیدگاه کشاورزان با دیدگاه علمی کارشناسان، نمره مدیریت زمان تغذیه کشاورزان محاسبه گردید. نتایج نشان داد که در زمینه مدیریت زمان کود، دانش کشاورزان پایین می‌باشد. تحقیقات و ترویج نقش موثری بر افزایش دانش پسته کاران در خصوص مدیریت زمان مصرف کود داشته است. همچنین دانش کشاورزان در خصوص زمان تغذیه باغ های پسته تاثیر مثبت بر بهره وری زمین داشته است. در این زمینه، هر یك واحد نمره بالاتر، باعث افزایش عملکرد در هکتار باغ پسته به میزان ۳۲/۲۱ کیلوگرم می شود. به طوری که، کسی که نمره او ۲۰ باشد نسبت به کسی که نمره او صفر است، عملکرد در هکتارش به میزان ۴۲۶ کیلوگرم بالاتر است.

واژه های کلیدی: پسته، تکنولوژی نرخ متغیر، مدیریت زمان مصرف کود.

مقدمه

دو مسئله افزایش هزینه ها و اثرات زیست محیطی، باعث شده است تا اهمیت دقت در زمان مناسب تغذیه باغ‌ها و مزارع کشاورزی روز به روز افزایش یابد. برای بقا در بازار جهانی، تولید کنندگان بایستی ضمن افزایش کیفیت محصول، هزینه ها را کاهش داده و مسائل زیست محیطی را نیز رعایت کنند. بنابراین بررسی دقیق مصرف نهاده های تغذیه ای از اهمیت زیادی برخوردار می باشد (واتسون و همکاران، ۲۰۰۳). در این خصوص، نتایج مطالعه شروتریا (۲۰۰۸) نشان می دهد که با حذف سوبسید کود، مصرف این نهاده کاهش خواهد یافت. این مسئله به علت افزایش قیمت کود می باشد. کاهش مصرف کودها، در آینده می تواند تاثیر منفی بر بهره وری در بخش کشاورزی داشته باشد. یکی از راه های پیشنهادی نویسنده برای جلوگیری از این مسئله، استفاده از سیستم کشاورزی دقیق و مصرف به میزان و به موقع این نهاده می باشد.

در فعالیت های معمولی کشاورزی، نهاده هایی همچون کودهای شیمیایی، سموم دفع آفات نباتی و آب به صورت یکنواخت و بدون توجه به نیاز واقعی آنها در مزارع و باغ ها مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین مدیریت آنها به طور معمول بر اساس واکنش میانگین عملکرد محصول نسبت به مصرف این نهاده ها صورت می گیرد. این در حالی است که با توجه به تاکید های فراوان بر کیفیت و کارآیی تولید غذا، ضروری است تا نهاده ها بر اساس نیازهای واقعی از نظر زمانی و مکانی مورد استفاده قرار گیرند. این نوع از کشاورزی به عنوان کشاورزی دقیق شناخته می شود (لاسکانو و لی، ۲۰۰۳). به عبارت دیگر، تشخیص زمان دقیق استفاده از نهاده های تغذیه ای، مسئله بسیار مهمی در کشاورزی پیشرفته کنونی (کشاورزی دقیق) می باشد. علی‌رغم واضح بودن اهمیت کشاورزی دقیق و به تبع آن، تعیین زمان دقیق استفاده از نهاده های تغذیه ای، به عقیده لوئنبرگ دبوئر (۲۰۰۳)، به علت جوان بودن، بسیاری از جنبه های اقتصادی آن بایستی در آینده مورد بررسی قرار گیرد. بنابر این بررسی اقتصادی زمان تغذیه باغ ها و مزارع کشاورزی بسیار مهم می باشد.

پسته از محصولاتی است که دقت در زمان و مکان مصرف انواع کودها برای تولید آن از اهمیت زیادی برخوردار است. در خصوص عدم یکنواختی شرایط مزرعه و نیاز به دقت در تعیین زمان و مکان مصرف انواع مواد تغذیه ای، مطالعه کاتس و همکاران (۲۰۰۶) در باغات پسته نشان می دهد که تغییرات معنی داری در عملکرد در قسمت های مختلف یك باغ اتفاق می افتد. برای مثال، در محدوده یك باغ ۳۲ هکتاری که به طور یکنواخت آبیاری و تغذیه شده است، میزان تولید هر درخت در محدوده ۹ تا ۸۰ کیلوگرم متغیر است. حتی در یك ردیف، تغییرات معنی داری بین عملکرد درختان وجود دارد. علل این نوسانات شامل استرس های وارد شده بر درخت، نوع خاك، نوسانات آبیاری و تغذیه، بیماری ها و آفات، اندازه و سن درخت، سال آوری و ویژگی های ژنتیکی درخت می باشد. این در حالی است که سیستم های موجود به طور یکنواخت مقدار مساوی آب و مواد غذایی را به کل باغ منتقل می کند. در نتیجه، تقاضای واقعی درخت در نظر گرفته نشده و تعدادی از درختان ممکن است کمتر یا بیشتر از میزان مورد نیاز خود آب و مواد غذایی دریافت کنند. این مسئله در نهایت باعث کاهش بهره وری می گردد. بنابراین به نظر می رسد که با در نظر گرفتن نیاز واقعی آب و مواد غذایی هر یك از درختان و تامین آن، کارآیی استفاده از آب و سایر نهاده ها و ارزش محصول افزایش یابد. در این مطالعه به بررسی شرایط کنونی پسته کاران به ویژه دانش آنها در خصوص مدیریت زمانی استفاده از کود پرداخته شده و نقش این دانش در ارتقاء بهره وری تولید پسته مورد توجه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

داده های مورد استفاده در این تحقیق از طریق پرسشنامه از کشاورزان، در سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲تهیه شد. برای این منظور، نمونه مورد مطالعه از شهرستان های انار و رفسنجان انتخاب گردید. روش نمونه گیری، تصادفی چند مرحله ای بود. از مجموع روستاهای دو شهرستان، تعدادی نمونه بر اساس روش های نمونه گیری تصادفی انتخاب شد. در مرحله بعد، از لیست کشاورزان ساکن در روستا های نمونه، تعدادی از کشاورزان با روش های نمونه گیری تصادفی انتخاب شدند. تعداد کشاورز مورد سئوال، برابر با ۱۰۰ بود. با توجه به این که باغات و ارقام مختلفی از هر کشاورز مورد بررسی قرار گرفت، در نهایت تعداد نمونه مساوی با ۲۸۶ گردید.

ابتدا مصاحبه ای با محققین و کارشناسان موسسه تحقیقات پسته کشور صورت گرفت. در این مصاحبه، دیدگاه علمی و نتایج تحقیقات و تجارب این محققین و کارشناسان در مورد مدیریت زمانی کود در باغات پسته مشخص شد. سپس در مصاحبه ای از کشاورزان که از طریق پرسشنامه تهیه شد، میزان دانش آنها در خصوص مدیریت زمانی استفاده از کود مشخص گردید. ۴ شاخص برای اندازه گیری دانش مدیریت تغذیه باغ های پسته در نظر گرفته شده است. دو مورد از این شاخص ها، علائم کمبود و زیاد بود عناصر بر روی درخت می باشد. علائم کمبود و زیاد بود ۳ عنصر ماکرو و ۸ عنصر میکرو در باغات پسته مورد سوال قرار گرفت. دو شاخص دیگر برای اندازه گیری دانش مدیریت زمان تغذیه باغ های پسته، زمان کود دهی در طول سال و مرحله رشد گیاه می باشد. در ادامه، با مقایسه دیدگاه کشاورزان با دیدگاه کارشناسان و محققین، میزان دانش کشاورزان مشخص شده و نمره کشاورزان تعیین گردید. در این خصوص از روش مورد استفاده کیچن و همکاران (۲۰۰۲) و روبرت و همکاران (۲۰۰۴) استفاده شد.

در مرحله بعد، کشاورزان با دانش بالا در مدیریت زمانی استفاده از کود با کشاورزان با مدیریت پایین، مقایسه گردید. در این زمینه، نزدیکی دیدگاه های کشاورزان در مدیریت زمان با دیدگاه کارشناسان به عنوان توان مدیریت وی در نظر گرفته شد. سپس عملکرد در هکتار دو گروه مقایسه و ارتباط آن با متغیر توانایی مدیریت آنها از طریق آزمون همبستگی پیرسون مشخص گردید (انگلیش و همکاران، ۱۹۹۹، واتسون و همکاران، ۲۰۰۳). به منظور تاثیر دانش تغذیه، بر عملکرد کشاورزان در باغ های پسته از رگرسیون خطی استفاده گردید.

نتایج و بحث

نمرات کشاورزان در خصوص شاخص علائم کمبود عناصر غذایی، زمان مصرف عناصر غذایی در طول سال و زمان مصرف عناصر غذایی در مرحله رشد درختان پسته در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- نمره پسته‌کاران در خصوص شاخص‌های مختلف مدیریت تغذیه درختان پسته (نمره از ۲۰)

	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی	بُر	مس	آهن	منگنز	کلسیم	متوسط همه عناصر
شاخص علائم کمبود عناصر غذایی										
حداقل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
حداکثر	۲۰	۸	۱۵	۲۰	۱۰	۱۰	۲۰	۱۰	۱۵	۷۸/۸
میانگین	۱۹/۵	۶۷/۰	۴۷/۱	۳۹/۱	۲۶/۰	۳۰/۰	۳۱/۱	۱۰/۰	۵۲/۰	۲۵/۱
انحراف معیار	۲۰/۵	۶۸/۱	۳۲/۳	۷۳/۴	۳۳/۱	۵۷/۱	۱۸/۴	۰۲/۱	۵۳/۱	۶۹/۱
شاخص زمان مصرف عناصر غذایی در طول سال										
حداقل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
حداکثر	۲۰	۸	۱۵	۲۰	۱۰	۱۰	۲۰	۱۰	۱۵	۷۸/۸
میانگین	۱۹/۵	۶۷/۰	۴۷/۱	۳۹/۱	۲۶/۰	۳۰/۰	۳۱/۱	۱۰/۰	۵۲/۰	۲۵/۱
انحراف معیار	۲۰/۵	۶۸/۱	۳۲/۳	۷۳/۴	۳۳/۱	۵۷/۱	۱۸/۴	۰۲/۱	۵۳/۱	۶۹/۱
شاخص زمان مصرف عناصر غذایی در مرحله رشد										
حداقل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
حداکثر	۲۰	۸	۱۵	۲۰	۱۰	۱۰	۲۰	۱۰	۱۵	۷۸/۸
میانگین	۱۹/۵	۶۷/۰	۴۷/۱	۳۹/۱	۲۶/۰	۳۰/۰	۳۱/۱	۱۰/۰	۵۲/۰	۲۵/۱
انحراف معیار	۲۰/۵	۶۸/۱	۳۲/۳	۷۳/۴	۳۳/۱	۵۷/۱	۱۸/۴	۰۲/۱	۵۳/۱	۶۹/۱

چنانچه جدول ۱ نشان می دهد، نمره مدیریت زمان تغذیه باغات پسته بسیار پایین و کمتر از ۱۰ می باشد. به عبارت دیگر دانش پسته‌کاران در زمینه زمان بهینه تغذیه درخت پسته و استفاده از عناصر غذایی بسیار پایین است. این مسئله به ویژه در خصوص عناصر میکرو بدتر می باشد. از بین سه شاخص مورد نظر، زمان مصرف عناصر در طول سال بهترین نمره را کسب نموده و شاخص

مرحله رشد گیاه بدترین نمره را به خود اختصاص داده است. همچنین از بین عناصر مورد بررسی نیز نیتروژن بهترین نمره را داشته و پس از آن عناصر ماکرو فسفر و پتاسیم قرار دارند. وضعیت دانش کشاورزان در خصوص مدیریت زمان عناصر میکرو بسیار ضعیف بوده و این مسئله در مورد بهترین مرحله رشد درخت وخیم تر می باشد. در فعالیت های معمولی کشاورزی، نهاده هایی همچون کودهای شیمیایی، سموم دفع آفات نباتی و آب به صورت یکنواخت و بدون توجه به نیاز واقعی آنها در مزارع و باغ ها مورد استفاده قرار می گیرند (لاسکانو و لی، ۲۰۰۳).

علاوه بر دیدگاه های مختلف کشاورزان در خصوص مدیریت زمان تغذیه درختان پسته، در عمل نیز کشاورزان مختلف مدیریت‌های متفاوتی در خصوص زمان مصرف عناصر مختلف داشته‌اند. ویژگی های عملکردی پسته کاران مورد مطالعه در خصوص زمان مصرف عناصر غذایی در باغات پسته در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- ویژگی های عملکردی پسته کاران در خصوص زمان، مقدار و شیوه مصرف عناصر غذایی در باغات پسته

نام متغیر	حداقل	متوسط	حداکثر	انحراف معیار
میزان مصرف کود گاوی (تن در هکتار)	۰	۵۲/۱۰	۷۲	۳۵/۱۱
میزان مصرف کود گوسفندی (تن در هکتار)	۰	۷۲/۲	۶۷/۲۶	۵۴/۵
میزان مصرف کود مرغی (تن در هکتار)	۰	۲۱/۷	۳۴	۸۴/۷
میزان مصرف کود فسفات (کیلوگرم در هکتار)	۰	۸۲/۱۸۳	۱۲۰۰	۱۹/۲۳۴
میزان مصرف کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	۰	۷۰/۲۵۸	۱۰۰۰	۳۰/۲۰۸
میزان مصرف کود پتاسیمی (کیلوگرم در هکتار)	۰	۲۹/۹۵	۱۴۰۰	۰۸/۱۸۱
محلول پاشی عناصر (بله=۱، خیر=۰)	۰	۶۳/۰	۱	۴۸/۰
مصرف کود گاوی از طریق چاله کود (بله=۱، خیر=۰)	۰	۷۳/۰	۱	۴۴/۰
مصرف کود گوسفندی از طریق چاله کود (بله=۱، خیر=۰)	۰	۷۹/۰	۱	۴۱/۰
مصرف کود مرغی از طریق چاله کود (بله=۱، خیر=۰)	۰	۶۶/۰	۱	۴۷/۰
مصرف کود فسفات از طریق چاله کود (بله=۱، خیر=۰)	۰	۷۳/۰	۱	۴۴/۰
مصرف کود پتاسیمی از طریق چاله کود (بله=۱، خیر=۰)	۰	۶۰/۰	۱	۴۹/۰
مصرف کود گاو در زمستان (بله=۱، خیر=۰)	۰	۶۴/۰	۱	۴۸/۰
مصرف کود گوسفند در زمستان (بله=۱، خیر=۰)	۰	۵۶/۰	۱	۵۰/۰
مصرف کود مرغ در زمستان (بله=۱، خیر=۰)	۰	۷۱/۰	۱	۴۵/۰
مصرف کود فسفات در زمستان (بله=۱، خیر=۰)	۰	۶۶/۰	۱	۴۸/۰
مصرف کود پتاسیمی در بهار و تابستان (بله=۱، خیر=۰)	۰	۳۶/۰	۱	۴۸/۰
مصرف کود پتاسیمی دو نوبت در سال (بله=۱، خیر=۰)	۰	۰۹/۰	۱	۲۸/۰
مصرف کود نیتروژن در بهار (بله=۱، خیر=۰)	۰	۶۳/۰	۱	۴۸/۰
مصرف کود نیتروژن در اسفند (بله=۱، خیر=۰)	۰	۳۲/۰	۱	۴۷/۰
مصرف کود نیتروژن در تابستان (بله=۱، خیر=۰)	۰	۳۸/۰	۱	۴۹/۰
مصرف کود نیتروژن در پاییز (بله=۱، خیر=۰)	۰	۱۸/۰	۱	۳۸/۰
مصرف کود نیتروژن چند نوبت در سال (بله=۱، خیر=۰)	۰	۵۱/۰	۱	۵۰/۰
مصرف هرسال کود مرغی (بله=۱، خیر=۰)	۰	۳۵/۰	۱	۴۸/۰
مصرف هرسال کود گاوی (بله=۱، خیر=۰)	۰	۳۱/۰	۱	۴۶/۰
مصرف هرسال کود گوسفندی (بله=۱، خیر=۰)	۰	۱۹/۰	۱	۴۰/۰
مصرف هرسال کود فسفات (بله=۱، خیر=۰)	۰	۴۰/۰	۱	۴۹/۰
مصرف هرسال کود نیتروژن (بله=۱، خیر=۰)	۰	۸۶/۰	۱	۳۵/۰
مصرف هرسال کود پتاسیمی (بله=۱، خیر=۰)	۰	۵۰/۰	۱	۵۰/۰

چنانچه جدول ۲ نشان می دهد، در بیشتر ویژگی های کارکردی پسته کاران در خصوص زمان مصرف عناصر غذایی در باغات پسته، پراکنش بالایی وجود دارد. به عبارت دیگر، دانش مدیریت زمان تغذیه باغات بر رفتار کشاورزان در عمل تاثیر گذار بوده است. به طوری که باعث شده است تا هم بر استفاده از نوع، زمان و میزان مصرف کودها تاثیر گذاشته و هم عملکرد در هکتار باغات را افزایش دهد.

سؤالی که مطرح است، این می باشد که آیا دانش بالاتر در مورد زمان دقیق کود دهی باغ های پسته، باعث افزایش عملکرد نیز شده است؟ به عبارت دیگر، آیا کشاورزانی که نمره بالاتری در خصوص زمان مناسب تغذیه باغ پسته دارند، میزان بیشتری محصول در هر هکتار برداشت می کنند یا خیر؟ جداول ۳ و ۴، تاثیر دانش تغذیه، بر عملکرد کشاورزان در باغ های پسته را نشان می دهد.

جدول ۳- رگرسیون تاثیر نمره کمبود علائم نیتروژن بر عملکرد در هکتار باغ های پسته بر حسب کیلوگرم

نام متغیر	ضریب تخمین زده شده	آماره t	سطح معنی داری آماره t
مقدار ثابت	۵۵/۵۴	۲۴/۰	۸۱۱/۰
مقدار مصرف آب (متر مکعب در هکتار در سال)	۰۶۷/۰	۶۸/۵	۰۰۰/۰
EC آب (میکرو موس بر سانتیمتر)	۱۴۵/۰	۵۰/۲	۰۱۳/۰

	-۰۰۰۰۰۹/۰	-۸۹/۲	۰۰۴/۰
توان دوم EC آب (میکرو موس بر سانتیمتر)			
بافت خاك (سنگین=۱، غیره=۰)	-۸۵/۳۱۰	-۱۵/۲	۰۳۳/۰
رقم پسته (کله قوچی=۱، غیره=۰)	-۷۹/۲۶۶	-۲۰/۲	۰۲۸/۰
نمره علائم کمبود نیتروژن (از ۲۰ نمره)	۳۲/۲۱	۹۱/۱	۰۵۷/۰
	SigF=۰.۰۰۰	adjR^{۲}=۰.۱۸F=۱۰/۱۹	R^{۲}=۰.۲۰

جدول ۴- آزمون همبستگی پیرسون بین متغیر نمره علائم کمبود با متغیرهای عملکردی تغذیه باغ های پسته

نام متغیر	ضریب همبستگی پیرسون	سطح معنی داری
مصرف آب (متر مکعب در هکتار در سال)	-/۱۰۷	۰۷۴/۰
EC آب (میکرو موس بر سانتیمتر)	۱۵۷/۰	۰۰۸/۰
رشد شاخه در سال ۹۰ (سانتیمتر)	۱۰۷/۰	۰۷۳/۰
تعداد خوشه سال ۹۱	۱۰۹/۰	۰۶۹/۰
تعداد خوشه سال ۹۰	۱۹۰/۰	۰۰۱/۰
تعداد خوشه متوسط سه سال	۱۷۷/۰	۰۰۳/۰
درصد پوك	-۱۴۵/۰	۰۲/۰

چنانچه جدول ۳ نشان می دهد، نمره کمبود علائم نیتروژن تاثیر معنی دار و مثبت بر عملکرد در هکتار باغ های پسته دارد. به طوری که هر یك نمره بالاتر، باعث افزایش عملکرد در هکتار باغ پسته به میزان ۳۲/۲۱ کیلوگرم می شود. به عبارت دیگر، کسی که نمره تغذیه ای او ۲۰ باشد نسبت به کسی که نمره تغذیه ای او صفر است، عملکرد در هکتاری به میزان ۴۲۶ کیلوگرم بالاتر دارد. این مسئله نشان می دهد، در صورتی که شرایط فراهم باشد، دانش منتقل شده به کشاورزان در عمل تاثیر گذار خواهد بود. به عبارت دیگر، عدم تاثیر دانش کشاورزی در بعضی از حوزه ها به علت ساختار نامناسب کشاورزی بوده و علت آن دانش نامناسب ارائه شده نمی باشد. چنانچه در جدول ۴ مشاهده می گردد، علاوه بر عملکرد در هکتار، دانش تغذیه بر فاکتورهای دیگری نیز موثر بوده است. به طوری که افزایش دانش تغذیه ای کشاورزان باعث شده است تا رشد شاخه و تعداد خوشه پسته افزایش یابد. در مقابل درصد پوکی کاهش یافته است. به عبارت دیگر، دانش تغذیه نه تنها کمیت پسته تولیدی را افزایش می دهد بلکه رشد رویشی و کیفیت پسته را نیز بالا برده است. جدول ۴ همچنین نشان می دهد که افزایش محدودیت های کمی و کیفی در مصرف آب باعث شده است تا علاقه کشاورزان برای یادگیری دانش تغذیه افزایش یابد.

منابع

English, B. C., Mahajanashetti, S. B. and Robert, R. K. ۱۹۹۹. Economic and environmental benefits of variable rate application of nitrogen to corn fields: Role of variability and weather.Available: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/۲۱۵۳۳/۱/sp۹۹en۰۱.pdf.

Coates, R. W., Delwiche, M. J. and Brown, P. H. ۲۰۰۶. Control of individual micro sprinklers and fault detection strategies. Precision Agriculture, ۷: ۸۵-۹۹.

Lascano, R. J. and H. Li. ۲۰۰۳. Precision agriculture and water use. Available: http://nsac.ca/pas/staff/hli/۲۰۰۳_Ency_waterSci_۷۴۰-۷۴۳_HongLi.pdf.

Lowenberg-Deboer, J. ۲۰۰۳. Precision farming or convenience agriculture, ۱۱th Australian Agronomy Conference. ۲-۶ February, ۲۰۰۳, Geelong, Victoria.

Shrotrya, G. C. ۲۰۰۸. Role of fertilizer industry to improve agriculture productivity in subsidy-free environment. Available: http://۱۲۵.۱۹.۱۲.۲۲۰/applications/Brihaspat.nsf/c۴b۴ba۹۲c۳۹a۵fb۶۶۵۲۵۶a۸۱۰۰۳ad۳۴۳/۷۲۴cb۹c۹cf۲۱۲c۸۱۶۵۲۵۶aab۰۰۱e۱۱۷۸/$FILE/gcfai۲۰۰۰.pdf.

Watson, S. E., Segarra, E., Machado, S., Bynum, E.,Archer, T. and Bronson, K. ۲۰۰۳. Precision farming in irrigated corn production: An economic perspective. Available: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/۳۵۰۵۳/۱/sp۰۲wa۰۱.pdf.

Abstract

Cost increasing and environmental considerations have increased the need for precision use of fertilizers in agricultural farms and orchards. In this study, at first, investigating knowledge of pistachio research institute experts, existence level of knowledge related to temporal management of nutrition were estimated. Then, growers' attitude and behavior regarding temporal management of this input was evaluated. Comparing growers' knowledge with experts' idea, the pistachio producers' number related to temporal management of nutrition was calculated.The results showed that farmers' knowledge regards to temporal management of nutrition is low.Research and extension activities have had the significant effect on increasing knowledge of nutrition temporal management. Also, knowledge of nutrition temporal management has increased land productivity. As, one number increasing in farmers' knowledge will enhance pistachio yields, ۲۱.۳۲ kilogram per hectare. In other words, a person who receives ۲۰, his yield is ۴۲۶ kilogram per hectare more than a person who receive zero.

تاثیر زئولیت و باکتری نیترات ساز بر برخی خصوصیات گیاه یونجه و تغییرات شیمیایی پساب پرورش ماهی کپور در شرایط گلخانهای

احمد آرسته ۱، بابک متشرع زاده ۲ ، احمدعلی پوربابایی ۳
دانشآموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران ، ۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۳-استادیار گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده
محدویت منابع آب و ضرورت افزایش کارایی تولید، سبب شده که تولید محصولات از آبهای نامتعارف، مورد توجه قرار گیرد. این پژوهش با هدف بررسی تاثیر تیمارهای معدنی (فاکتور اول زئولیت در سه سطح: شاهد، ۵ و ۱۰ درصد وزنی) و زیستی (فاکتور دوم باکتری: در دو سطح بدون باکتری و باکتریهای نیتراتساز) بر تولید یونجه و برخی خصوصیات شیمیایی پساب حاصله در یک سامانه مدار بسته پرورش ماهی کپور در قالب یک طرح آزمایشی فاکتوریل اجرا گردید. نتایج نشان داد بیشترین وزن ماده تر یونجه با کاربرد تیمار ۱۰% زئولیت بدست آمد. همچنین کاربرد باکتری های نیترات ساز سبب افزایش ماده تر گیاه به میزان ۳۹ گرم گردید که نسبت به تیمار شاهد، دارای اختلاف معنی داری بود. با توجه به نتایج حاصله، کاربرد زئولیت و باکتری نیترات ساز به عنوان یک راهکار مناسب برای بهبود کیفیت پساب و استفاده از آن در تولید محصول اقتصادی، پیشنهاد میگردد.
واژه های کلیدی: گیاه پالایی، آلودگی نیترات، آلودگی خاک، پساب پرورش ماهی

مقدمه
فعالیتهای تولید غذا، مانند هر فعالیت دیگر بشر به گونهای بر محیط زیست اثر میگذارند. صنعت آبزی پروری هم از این قاعده مستثنی نیست .پساب خروجی از سیستمهای آبزی پروری ممکن است باعث تغییراتی در بوم سامانهای دریافت کننده پساب شود (Ackefors and Enell, ۱۹۹۴). از مهمترین اثرات ورود پساب به رودخانه می توان به افزایش غلظت مواد جامد، مواد معلق و مواد آلی محلول، کاهش سطح اکسیژن محلول، پیدایش بوهای زننده در اثر اکسیداسیون غیرهوازی، مهاجرت یا مرگ و میر آبزیان، ورود مقادیر زیادی مواد مغذی مانند ترکیبات نیتروژنه و فسفاته و به دنبال آن اتریفیکاسیون، ممانعت از نفوذ نور خورشید جهت انجام عمل فتوسنتز و ورود عوامل بیماریزا به آب اشاره نمود (تقوی و همکاران، ۱۳۸۵). با توجه به روند رو به رشد تقاضای پرورش، منابع آب موجود کفایت نمینماید(Vannuccini, ۲۰۰۳). در دو دهه قبل بیشترین توجه به کنترل زیستی کیفی آب از طریق تبدیل آمونیاک به نیتریت و نیترات طی فرآیند باکتریایی اکسیداسیون آمونیاک بوده است، اما امروزه بیشترین توجه بر روی تجمع نیترات حاصل از این فرآیند در این سامانهها میباشد ((Van Rijn, ۱۹۹۶. فناوری توام بکارگیری گیاه در سازگانهای پرورش متراکم آبزیان به شیوه چرخش مجدد آب، به منظور کاهش اینگونه مواد تجمع یافته در آبزی پروری- که به واسطه جذب این گونه مواد غذایی مانند نیترات، نیتریت، فسفات وغیره صورت می پذیرد- نیاز به بخش پرهزینه نیتریفیکاسیون را کاهش میدهد. این روش، در واقع پلی بین زنجیره غذایی مصرف کننده اولیه (آبزی) و مصرف کننده ثانویه (باکتریها) و گیاهان است. نقش گیاهان در این روش جذب نیتروژن دفعی آبزیان و سایر مواد غذایی زاید به عنوان ماده مغذی مورد نیازش میباشد. این شیوه برای کشورهای در حال توسعه که آب و کود زراعی از عوامل محدود کننده محسوب میشوند، پیشنهاد شده است ((Quillere *et al*., ۱۹۹۳, ۱۹۹۵; Adler *et al*., ۲۰۰۳; Rafiee & Saad, ۲۰۰۵). یک سامانه پرورش متراکم توام آبزی و گیاه به منظور پالایش آب حوضچه آبزی طراحی شده است (Quillere *et al*.,۱۹۹۳). پژوهشگران یک سامانه آبکشتی سیبزمینی با بستر شن به مساحت ۵۵/۱ مترمربع را طراحی کردند (حجم کل آب سازگان برابر بود با ۷۵/۰ مترمکعب)، همچنین مشابه تحقیق سال ۱۹۷۸ لویس و همکارانش، از یک تصفیه کننده زیستی گردان (RBC) به همراه یک حوضچه رسوبگیر برای پرورش ماهی گربه ماهی(*I. Punctatus*) استفاده کردند که در نتیجه با طراحی این سازگان به تولید ۹/۸ تا ۹ کیلوگرم سیبزمینی به ازای هر بوته رسیدند (Sutton & Lewis, ۱۹۸۲). رفیعی و سعد (۲۰۰۶) طی پژوهشی اثر زئولیت را به عنوان بستر کشت بر روی رشد ماهی تیلاپیا و گیاه کاهو و بهبود کیفیت آب محیط پرورشی مورد بررسی قرار دادند تاثیر مثبت زئولیت را در کاهش غلظت نیترات در آب و بهبود رشد کاهو را گزارش دادند. با توجه به محدودیت منابع آبی کشور و ضرورت بهره برداری از منابع آبهای نامتعارف کشور از یک طرف و وجود فناوری گیاه پالایی و ایده تلفیق پرورش ماهی و تولید زیست توده گیاهی مفید از سوی دیگر، این تحقیق در شرایط گلخانهای طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه تغذیه گیاه گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام گرفت. این پژوهش به صورت طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول زئولیت بود که در سه سطح شاهد، ۵ و ۱۰ درصد وزنی در نظر گرفته شد. فاکتور دوم نیز باکتری بود که در دو سطح بدون باکتری و حاوی باکتری‌های نیترات‌ساز در واحدهای آزمایشی اعمال گردید. واحدهای آزمایشی در این پژوهش شامل سه ظرف بود که در یکی از ظروف سه گلدان حاوی یک کیلو خاک جهت کشت گیاه یونجه، اعمال سطوح مختلف زئولیت و سطوح باکتری قرار داشت، ظرف دیگر حاوی قطعه‌ای پشم‌شیشه بود که برای ته‌نشینی آب زهکشی شده از ظرف حاوی گلدان بود و ظرف آخر حاوی ماهی کپور بود. خروجی آب اضافی از فضای گلخانه نیز توسط لوله های پلیکا به فضای بیرون آزمایشگاه میسر گردید. بچه ماهیان مورد نیاز این پژوهش از حوضچه تکثیر و پرورش مزرعه شخصی مهندس خسرونیا واقع در شهر بابل تامین شد. در این مدت بذر یونجه رقم همدانی در گلدان‌ها کشت شد تا در خاک استقرار یابد. آب حاوی مواد دفعی ماهی توسط واترپمپ چینی مدل Resun با قدرت ۴ وات و دبی ۳۵۰ لیتر در ساعت از تشت حاوی ماهی وارد قسمت دوم واحد آزمایشی گردید. قسمت دوم حاوی سه گلدان یک‌کیلویی بود که توسط یونولیت طوری کنار هم قرار گرفته بود تا آب جاری شده روی سطح آن به طور کامل درون گلدان‌ها ریخته شود و بیرون نریزد. درون هر گلدان تیمارهای زئولیت و باکتری اعمال گردید بدین‌صورت که سه سطح زئولیت (صفر، ۵درصد وزنی و ۱۰ درصد وزنی) و دو سطح باکتری (بدون باکتری و حاوی باکتری‌های نیترات‌ساز) در سه تکرار به هر گلدان حاوی خاک اضافه گردید. در طول مدت اجرای آزمایش، پیراسنجه‌های فیزیکو-شیمیایی دما ، پی- اچ آب(pH)، اکسیژن آب، قابلیت هدایت الکتریکی(EC)، آمونیاک، نیتریت، نیترات در طول دوره اندازه گیری شدند و باقی آزمایش‌ها بعد از این دوره ۶ هفته‌ای در آزمایشگاه‌های گروه خاکشناسی مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج برخی صفات آن در این مقاله ارائه می گردد. همچنین باکتریهای نیتروزوموناس و نیتروکوکوس در آزمایشگاه بیولوژی گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران کشت و تکثیر شد و باکتری نیتروباکتر از مرکز کلکسیون قارچها و باکتری‌های سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه و در آزمایشگاه بیولوژی گروه، تکثیر گردید(http://ptcc.irost.org). خاک مورد نظر برای این پژوهش از مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج تهیه گردید. کلاس بافتی این خاک با انتقال به آزمایشگاه لوم اندازه‌گیری شد که دارای ۴۵% شن، ۳۲% سیلت و ۲۳% رس بود. همچنین این خاک تحت کشت گیاه یونجه بود. این خاک با علم به اینکه در این آزمایش برای گردش آب در سیستم، نیاز به زهکشی وجود داشت، با مطالعه خصوصیات خاک‌های مختلف انتخاب گردید. برخی ویژگی‌های مهم فیزیکی و شیمیایی آن به روشهای استاندارد اندازه گیری (امامی، ۱۳۷۵) و نتایج آن در جدول یک گزارش شد. در نهایت تجزیه واریانس با نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین با روش LSD در سطح ۵درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

در انتخاب خاک مورد نظر دقت شد تا خاک برخی از ویژگیهای مورد نظر ما در این تحقیق را دارا باشد؛ برای این منظور، ویژگی‌هایی نظیر بافت خاک در پروفیل‌های متعددی که نتایج آن از سال‌های قبل تهیه شده بود و در گروه علوم و مهندسی خاک وجود داشت بررسی گردید و بعد از انتخاب بهترین نقطه با استفاده از GPS به محل رفته و نمونهبرداری انجام گرفت (جدول ۱).

جدول ۱: نتایج برخی خصوصیات فیزیکو-شیمیایی خاک مورد استفاده در این تحقیق

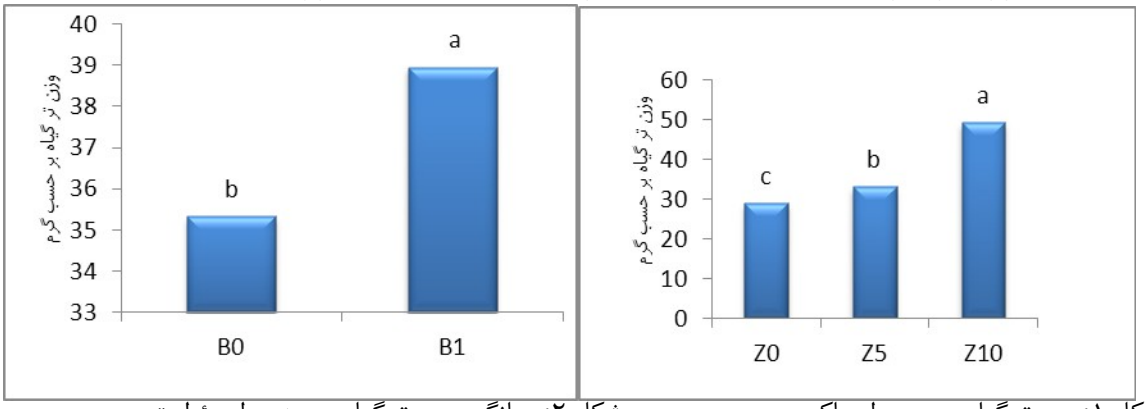
پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار
شن (%)	۴۵	pH	۸.۴	CEC(cmol/kg)	۱۹.۱۱
سیلت (%)	۳۲	EC(dS/m)	۱.۱۵	Mn (mg/kg)	۱۳.۹
رس (%)	۲۳	نیتروژن (%)	۰.۰۹۵	Zn (mg/kg)	۳.۲۱
کلاس بافت خاک	لوم	P (mg/kg)	۴۳.۵	Fe (mg/kg)	۷.۴۲
کربن الی (%)	۰.۸۷	K (mg/kg)	۳۳۰	Cu (mg/kg)	۱.۲۲

جدول ۲: میانگین وزن تر یونجه در سطوح مختلف زئولیت و باکتری (واحد: گرم)

زئولیت بکار رفته(%)	باکتری	
	بدون باکتری(**B.**)	حاوی باکتری(**B_1**)
زئولیت صفر(**Z.**)	۲۷.۹۸	۲۹.۷۸
زئولیت ۵درصد(**Z_5**)	۳۱.۷۶	۳۴.۶۷

زئولیت ۱۰درصد(Z_{10})	۴۶.۲۷	۵۲.۴۳

زئولیت و باکتری= LSD۲.۳۱۵ **باکتری= LSD۱.۳۳۷** **زئولیت= LSD۱.۶۳۷**



شکل ۱: وزن تر گیاه در دو سطح باکتری شکل ۲: میانگین وزن تر گیاه در سه سطح زئولیت

(.Z=بدون زئولیت؛ Z_5= زئولیت ۵درصد؛ Z_{10}= زئولیت ۱۰درصد) (.B= بدون باکتری؛ B_1= حاوی باکتری)

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۲ و نمودار ۱، سطوح مختلف زئولیت بر وزن تر گیاه اثر گذاشته و با افزایش مقدار زئولیت، سبب افزایش زیست توده تولیدی آن شده است به طوری‌که در سطح ۱۰% زئولیت بیشترین وزن گیاه حاصل شده است. تیمارهای حاوی باکتری و فاقد باکتری، با اینکه با آزمون LSD اختلاف خود را نشان دادند. کاربرد باکتری نیز تاثیر معنی داری بر وزن تر گیاه نشان داد (شکل ۲). رفیعی و سعد (۲۰۰۶) طی پژوهشی اثر زئولیت را به عنوان بستر کشت بر روی رشد ماهی تیلاپیا و گیاه کاهو و بهبود کیفیت آب محیط پرورشی مورد بررسی قرار دادند که در آن تیمار شاهد و تیمار حاوی زئولیت مقایسه گردید. این پژوهش نشان داد که مقدار محصول کاهو در تیمار حاوی زئولیت بطور معنی‌داری ($P<$ ۰/۰۵) در مقایسه با شاهد بیشتر بود.

مقادیر اندازه‌گیری شده دما، اکسیژن، pH و ECآب: در جدول ۳ گزارشی از میانگین پیراسنجه‌هایی که در طول دوره آزمایش، از نمونه‌های تهیه شده‌ی ظرف‌های پروش ماهی اندازه‌گیری گردید آورده شده است.

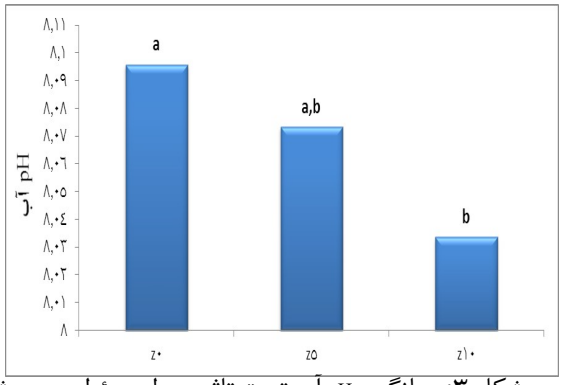
رفتار pH آب در این نوع سازگان، به دلیل واکنش‌هایی که در آن اتفاق می‌افتد روند نزولی دارد و کم‌کم اسیدی می‌شود (Seawright *et al*., ۱۹۹۸; Rafiee & Saad, ۲۰۰۶). در حقیقت نیتریفیکاسیون در این نوع سامانه‌ها، باعث تولید یون پروتون می‌شود که pH را کاهش می‌دهد؛ اما در پژوهش حاضر، این پارامتر روند صعودی را در پیش گرفت و با اینکه گاهی کاهش و گاهی افزایش یافت ولی در کل روند افزایشی را از خود نشان داد به طوری که pH آب در انتهای آزمایش به حدود ۸.۴ رسید.. تقوائیان و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از فاضلاب در آبیاری و ثبت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، کاهش pH خاک را در اثر کاربرد فاضلاب گزارش نمودند اکسید شدن موادآلی، تشکیل مواد حدواسط اسیدی و گازهایی نظیر H_2S عامل این کاهش بودند. کریمی نیز تاثیر کاربرد زئولیت و پوسته برنج را در تصفیه شیرابه ناشی از دفن زباله را مورد بررسی قرار داد که با اندازه‌گیری pH خاک، کاهش این پارامتر را گزارش داد.

جدول ۳: پیراسنجه‌های آب (انحراف معیار± میانگین)

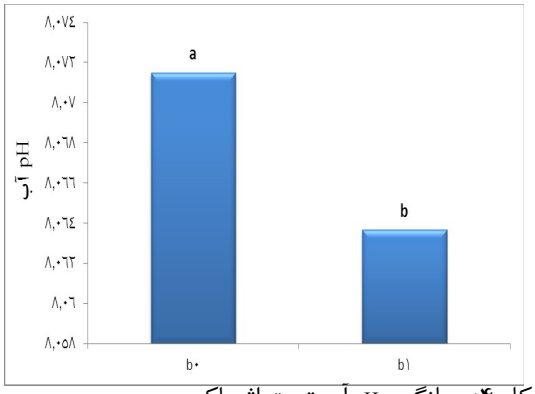
تیمار	پیراسنجه‌ها			
	دما	اکسیژن(mg/l)	pH	EC(μmohs/cm)
Z_0B_0	۱.۵ ۲۲.۵±	۰.۲۲ ۸.۳۳±	۰.۱۷ ۸.۱۰±	۸۵.۳ ۱۲۶۲.۵±
Z_0B_1	۱.۵ ۲۲.۴±	۰.۱۴ ۸.۳۸±	۰.۱۷ ۸.۰۹±	۹۱.۶ ۱۳۲۷.۲±
Z_5B_0	۱.۵ ۲۲.۴±	۰.۱۸ ۸.۳۳±	۰.۱۹ ۸.۱۰±	۹۰.۵ ۱۲۹۴.۷±
Z_5B_1	۱.۵ ۲۲.۵±	۰.۲۰ ۸.۴۰±	۰.۱۹ ۸.۰۵±	۷۸.۰ ۱۲۱۹.۰±
$Z_{10}B_0$	۲۲.۳±۱.۵	۰.۲۳ ۸.۳۲±	۰.۱۹ ۸.۰۲±	۱۱۵.۳ ۱۲۷۶.۶±
$Z_{10}B_1$	۱.۵ ۲۲.۵±	۰.۱۹ ۸.۳۸±	۰.۱۹ ۸.۰۵±	۷۷.۶ ۱۲۸۷.۰±

همانطور که شکل ۳ نشان می‌دهد، تحت اثر تیمار زئولیت بین سطح ۱۰% و شاهد اختلاف میانگین وجود دارد (شکل ۳). اثر باکتری نیز بر روی این پارامتر در دو سطح اختلاف از خود نشان داده است (شکل ۴). طبق شکلها، سطح حاوی زئولیت ۱۰% با شاهد اختلاف داشته که این میتواند بدلیل وجود سطح تبادلی بیشتر نسب به حالت ۵% و توانایی خنثیسازی بیشتر و کاهش کمتر pH بود. با افزایش زئولیت در این آزمایش، رشد گیاه افزایش یافت و این افزایش باعث بیشتر شدن جذب عناصر غذایی از بستر گیاه

گردید. افزایش جذب نسبت به حالت شاهد، باعث کاهش قابلیت هدایت الکتریکی آب شد بنابراین تیمارهای فاقد زئولیت بیشترین قابلیت هدایت الکتریکی آب را در انتهای آزمایش نشان دادند(جدول ۴ و شکلهای ۵ و ۶). دلیل تفاوت بین دو سطح زئولیتی (Z_5 و Z_1 .) تلفات ماهی بود که در تیمار Z_5 ماهی کمتری از بین رفت و این موضوع باعث شد که به دلیل تناسب بین غذای ماهی هر سیستم و وزن ماهی، غذادهی کمتر صورت گیرد و قابلیت هدایت الکتریکی کمتر گردد. در تیمارهای حاوی باکتری، با افزایش رشد گیاه مقدار جذب بیشتر گردید که این روند باعث کمتر شدن قابلیت هدایت الکتریکی نسبت به حالت بدون باکتری است. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد زئولیت و باکتری بر شاخص های مورد نظر تاثیر مثبتی داشته بر این اساس، تداوم تحقیقات و توسعه این روش، پیشنهاد میگردد.



شکل ۳: میانگین pH آب تحت تاثیر سطوح زئولیتی
(**Z.**=بدون زئولیت؛ Z_5= زئولیت ۵درصد؛ Z_{10}= زئولیت ۱۰درصد)

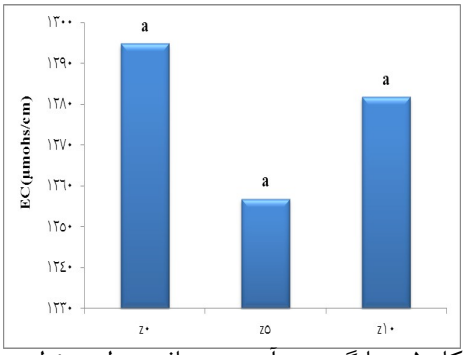


شکل ۴: میانگین pH آب تحت اثر باکتری
(**B.**= بدون باکتری؛ B_1= حاوی باکتری)

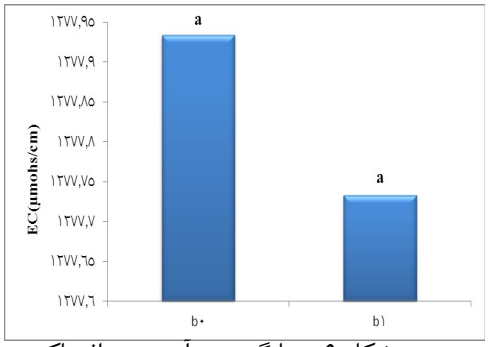
جدول ۴- میانگین EC آب تحت اثر سطوح مختلف زئولیت و باکتری

	باکتری	
زئولیت بکار رفته(%)	بدون باکتری(**B.**)	حاوی باکتری(B_1)
زئولیت صفر(**Z.**)	۱۲۶۲.۵	۱۳۲۷.۲
زئولیت ۵درصد(Z_5)	۱۲۹۴.۷	۱۲۱۹.۰
زئولیت ۱۰درصد(Z_{10})	۱۲۷۶.۶	۱۲۸۷.۰

LSDزئولیت= ۴۳.۸۱۷ LSDباکتری= ۳۵.۷۷۶ LSDباکتری و زئولیت= ۶۱.۹۶۷



شکل ۵: میانگین EC آب تحت تاثیر سطوح زئولیتی
(**Z.**=بدون زئولیت؛ Z_5= زئولیت ۵درصد؛ Z_{10}= زئولیت ۱۰درصد)



شکل ۶: میانگین EC آب تحت اثر باکتری
(**B.**= بدون باکتری؛ B_1= حاوی باکتری)

منابع

امامی، ع. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه، نشریه شماره ۹۸۲. موسسه تحقیقات خاك و آب. تهران.

Ackefors, H, Enell, M. ۱۹۹۴.The release of nutrients and organic matter from aquaculture systems in Nordic countries. Journal of Applied Ichthyology, ۱۰ : ۲۲۵-۲۴۱.

Adler, P.R., Summerfelt, S.T., Glenn, D.M., Tekeda, F., ۲۰۰۳. Mechanistic approach to pHytoremediation of water, Ecol, Eng. ۲۰ : ۲۵۱-۲۶۴.
Rafiee, G.R., Saad, C.R., ۲۰۰۶. The Effect of Natural (Clinoptiolite) on Aquaponic Production of Red Tilapia (*Oreochromis sp*.) and Lettuce ((*Lactuca sativa var longifolia*), and Improvement of Water Quality. Journal of Agricultural Science and Technology, ۸ : ۳۱۳-۳۲۲.
Sutton, R.J., Lewis, W.M., ۱۹۸۲. Further observations on a fish production system that incorporated hydroponically grown plants. Prog. Fish Cult. ۴۴, ۵۵-۵۹.
Van Rijin, J., ۱۹۹۶. The potential for integrated biological treatment systems in recirculating fish culture, a review. Aquaculture ۱۳۹, ۱۸۱-۲۰۱.
Vannuccini, S., ۲۰۰۳. Overview of fish production, utilization consumption and trade based on ۲۰۰۱ data. FAO. Fish. Info. Data & Satats. Unit. Rome, Italy, ۱۸pp.

Effect of applying *Zeolite* and *Nitrobacteria* on some plant properties of Alfalfa and chemical changes of obtained Carp fish fields wastewater under greenhouse conditions

Ahmad Arasteh[۱], Babak Motesharezadeh*[۲] and Ahmad Ali Pourbabaee[۳]
Graduate Student, Department of Soil Science Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
Associate. Prof. Department of Soil Science Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
Assistant Prof. Department of Soil Science Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Abstract

Water limitation and necessity of increase in production efficiency have led to consider producing crops from unconventional water. This research was carried out in factorial design with an objective to investigate the effect of mineral (first factor *Zeolite* at three levels: control, ۵ and ۱۰ % by weight) and biological (second factor *Nitrobacteria* at two levels of with bacteria and with no bacteria) treatments on Alfalfa production and some chemical properties of obtained Carp fish fields wastewater in a closed system. The results showed that the wet weight of *Alfalfa* was obtained by applying the treatment of ۱۰% *Zeolite*. Also *Nitrobacteria* application led to increase in plant wet weight by the value of ۳۹ gr which was significant compared to the control treatment. Considering to obtained results of this research, applying *Zeolite* and *Nitrobacteria* in producing economical crops is suggested as an appropriate approach to improve wastewater quality and use of it.

اثر کمپوست و هومیک اسید بر محتوی پروتئین و فعالیت آنزیم های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتازدر گیاه ذرت تحت آلودگی کروم و کادمیوم

علی چَعَب [۱]، عبدالامیر معزی [۲]، غلامعباس صیاد [۳]، مصطفی چرم [۲]
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی شهید چمران اهواز، ۲- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی شهید چمران اهواز، ۳- استادیار گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی شهید چمران اهواز

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کاربرد کودهای آلی کمپوست و هومیک اسید بر محتوی پروتئین و فعالیت آنزیم های کاتالاز و سوپراکسیددسموتاز در گیاه ذرت تحت آلودگی کروم و کادمیوم، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه سطح کادمیوم(۰، ۲۵و ۵۰ $mg\ kg^{-1}$) کروم(۰، ۱۰۰و ۲۰۰ $mg\ kg^{-1}$) و دو ماده آلی کمپوست و اسید هومیک در سه تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که افزایش غلظت عناصر سنگین در هر سه تیمار ماده آلی باعث کاهش محتوی پروتئین در گیاه شد. بیشترین مقدار پروتئین در تیمار کاربرد هومیک اسید و بدون کاربرد عنصر سنگین بود. عناصر سنگین مورد مطالعه سببافزایشفعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتازشدند،بهطوریکهبیشترینفعالیت اینآنزیمدر غظت زیاد عناصر سنگین مشاهدهشد.فعالیت آنزیم کاتالاز در غلظتهای پایین کادمیوم و کروم افزایش و در غلظتهای بالاکاهش معنی داری نشان داد.

کلمات کلیدی: کمپوست، هومیک اسید، محتوی پروتئین، سوپر اکسید دسموتاز، کاتالاز

مقدمه

آلودگی خا کها با فلزات سنگین پدیده ای است که به طور گسترده در نتیجه فعالیتهای بشر، کشاورزی و صنعت اتفاق می افتد. وجود این عناصر در اتمسفر، خاک و آب حتی در مقادیر بسیار کم می تواند مشکلاتی را برای موجودات به وجود آورد. کادمیوم و کروم از مهم ترین این فلزات سنگین بوده و از دیر باز به عنوان یکی از آلاینده های محیطی به شمار میروند(شرما و همکاران، ۲۰۰۵). خاکهای آلوده به کادمیوم و کروم سبب کاهش شدید محصول شده و به این ترتیب باعث بروز مشکلات جدی در امر کشاورزی می شوند. کادمیوم و کروم ایجاد گونه های فعال اکسیژن را در گیاه افزایش داده و منجر به ایجاد تنش اکسیدی در آنها می شوند، بنابراین افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی خاصی در چنین گیاهانی دیده می شود(علی و همکاران، ۲۰۰۹). محققان در سالهای اخیر بیشتر بر تجمع فلزات سنگین در محصولات گیاهی، گیاهان آبزی و علفهای طبیعی تمرکز داشته اند. این گونه گیاهان جهت مقابله با آسیب های اکسیدی که ناشی از عملکرد یون های فلزی (فلزات سنگین) است، سیستم های حفاظتی خاصی دارند که از آنزیمها و مواد آنتی اکسیدانی تشکیل شده اند. این سیستم از آنزیمهای آنتی اکسیدانی گلوتاتیون ردوکتاز،آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز تشکیل شده است. اهمیت آنزیمهای آنتی اکسیدان به توانایی آنها در از بین بردن گونه های اکسیژن واکنشگر (ROS - دارای توانایی نامحدود در اکسیداسیون اجزای سلولی مختلف بوده و می تواند منجر به تخریب اکسیداتیو سلول گردد) و در نهایت جلوگیری در بروز آسیب های اکسیدی می باشد (گروپا و همکاران، ۲۰۰۷). مواد آلی ممکن است از طریق تبادل یونی، کمپلکس شدن، جذب سطحی و رهاسازی، رسوب و انحلال، با یون‌های فلزی واکنش دهند و بر خواص فیزیکی و شیمیایی یون‌ها از قبیل شکل شیمیایی، حالت اکسایش، حلالیت و توزیع آنها در فازهای مختلف تأثیر گذارند. این فرایند به نوبه خود بر تحرک، انتقال عناصر سنگین، غیر متحرک شدن، تجمع در خاک، قابلیت استفاده و سمیت برای موجودات زنده اثر می‌گذارند (داورنچ و همکاران، ۲۰۰۰). با توجه به مطالب گفته شده مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر کمپوست و هومیک اسید بر فعالیت آنتی اکسیدانی دو آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز که مهمترین آنزیم های مقابله کننده با تنشهای اکسیداتیو ناشی از فلز های سنگین است در گیاه ذرت صورت پذیرفت، تا کاربرد این گیاه در مناطق آلوده ی کشاورزی و یا صنعتی مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کاربرد کودهای آلی کمپوست و هومیک اسید بر محتوی پروتئین و فعالیت آنزیم های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در گیاه ذرت تحت آلودگی کروم و کادمیوم، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه سطح کادمیوم (۰، ۲۵ و ۵۰ $mg\ kg^{-1}$) -کروم(۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ $mg\ kg^{-1}$) و دو ماده آلی کمپوست (۴۰گرم کمپوست به هر کیلو گرم خاک)و اسید هومیک

(مقدار ۲ گرم در لیتر به همراه آب آبیاری) در سه تکرار در گلخانه انجام گرفت. در این تحقیق از بذر ذرت ضدعفونی شده رقم سینگل کراس ۷۰۴ استفاده شد. قبل از کشت، بذرها در دستگاه جرمیناتور جهت جوانه زنی قرار داده شدند. ازگلدان هایی که ظرفیت ۱۴ کیلو گرم خاک داشتند استفاده شد. سپس با استفاده از برچسب هایی تیمارهای مورد نظر بروی گلدانها مشخص شد. عناصر کادمیوم و کروم در سطوح مورد نظر به صورت اسپری به خاک اضافه گردید. برای مخلوط شدن هر چه بهتر، خاک در یک نایلون قرار داده و به خوبی تکان داده شد. به منظور به تعادل رسیدن غلظتهای مختلف عناصر سنگین با خاک، به مدت ۲ ماه خاک در انکوباسیون نگهداری شد. گلدان ها در حد ظرفیت مزرعه آبیاری شده و وقتی رطوبت مناسب جهت کشت فراهم گردید. در هر گلدان ۴ بذر در عمق ۲.۵ برابر قطر بذر کاشته شد.سپس گلدان ها را براساس الگوی طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار آرایش یافتند. خصوصیات خاک مورد آزمایش نیز اندازه‌گیری شد. pH (با روش گل اشباع و توسط دستگاه pH متر)، هدایت الکتریکی (با روش تهیه گل اشباع و توسط دستگاه هدایت سنج اکتریکی)، ماده آلی (با روش والکلی و بلاک)، نیتروژن کل (با روش هضم، تقطیر و تیتراسیون و توسط دستگاه کجلدال)، فسفر قابل دسترس (با روش اولسن و توسط دستگاه اسپکتو فتومتر) پتاسیم قابل استخراج (با روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم و توسط فلیم فتو متر) و آهن، منگنز، مس و روی قابل جذب (با روش عصاره‌گیری با محلول DTPA و توسط دستگاه جذب اتمی) اندازه گیری شدند (احیائی و همکاران، ۱۳۷۰). کوددهی براساس آزمون خاک و از منابع کودهای اوره،سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم ، سولفات منگنز، کلات آهن، سولفات مس استفاده شد. کود اوره را به صورت تقسیط در سه مرحله قبل از کشت و دو مرحله بعد از رشد گیاهان استفاده شد و بقیه کودها قبل از کشت به خاک اضافه شدند. دو هفته بعد از رشد گیاهان تعداد آنها به ۲ بوته درهرگلدان کاهش یافت. اندازه گیری صفات مورد نظر به این صورت بود که بعداز رشد گیاه به مدت ۹ هفته (ظهور گل آذین) نمونه برداری صورت گرفت. جهت محاسبه و ارزیابی فعالیت دو آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز ۳ عدد برگچه از هر برگ فرعی در هنگام صبح برداشت شد. سعی بر آن بود که بر گها کاملاً جوان و گسترده باشند. بر گها داخل پاکت پلاستیکی قرار گرفتند و در ظروف عایق که کف آن از یخ پوشیده شده بود قرار داده شدند و سپس نمونه ها به آزمایشگاه منتقل گردید. میزان تغییرات آنزیم سوپراکسید دیسموتاز مطابق با روش سایرام (میتلر، ۲۰۰۲) و میزان تغییرات آنزیم کاتالاز به روش چانس و همکاران(۱۹۵۵) تعیین گردید. برای سنجش پروتئین از روش بردفورد (۱۹۷۶) استفاده شد. داده‌های بدست آمده توسط نرم افزارهای SAS و SPSS۱۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسات میانگین با آزمون LSD در سطح احتمال ۵% صورت گرفت. رسم نمودارها و جداول با نرم افزار EXCEL انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک و تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در کشت گلخانه‌ای در جدول شماره یک ارائه شده است (۱).

جدول۱-خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورداستفاده

بافت	pH	هدایت الکتریکی	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	کادمیوم	کروم
		dS/m	٪		mg.kg $^{-1}$					
لوم شنی	۷/۸	۲/۲	۰/۶۸	۰/۰۶	۱۲	۱۰۵	۱/۸	۱/۹	۰/۰۴۳	۰/۰۲۳

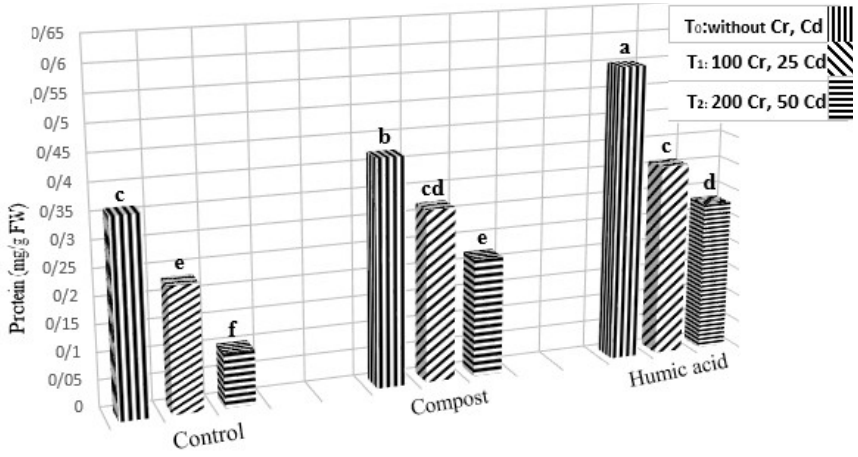
در بررسی تاثیر تیمارها بر مقدار محتوی پروتئین و فعالیت آنزیم های سوپر اکسید دسموتاز و کاتالازبا توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می‌شود که تفاوت معنی داری در محتوی پروتئین برگ گیاه حاصل از سطوح مختلف کادمیوم و کروم و ماده آلی وجود داشت. تفاوت معنی داری در محتوی پروتئین در اثر برهمکنش کادمیوم-کروم و ماده آلی وجود داشت. کاربرد تیمارها و برهمکنش آنها بر فعالیت آنزیم های سوپر اکسید دسموتاز و کاتالاز تفاوت معنی داری در سطح یک درصد داشت.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس محتوی پروتئین، فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز و آنزیم کاتالاز

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کاتالاز	محتوی پروتئین	سوپراکسید دسموتاز
ماده آلی	۲	۳/٦۲۳**	۲۰۷۳٦**	۳/۸۰*
عنصر (کادمیوم- کروم)	۲	٥/٤٥٦۰**	۱۳٤۸۳۲**	۱۲٥۳**
ماده آلی* عنصر سنگین	٤	٤/۱۹۲*	٥/٥۸٥۹**	۲/٤۸۱**

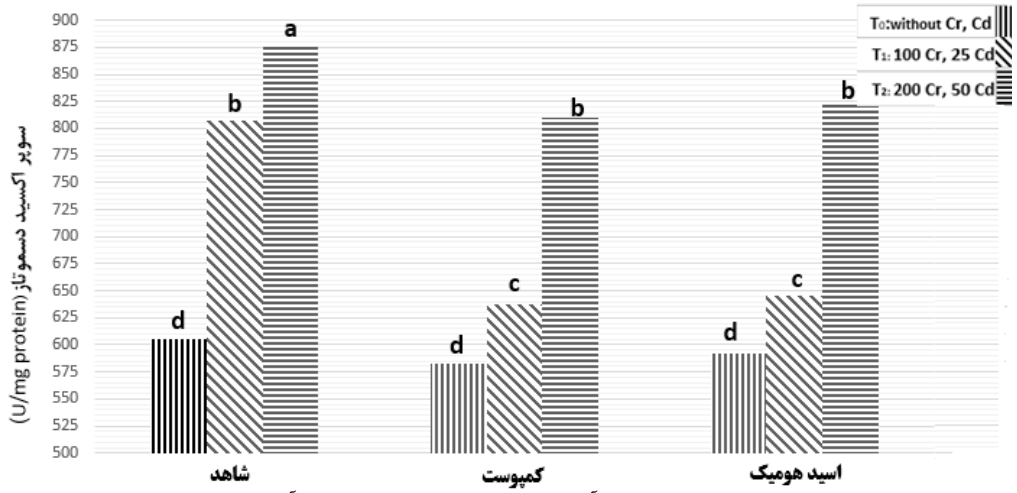
**، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح ۱% و ۵% وغیر معنی داری

بررسی اثر متقابل ماده آلی و کادمیوم-کروم بر محتوی پروتئین (شکل ۱) نشان داد که افزایش غلظت عناصر سنگین در هر سه تیمار ماده آلی باعث کاهش محتوی پروتئین در گیاه شد. کاهش محتوی پروتئین در تیمار بدون کاربرد ماده آلی بیشتر بود. بیشترین مقدار محتوی پروتئین در تیمار کاربرد هومیک اسید و بدون کاربرد عنصر سنگین مشاهده شد. میزان کاهش در محتوی پروتئین بین سطوح مختلف کروم و کادمیوم در تیمار کنترل، کاربرد کمپوست و کاربرد هومیک اسید به ترتیب ۷۴، ۴۸ و ۵۰ درصد بود.. به طور کلی با افزایش غلظت کروم و کادمیوم محتوی پروتئین در هر سه حالت شاهد، کاربرد کمپوست و کاربرد هومیک اسید به صورت معنی داری کاهش نشان داد. کاهش محتوی پروتئین تحت اثر غلظت های بالای عناصر سنگین می‌تواند به دلیل افزایش سنتز بعضی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، سنتز آنزیم پروتئاز وپلی‌پپتیدهای درگیر در سیستم دفاعی و کاهش فتوسنتز باشد. شاو و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که تنش عناصر سنگین باعث افزایش اکسیژن فعال شده و این ترکیب از طریق فرآیندهای اکسید کنندگی محتویات سلول، اثرات مخرب جدی بر گیاه می گذارد که نتیجه آن پیری زودرس، تخریب کلروفیل و کاهش فتوسنتز، پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء، اکسیداسیون پروتئین است.



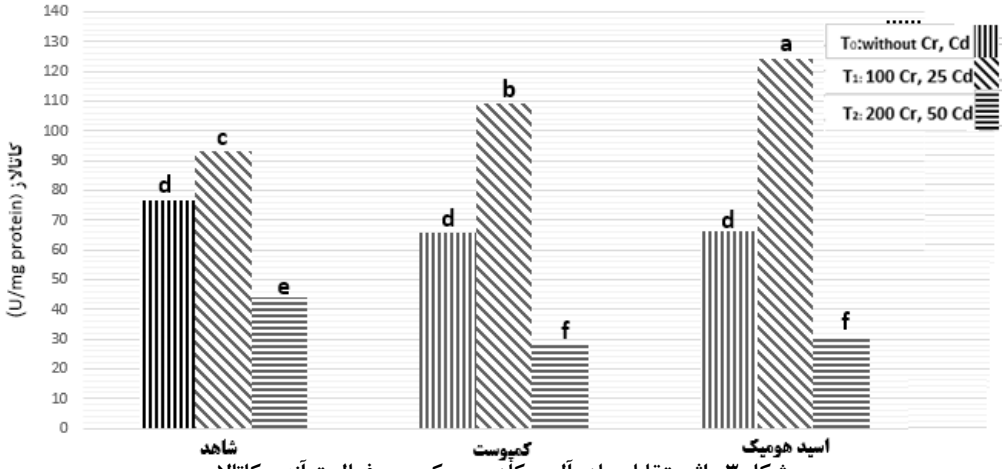
شکل ۱- اثر متقابل ماده آلی و کادمیوم-کروم بر محتوی پروتئین در گیاه ذرت

آنزیم سوپراکسید دیسموتاز حمایت کننده ی گیاهان در شرایط تنش فلزات سنگین، برای مقابله با گونه های فعال اکسیژن (ROS) تولیدی در شرایط تنش می باشد. با توجه به شکل ۲ که نشان دهنده ی فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) است، با افزایش غلظت کادمیوم و کروم در خاک میزان فعالیت آنزیم نیز افزایش یافت. عناصر سنگین سبب القاء فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانت مذکور در گونه مورد مطالعه بسته به میزان غلظت فلز شده است، به طوری که بیشترین فعالیت این آنزیم در بالاترین سطح سمیت کادمیوم و کروم در تیمار شاهد مشاهده شد. کاربرد مواد آلی اثر سمیت عناصر سنگین را کاهش داد اما اختلاف معنی دار بین کاربرد کمپوست و هومیک اسید مشاهده نشد. در حالت عدم سمیت با عناصر سنگین در هر سه تیمار شاهد، کاربرد کمپوست و کاربرد هومیک اسید اختلاف معنی داری در میزان فعالیت SOD دیده نشد. به نظر می رسد که فعال شدن آنزیم های دسموتاز و کاتالاز در پاسخ به اثرات مخرب اکسیژن های تولید شده ناشی ازتنش عناصر سنگین می باشد. کنترل سطح اکسیژن های مخرب توسط این آنزیم ها در شرایط ماندگار مکانیزم حفاظتی مهمی در مقابل تنش اکسیدی در سلول می باشد زیرا ترکیبات به عنوان پیشگامی برای مشتقات سمی تر یا فعال تر عمل می کنند (خاتون و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۲- اثر متقابل ماده آلی و کادمیوم-کروم بر بر فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز

کاتالاز آنزیمی مهم در قبال تنش اکسیداتیو است. این آنزیم یک نماینده عمومی برای اکسیدورودکتاز است که H_2O_2 را به آب و مولکول های اکسیژن تجزیه می کند. در تحقیق حاضر فعالیت کاتالاز در غلظت های پایین کادمیوم (۲۵ میلیگرم در کیلوگرم) و کروم (۱۰۰میلیگرم در کیلوگرم) به طور معنی داری افزایش نشان داد (شکل ۳) که احتمالا نشان دهنده تجزیه H_2O_2 و پراکسیدهای سمی به وسیله کاتالاز می باشد. با افزایش غلظت عناصر کروم و کادمیوم کاهش معنی داری در فعالیت کاتالاز مشاهده شد و شاید نشان دهنده آن باشد که در غلظتهای بالای عناصر سنگین کاتالاز قادر به حفاظت کردن از سلول در برابر گونه اکسیژن آزاد نباشد. در غلظت بالای کادمیوم و کروم تفاوت معنی داری بین کاربرد کمپوست و هومیک اسید در فعالیت کاتالاز مشاهده نشد. ورما و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که کاتالاز نسبت به کادمیوم حساس تر از سوپر اکسید دسموتاز است. کاهش در فعالیت کاتالاز نشان دهنده ی محدودیت توانایی این آنزیم در کاهش و حذف اکسیژن فعال است. در غظت بالای عناصر سنگین سنتز کاتالاز کاهش می یابد.



شکل ۳- اثر متقابل ماده آلی و کادمیوم-کروم بر فعالیت آنزیم کاتالاز

منابع

احیائی،م.، ع. اصغرزاده. ۱۳۷۰ . شرحروشهایتجزیهشیمیاییخاك . نشریهفنیشماره ۹۸۳.موسسهتحقیقاتخاکوآب.تهران. ایران.
امامی، ع. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه. جلد اول. نشریه فنی شماره ۹۸۲. موسسه تحقیقات خاک و آب.
Ali, B. M. P. Vajpayee, R. D. Tripathi, U. N. Rai, S. N. Singht, S. P. Singhg.۲۰۰۹. Phytoremediation of lead, nickel and copper by salix acmophylla boiss: Role of Antioxidant Enzymes and Antioxidant substances. Bull. Environ Contam. Toxicol.۷۰:۴۶۲-۴۶۹.

Bradford, M.۱۹۷۶. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem. ۷۲ : ۲۴۸-۲۵۴.
Chance. b. and a. c. maehly. ۱۹۵۵. assay of catalase and peroxidases. Methods enzymol. ۲ : ۷۶۴-۷۷۵.
Davranche, M. and Bollinger, J. C. ۲۰۰۰. Heavy Metals desorption from synthesized and natural iron and manganese oxyhdroxides, Effect of reducing condition. Journal of.colloid and Interface science, ۲۲۷: ۵۳۱-۵۳۹.
Groppa, M.D., M.L. Tomaro., M.P. Benarides. ۲۰۰۷. Polyamines and heavy metal stress : the antioxidant behavior of spermine in cadmium and copper treated wheat leaves. Biometals, ۲۰ :۱۸۵-۱۹۵.
Khatun, S., M. Babar Ali, E.J. Hahn, K.Y. Paek. ۲۰۰۸. Copper toxicity in withania somnifera: Growth and antioxidant enzymes response of in vitro grown plants. Environmental and Experimental Botany, ۶۴ : ۲۷۹-۲۸۵.
Prasad. Heavy metal in plants. ۲th edition. Narosa publishing house. India. Pp. ۸۵-۱۲.
Mittler, R., ۲۰۰۲. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science, ۷ : ۴۰۵-۴۱۰.
Sharma, A., B. n. Johri, A. K. Sharma and B. R. Glick. ۲۰۰۵. Plant growth promoting bacterium Pseudomonos sp. Strain GRP۳ influences iron acquisition in mungbean. Soil Biol. ۳۵ : ۸۸۷-۸۹۴.
Shaw, B.P., S.K. Sahu, and R.K. Mishra. ۲۰۱۰. Heavy metal induced oxidative damage in terrestrial plants. In: M.N.V.
Verma S, Dubey RS (۲۰۰۳) Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. Plant Sci ۱۶۴ : ۶۴۵-۶۵۵.

Abstract

The effect of Compost and Humic acid on soluble protein content and activity of superoxide dismutase and catalase enzymes in Zea maize in contaminated soil with cadmium (۰, ۵۰ and ۱۰۰ppm) and Chromium (۰, ۱۰۰ and ۲۰۰ppm) were investigated. The study was laid out in a randomized complete block design with ۳ replicates. Results indicated that increasing of heavy metals concentration decreased protein content in three treatment of organic matter. Heavy metals (Cd and Cr) increased SOD activity so that Highest among of SOD activity observed in high level of heavy metals. CAT activity increased in low concentration of Cr and Cd which shows a significant reaction but in high concentration of this elements CAT activity decreased.

تعیین انحراف از حد بهینه عناصر پر مصرف و کم مصرف باغات انگور در استان قزوین

مهرزاد مستشاری(محصص)[1]، مجید گلمحمدی [2]، مژگان هاشمی [3]
۱- استادیار پژوهشی و رئیس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین، ۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی،

۳- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی

چکیده
به منظور تعیین انحراف از حد بهینه عناصر غذایی در باغات انگور سفید بیدانه به روش DOP تحقیقی در سال ۹۲ در شهرستان تاکستان به اجرا درآمد. نمونه‌های برگ از ۳۰ باغ جمع آوری و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس، منگنز و بور اندازه گیری شد. سپس در شهریور ماه عملکرد میوه تعیین گردید. شاخص انحراف از درصد بهینه برای باغ‌های با عملکرد پایین محاسبه گردید. نتایج نشان داد که متوسط ترتیب نیاز غذایی انگور در این باغ‌ها به صورت زیر مشخص شد: Zn>Fe>P>Mn>Ca>Mg>N>Cu>B>K. در بین عناصر پرمصرف فسفر، کلسیم و منیزیم منفی‌ترین شاخص و در بین عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز منفی‌ترین شاخص بود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه برگ، شاخص تعادل تغذیه‌ای، انگور.

مقدمه
انگور (Vitis vinifera L.) یکی از مهمترین محصولات باغی استان قزوین است، یکی از مهمترین عواملی که ویژگی‌های کمی و کیفی و باردهی انگور را تحت تأثیر قرار می‌دهد، تغذیه بهینه می‌باشد. بهترین روش ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای یك باغ، علاوه بر بررسی عملکرد و کیفیت محصول، تجزیه تلفیقی خاك و برگ می‌باشد. اکثر مطالعات نشان می‌دهد که بین آزمون خاك و برگ در باغ‌ها رابطه کمی وجود دارد. در باغ‌های احداث شده آزمون خاك مکمل تفسیر نتایج تجزیه برگ و مشخص نمودن ترکیب کودی در برنامه کودی می‌باشد. برگ اصلی‌ترین و مهمترین محل متابولیسم گیاه است و غلظت عناصر غذایی در برگ در مراحل خاصی از رشد و تکامل نبات قادر است عملکرد آن را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین تجزیه آن و تفسیر نتایج حاصله می‌تواند اطلاعات خوبی از وضعیت تغذیه گیاه به دست داده و متعاقب آن توصیه‌های کودی مناسب انجام پذیرد. ولی تفسیر نتایج دشواری‌های زیادی دارد، روش‌های زیادی در این راستا ارائه شده که می‌توان روش تعیین حدود بحرانی عناصر در محصولات مختلف (Critical level) و دامنه کفایت عناصر غذایی (Sufficiency range) روش دریس و روش انحراف از حد بهینه (DOP) را نام برد (ملکوتی، ۱۳۷۷).

توصیه بر اساس تجزیه خاک و برگ و استفاده از استانداردهایی چون حد بحرانی و حد کفایت، روش‌هایی هستند که از دیرباز برای توصیه کودی و رفع کمبود عناصر غذایی در مزارع و باغ‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند، اما عدم کارایی مطلوب این روش‌ها در طول زمان معلوم و توسط محققینی چون وال ورث و سامنر (۱۹۸۸)؛ رابسون و پیتمان (۱۹۸۳) یادآوری شد. به دلیل همین نارسایی‌ها بود که در دهه‌های اخیر لزوم در نظر گرفتن تعادل عناصر غذایی برای تشخیص ناهنجاری‌های تغذیه‌ای و توصیه کودی مورد توجه قرار گرفت.

صمدی و مجیدی (۲۰۱۱) شاخص‌های DOP را در انگور سفید بیدانه تعیین نمودند. بر اساس نتایج ایشان، شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) در همه تاکستان‌های با عملکرد کم، خیلی بزرگتر از صفر بود که بیانگر نبودن تعادل عناصر غذایی جذب شده در باغ‌های انگور می‌باشد.

شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) برای باغ‌های با عملکرد کم در انگور (گودرزی، ۲۰۰۵) محاسبه شد. نتایج کار (گودرزی، ۲۰۰۵) نشان داد که همه باغ‌های با عملکرد نسبی کم، در وضعیت نامتعادلی از عناصر غذایی قرار داشته و کمبود آهن در ۹۱ درصد، منگنز و مس هر یک در ۸۲ درصد، پتاسیم در ۶۷ درصد، روی در ۵۹ درصد و بور در ۵/۵۴ درصد از این باغ‌ها قابل پیش بینی است.

اگرچه اهمیت تعادل تغذیه‌ای در تعیین عملکرد و کیفیت محصولات شناخته شده بود، ولی این امر تا زمان ابداع یکی از محاسن عمده روش دریس ارزیابی تعادل و عدم تعادل عناصر غذایی در خاک و گیاه است (سامنر،۱۹۸۶). به این صورت که وقتی شاخص تعادل غذایی، صفر باشد، تغذیه باغ متعادل و وقتی از صفر فاصله گرفته و افزایش یابد، گیاه نیز به همان نسبت از حالت تعادل تغذیه‌ای فاصله گرفته و این عدم تعادل تغذیه‌ای باعث کاهش عملکرد می‌شود (ملکوتی،۱۳۷۹). این امر به وضوح اهمیت تعادل عناصر غذایی را در تعیین عملکرد محصول نشان می‌دهد.

روش انحراف از درصد بهینه (Deviation from Optimum Percentage) که به اختصار DOP گفته می‌شود، جدیدترین روشی است که در تفسیر نتایج تجزیه برگی مورد استفاده قرار می‌گیرد (ملکوتی،۱۳۷۷). در این روش برای هر عنصر غذایی شاخص DOP با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌گردد.

$$DOP = \left[\frac{(C \times 100)}{C_{ref}}\right] - 100$$

در این فرمول:

C: غلظت عنصر غذایی در نمونه گیاهی با عملکرد پائین که در نظر است وضعیت غذایی آن مورد بررسی قرار گیرد.

Cref: غلظت عنصر غذایی در گیاهی است که دارای عملکرد و کیفیت بالا بوده و از این نظر در شرایط مطلوب قرار داشته ولی از لحاظ سایر شرایط مشابه شرایط گیاهان با عملکرد پائین می باشد.

برای اولین بار مونتانس و همکاران (۱۹۹۳) این روش را در باغ‌های سیب مورد آزمون قرارداده و کارایی آن را ثابت نمودند.

نتایج مطالعات با استفاده از روش DOP روی دو رقم گیلاس پیوند شده روی هفت پایه گیلاس نشان داد که غلظت‌های Zn ،Fe ،Nو P انحراف نسبی به غلظت‌های بهینه داشتند (جیمز و همکاران، ۲۰۰۷).

مواد و روش‌ها

به منظور شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای باغ‌های انگور استان قزوین و تعیین انحراف از حد بهینه (DOP) و شناخت مشکلات و ناهنجاری‌های موجود در خاك و آب این طرح در منطقه تاکستان به اجرا درآمد. برای این تحقیق تعداد ۳۰ باغ انگور از شهرستان تاکستان انتخاب شدند. در اواسط تیرماه (یعنی زمانی که غلظت ماده غذایی در گیاه نسبتاً ثابت باقی می‌ماند) از برگ‌های کامل و سالم مقابل خوشه (همراه با دمبرگ) که مناسبترین زمان نمونه‌برداری است، تهیه شد (لند و همکاران، ۲۰۰۳). بعد از خشک کردن نمونه‌های برگ در ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت و آسیاب کردن آنها، هضم نمونه‌های گیاهی برای اندازه‌گیری سایر عناصر به روش اکسیداسیون خشک انجام شد. در عصاره صاف شده غلظت فسفر به روش مولیبدات وانادات توسط کالریمتر، غلظت پتاسیم توسط نشر شعله‌ای و غلظت عناصر کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس توسط اسپکتروسکوپی جذب اتمی و عنصر بور به روش کالریمتری آزومتین H تعیین گردید (امامی، ۱۳۷۵). در زمان برداشت عملکرد بوته‌ها اندازه‌گیری شد. با توجه به عملکرد باغ‌ها به دو گروه با عملکرد بالا و پایین تقسیم شدند.

نتایج و بحث

شاخص انحراف از درصد بهینه به عنوان یکی از روش‌های تفسیر نتایج تجزیه گیاه برای ارزیابی تغذیه بهینه محصولات زراعی و باغی مورد استفاده قرار می‌گیرد (جیمنز و همکاران ۲۰۰۷؛ صالیح و آندرسون ۱۹۹۹ و براک و صالیح ۲۰۰۲). برای محاسبه نرم‌های DOP میانگین غلظت عناصر در جامعه گیاهی با عملکرد بالا محاسبه و اعداد حاصله به عنوان نرم و مبنای مقایسه مورد استفاده قرار گرفت. شاخصهای محاسبه شده، با استفاده از اعداد مرجع، ترتیب نیاز غذایی و شاخص‌های تعادل تغذیه ای (DOP) در تاکستان‌ها با عملکرد پایین تعیین شدند.

با استفاده از شاخص‌های محاسبه شده، کمبود و بیش‌بود عناصر و ترتیب نیاز غذایی باغ‌ها به عناصر مختلف مشخص گردید. در پایان میزان خروج از حالت تعادل تغذیه‌ای باغات با عملکرد پائین مشخص شد ترتیب نیاز تغذیه ای باغات انگور (بیدانه سفید) به روش انحراف از درصد بهینه Zn>Fe>P>Mn>Ca>Mg>N>Cu>B>K تعیین گردید. در بین عناصر پرمصرف فسفر، کلسیم و منیزیم منفی‌ترین شاخص و در بین عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز منفی‌ترین شاخص بود.

جمع قدرمطلق شاخص‌های DOP نشاندهنده عدم وجود تعادل عناصر غذایی جذب شده در باغات انگور می‌باشد، نبود تعادل تغذیه‌ای در باغات انگور نشان می‌دهد که گیاه از تعادل تغذیه‌ای بیشتر فاصله می‌گیرد و هرچه تعادل تغذیه‌ای در گیاه بیشتر به هم بخورد عملکرد بیشتر کاهش پیدا می‌کند (ملکوتی، ۱۳۸۷).

منابع

۱- امامی، عاکفه. ۱۳۷۵. شرح روش های تجزیه گیاه ، جلد اول نشریه فنی شماره ۹۸۲ . موسسه تحقیقات خاك و آب.

۲- گودرزی،ك..۱۳۸۴.شناخت ناهنجاریهای تغذیه‌ای در باغ های سیب منطقه کاکان با استفاده از روش DOP. نهمین کنگره علوم خاك ایران.کرج، ایران.

۳- ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۷. روش جامع تشخیص و مصرف بهینه کودهای شیمیایی، چاپ سوم با بازنگری،انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران،ایران.

۴-ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۹. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی و چاپ پنجم. انتشارا دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۱ صفحه.
۵--ملکوتی، م.ج.. کشاورز ،پ و کریمیان.ن. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی. چاپ هفتم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران. ۷۵۵ صفحه.
۶- Brakke, F. H. and N. Salih. ۲۰۰۲. Reliability of Foliar analyses of Norway Spruce stands in a Nordic Gradient. Silva Fennica. ۳۶: ۴۸۹-۵۰۴.
۷-Goudarzi. K.A. (۲۰۰۵). Evaluation of nutritional balance for Grape Orchards of Sisakhat region in Kohgiluye-va- Boyerahmad province by Deviation from Optimum Percentage method. www. sid. ir.
۸-Jimenez, S. J., Y. Pinochet, J.A. Gogorcena and M.A. M. Betran. ۲۰۰۷. Influence ofdifferent vigour cherry rootstocks on leaves and shoots mineral composition. Scientia Horticulturae. ۱۱۲: ۷۳-۷۹.
۹- Montanes. L., L. Heras., J. Abadia., M. Sanz. ۱۹۹۳. Plant analysis interpretation based on a new index: Deviation from Hoptimum Percentage (DOP) (Abstract). J-Plant-nutr V.۱۶ (۷). P: ۱۲۸۹-۱۳۰۸.
۱۰-Robson, A.D., and Pitman, M. G. ۱۹۸۳. Interactions between nutrients in higher plants. Pp. ۱۷۴-۱۸۰. In: Lauchli, A., and Bieleki, R. L. (eds.) Encyclopedia of plant physiology, New Series, Vol. ۱۵A. Springer verlag, Berlin and New York.
۱۱-Salih, N. and F. Anderson. ۱۹۹۹. Nutritional status of a Norway spruce stand in SW Sweden in response to compensatory fertilization. Plant Soil. ۲۰۹: ۸۵-۱۰۰.
۱۲-Samadi, A. Mjidi,A. (۲۰۱۱). Norms Establishment of the Diagnosis and Recommendation Integrated system (DRIS) and Comparison with DOP approach for Nutritional Diagnosis of seedless Grape (sultana, cv) in western Azarbaijan province, Iran. Iranian Journal of Soil Research. ۲۴(۲); ۹-۹.
۱۳-Sumner, M.E. ۱۹۸۶. Diagnosis and recommendation intergrated system (DRIS) as a guide to orchard fertilization. University of Georgia. Athens Extentinal Bulletin, No. ۲۳۱.
۱۴-Walworth, J.L., H.J. Wooddard and M.E. Sumner. ۱۹۸۸. Generation of corn tissue norms from a small, high-yield data base. Commun. Soil Sci. Plant Anal. ۱۹: ۵۶۳-۵۷۷.

Abstract

In order to study of Nutritional Disorders, Determination of optimum levels of nutrients in Grape (sefid bidane) used from determination DOP (Deviation from optimum percentage) method in Takestan in ۲۰۱۱ year carried out. The leaves samples collected from ۳۰ orchards and measured concentration of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn< Cu, Mn and B. The fruit yield determined in September. Deviation from of Optimum Percentage calculated in orchard with low yield. The result showed that the average dietary needs for grapes in the orchards is as follows: Zn>Fe>P>Mn>Ca>Mg>N>Cu>B>K. It was the most negative indicator among the macronutrients P, Mg and Ca and among the micronutrients were Fe, Zn and Mn.

شبررسی جذب سرب از محلولهای آبی توسط جاذب‌های آلی اصلاح شده

جواد عبدالهی قره‌کند [۱]،ابراهیم سپهر [۲]
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه ارومیه، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ارومیه

چکیده
این تحقیق با هدف افزایش میزان حذف سرب از محلولهای آبی (۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) توسط جاذب‌های آلی اصلاح شده ساقه آفتابگردان، کاه گندم و ساقه ذرت با بیکربنات سدیم و بررسی همدماهای جذب سرب انجام شد. برازش داده‌های آزمایشی جاذبهای اصلاح شده با مدلهای جذب نشان داد که مدل لانگمویر و فروندلیچ نسبت به مدل تمکین برازش بهتری داشتند. حداکثر جذب تک لایه‌ای لانگمویر (q_{max}) ساقه آفتابگردان، کاه گندم و ساقه ذرت اصلاح شده نسبت به نوع اصلاح نشده آنها به ترتیب حدود ۲۹۳، ۳۰۵ و ۳۹۴ درصد بیشتر بود. با اصلاح جاذبهای آلی فاکتور جداسازی (R_L) از ۰۱۶/۰-۷۳/۰ برای جاذبهای اصلاح نشده به ۰۷/۰-۹۳/۰ (جذب مطلوب‌تر سرب) رسید. همچنین با اصلاح جاذبهای آلی کارایی حذف سرب نیز افزایش یافت. بطور کلی اصلاح شیمیایی این جاذبهای آلی با بیکربنات سدیم توانست کارایی و ظرفیت آنها را در حذف سرب از محلولهای آبی بالا ببرد.

واژه‌های کلیدی: سرب، بیکربنات سدیم، لانگمویر، جاذبهای آلی، اصلاح شده

مقدمه
آلودگی ناشی از سرب در اثر فرایندهای ذوب و گداخت استخراج معدن و فعالیت‌های دیگر به وجود می‌آید. سرب در صنایع مختلفی از جمله صنایع تولید باطری، فعالیت‌های معدنی، تولید رنگ، رادیاتورسازی و بلورسازی بکار می‌رود و به همین دلیل مقدار زیادی از آن از طریق پساب این واحدها به محیط زیست افزوده می‌شود (Babarinde et al, ۲۰۰۶). استفاده از ترکیبات ارزان‌قیمت بویژه بقایای محصولات کشاورزی می‌توانند پتانسیل قابل توجهی برای حذف فلزات سنگین داشته باشند و از نظر محیط زیست نیز شرایط مساعدی را ایجاد نمایند (Kumar, ۲۰۰۶). با توجه به فراهمی بالای انواع بقایای گیاهی و هزینه کم این بقایا استفاده از آنها در حذف فلزات سنگین از محیط‌های آبی بسیار مهم است. بقایای گیاهی اصلاح شده نسبت به بقایای گیاهی خام از ظرفیت و کارایی جذب بیشتری برای عناصر سنگین برخوردار هستند. Cesar و همکاران (۲۰۰۴) استفاده از پوسته سبوس اصلاح شده را به عنوان یک جاذب طبیعی برای فلزات کادمیوم و سرب مورد مطالعه قرار دادند و مشاهده کردند که پوسته سبوس اصلاح شده با هیدروکسید سدیم ۷۵/۰ مولار در مقایسه با سبوس خام از ظرفیت جذب بیشتری برای هر دو کاتیون برخوردار بود. Upendra و Manas (۲۰۰۶) جذب کادمیوم را توسط سبوس برنج اصلاح شده توسط کلروهیدرین، هیدروکسید سدیم و بیکربنات سدیم را مطالعه کردند و بیکربنات سدیم را با توجه به کارایی بالای آن در اصلاح شیمیایی سبوس و با توجه به هزینه‌های کم تهیه آن به عنوان محلول اصلاحی ارجح پیشنهاد دادند. این تحقیق با هدف اصلاح شیمیایی جاذب‌های آلی (ساقه آفتابگردان، کاه گندم و ساقه ذرت) توسط بیکربنات سدیم و مقایسه میزان حذف سرب از محلولهای آبی توسط این جاذب‌های اصلاح شده و اصلاح نشده (خام) انجام شد.

مواد و روش‌ها
بقایای گیاهی شامل کاه گندم، ساقه ذرت، ساقه آفتابگردان از استانهای آذربایجان شرقی و غربی انتخاب شدند. تمامی نمونه‌های گیاهی پس از شستشو و خشک شدن در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت، آسیاب شده و در ظروف پلی‌اتیلنی نگهداری شدند. پارامترهای بیوشیمیایی و شیمیایی این بقایای گیاهی اندازه‌گیری شد. مقدار خاکستر (ash) نمونه‌های گیاهی به روش سوزاندن در کوره، کربن آلی به روش اکسیداسیون مرطوب در مجاورت بی‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (Nelson and Summers, ۱۹۸۲) و نیتروژن کل آنها پس از هضم به روش کجلدال (Bremner and Mulvaney, ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. برای تعیین همی‌سلولز، سلولز و لیگنین بقایا از روش مرحله‌ای Van Soest and Wine (۱۹۶۸) استفاده شد. به منظور تهیه جاذب اصلاح نشده (خام) بقایای گیاهی با اندازه قطر (۵/۰ تا ۱ میلی‌متر) جداسازی شده و بعد از شستشو با آب مقطر و خشک کردن در آون مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه جاذبهای اصلاح شده از این بقایای گیاهی مقدار ۱۰۰ گرم از جاذب اصلاح نشده به ۲ لیتر محلول بیکربنات سدیم ۵/۰ نرمال اضافه شد و بعد از مخلوط کردن به مدت ۴ ساعت، مازاد بیکربنات سدیم با آب مقطر شستشو گردید و سپس خشک گردید (Upendra and Manas, ۲۰۰۶). آزمایش جذب بصورت سیستم ناپیوسته در غلظتهای مختلف سرب (۰ تا ۱۰۰ $mg\ L^{-1}$) بطور همزمان بر روی ۲/۰g از این سه جاذب آلی اصلاح شده و اصلاح نشده انجام گرفت. در انتهای آزمایش غلظت سرب باقیمانده در محلول با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Shimadzu ۶۳۰۰-AA) اندازه‌گیری شد. مقدار سرب جذب شده بر روی جاذب ($mg\ g^{-1}$) توسط معادله (۱) محاسبه شد.

معادله (۱)
$$q_e = (C_i - C_e)*V/m$$

در این معادله C_i و C_e به ترتیب غلظت اولیه و غلظت تعادلی سرب ($mg\ L^{-1}$) و m وزن جاذب مورد استفاده (g)، V حجم محلول (L) و q_e نشاندهنده میزان جذب سرب در واحد وزن جذب کننده ($mg\ g^{-1}$) است. معادلات جذب شامل معادله‌های لانگمویر (۲)، فروندلیچ (۳) و تمکین (۴) از طریق نرم‌افزار CurvrExpert ۱.۴ با داده‌های حاصل از آزمایش برازش داده شد.

معادله (۲) $= q_e (1+ K_L C_e)/(K_L C_e q_{max})$

معادله (۳) $q_e = K_F C_e^{1/n}$

معادله (۴) $q_e = A + K_T \mathrm{Ln}\ C_e$

کارایی روش مذکور (RE) و فاکتور جداسازی لانگ موییر (R_L) با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید:

$$RE = (C_i - C_e)/C_i * 100$$

$$R_L = 1/(1+K_L C_i)$$

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی و بیوشیمیایی بقایای گیاهی مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ - ترکیب شیمیایی و بیوشیمیایی بقایای گیاهی مورد استفاده

بقایای گیاهی	همی‌سلولز	سلولز	لیگنین	خاکستر (Ash)	Total C	Total N	C/N
	(%)						
ذرت	۲/۲۵	۵/۳۱	۲/۱۰	۵/۴	۵/۴۴	۷۵/۰	۶/۵۹
آفتابگردان	۹/۲۰	۳۹	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۴۰	۰۵/۱	۲/۳۸
گندم	۱/۳۰	۳۳	۱۲	۲/۱۰	۹/۴۲	۷/۰	۳/۶۱

ترتیب برازش غیرخطی داده ها با ایزوترمهای جذب برای ساقه آفتابگردان و ذرت اصلاح نشده به صورت مدل فروندلیچ > لانگمویر > تمکین و برای کاه گندم اصلاح نشده به صورت مدل لانگمویر > تمکین > فروندلیچ بود (جدول ۲). بررسی ضرایب رگرسیونی (R^2) لانگمویر (۹۸/۰)، فروندلیچ (۹۶/۰-۹۷/۰) و تمکین (۹۶/۰-۸۸/۰) نشان داد که این معادلات واکنش جذب سرب روی جاذبهای آلی اصلاح شده را می‌توانند توصیف کنند و در این میان معادله لانگمویر بالاترین میزان برازش را داشت (جدول ۳). در ساقه آفتابگردان اصلاح شده و اصلاح نشده پارامترهای ظرفیت جذب (q_{max} ,A , K_F) و شدت جذب (K_T ,1/n) در مقایسه با کاه گندم و ساقه ذرت بیشتر بود (جدول ۲ و ۳). همچنین تمامی این ضرایب برای جاذبهای آلی اصلاح شده بیشتر از جاذبهای آلی اصلاح نشده بودند که نشان از افزایش ظرفیت و کارایی حذف سرب توسط جاذبهای مورد مطالعه بعد از اصلاح شیمیایی آنها می‌باشد. ضریب K_L برای ساقه آفتابگردان و کاه گندم اصلاح شده نسبت به نوع اصلاح نشده آنها کاهش پیدا کرد. حداکثر جذب تک لایه‌ای لانگمویر (q_{max}) ساقه آفتابگردان اصلاح شده (۸۱/۳۹ گرم بر کیلوگرم) نسبت به کاه گندم اصلاح شده (۷۲/۳۰ گرم بر کیلوگرم) و ساقه ذرت اصلاح شده (۸۳/۲۴ گرم بر کیلوگرم) به ترتیب حدود ۲۶ و ۶۰ درصد بیشتر بود. حداکثر جذب تک لایه‌ای لانگمویر (q_{max}) ساقه آفتابگردان اصلاح شده (۸۱/۳۹ گرم بر کیلوگرم) نسبت به حداکثر جذب تک لایه‌ای ساقه آفتابگردان اصلاح نشده (۱۲/۱۰ گرم بر کیلوگرم) حدود ۲۹۳ درصد بیشتر بود. حداکثر جذب تک لایه‌ای لانگمویر (q_{max}) کاه گندم اصلاح شده (۷۲/۳۰ گرم بر کیلوگرم) و ساقه ذرت اصلاح شده (۸۳/۲۴ گرم بر کیلوگرم) نسبت به کاه گندم اصلاح نشده (۵۹/۷ گرم بر کیلوگرم) و ساقه ذرت اصلاح نشده (۰۳/۵ گرم بر کیلوگرم) به ترتیب حدود ۳۰۵ و ۳۹۴ درصد بیشتر بود. این موضوع نشان می‌دهد که با اصلاح شیمیایی این جاذبهای آلی با بیکربنات سدیم، ظرفیت جذب سرب توسط این جاذبها بشدت افزایش یافته است. نتایج مطالعات Tarley و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که پوسته شلتوک اصلاح شده نسبت به پوسته شلتوک خام از ظرفیت بیشتری برای جذب سرب برخوردار است و همچنین مطالعات ایزوترم جذب نشان داد که معادله لانگمویر نسبت به معادله فروندلیچ دارای برازش بیشتری بود. کارایی حذف سرب توسط ساقه آفتابگردان اصلاح نشده ۹۹-۹۴ درصد و برای کاه گندم اصلاح نشده ۹۷- ۸۵ درصد و برای ساقه ذرت اصلاح نشده ۹۵- ۵۵ درصد بود. در حالیکه کارایی حذف سرب توسط ساقه آفتابگردان اصلاح شده به ۹۹-۹۷ درصد و برای کاه گندم اصلاح شده ۹۸- ۹۶ درصد و برای ساقه ذرت اصلاح شده ۹۷- ۹۵ درصد رسید. با توجه به محاسبات انجام شده بر اساس معادله لانگمویر، فاکتور جداسازی (R_L) برای جاذبهای آلی اصلاح نشده بین ۰۷۳/۰-۰۱۶/۰ بدست آمد در حالیکه مقدار این فاکتور برای جاذبهای آلی اصلاح شده بین ۰۹۳/۰-۰۷/۰ بدست آمد که نشان‌دهنده افزایش جذب مطلوب سرب بر روی جاذبهای اصلاح شده مورد بررسی می‌باشد. بطور کلی با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، فعال‌سازی شیمیایی یا اصلاح شیمیایی این جاذبهای آلی با بیکربنات سدیم توانست کارایی آنها را در حذف سرب از محلولهای آبی بالا ببرد.

جدول ۲- پارامترهای همدماهای جذب سرب برای جاذب‌های آلی اصلاح نشده (خام)

نوع جاذب	لانگمویر				فروندلیچ				تمکین			
	q_{max} (mg g^{-1})	K_L (L g^{-1})	R^2	SE	۱/n	K_f (L g^{-1})	R^2	SE	A	K_T	R^2	SE
افتابگردان	۱۲/۱۰	۷۱۷/۰	۹۸/۰	۰	۵۱۴/۰	۸۹/۳	۹۹/۰	۳۵/۰	۴	۶۲/۱	۹۵/۰	۰
گندم	۵۹/۷	۷۰۱/۰	۹۷/۰	۰	۳۹۵/۰	۸/۲	۹۵/۰	۶۷/۰	۳	۴۷/۱	۹۶/۰	۰
ذرت	۰۳/۵	۰۷۷/۰	۹۳/۰	۰	۳۸۱/۰	۷۹/۰	۹۸/۰	۲۴/۰	۱	۰	۸۸/۰	۰

جدول ۳- پارامترهای همدماهای جذب سرب برای جاذب‌های آلی اصلاح شده با بیکربنات سدیم

نوع جاذب	لانگمویر				فروندلیچ				تمکین			
	q_{max} (mg g^{-1})	K_L (L g^{-1})	R^2	SE	۱/n	K_f (L g^{-1})	R^2	SE	A	K_T	R^2	SE
افتابگردان	۸۱/۳۹	۰۱۲/۰	۹۸/۰	۵۴/ ۰	۱۲/ ۱		۹۷/۰	۵۸/ ۰	۰۲/ ۶	۸۶/۲	۸۴/۰	۱۶/۱
گندم	۷۲/۳۰	۱۳۵/۰	۹۸/۰	۵۵/ ۰	۸۷/ ۰	۶۹/۳	۹۷/۰	۶۰/ ۰	۶۲/ ۴	۴۲/۲	۸۶/۰	۹۸/۰
ذرت	۸۳/۲۴	۱۴۵/۰	۹۸/۰	۶۳/ ۰	۸۱/ ۰	۱۰/۳	۹۶/۰	۷۱/ ۰	۸۷/ ۳	۳۱/۲	۹۴/۰	۸۸/۰

منابع

Bremner J.M. and Mulvaney C.S. ۱۹۸۲. Nitrogen-total. in: A.L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, Pp. ۵۹۵-۶۲۴.

Babarinde, N. A. A., Babalola, J. O. and Sanni, R. A. ۲۰۰۶. Biosorption of lead ions from aqueous solution by maize leaf. International Journal of Physical Sciences, Vol. ۱ (۱), pp: ۲۳- ۲۶.

Cesar, R.T.T., Sergio, L.C.F. and Marco, A.Z.A. ۲۰۰۴. Use of modified rice husks as a natural solid adsorbent of trace metals: characterisation and development of an online preconcentration system for cadmium and lead determination by FAAS. Microchemical Journal. ۷۷: ۱۶۳-۷۵.

Kumar, U. ۲۰۰۶. Agricultural products and by-products as low cost adsorbent for heavy metal removal from water and wastewater: A review. Scientific Research and Essay. Vol. ۱(۲): ۳۳- ۳۷.

Nelson D.W. and Sommers, L.P. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon and organic matter. in: A.L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, Pp. ۵۳۹-۵۷۹.

Tarley, C.R.T., Ferreira, S.L.G., and Arruda, M.A.Z. ۲۰۰۴. Use of modified rice husks as a natural soild adsorption of Traka metals: Characterization and development of on-line preoconcentration system for cadmium and lead Determination by FASS. J. Microchemical. ۷۷: ۱۶۳-۷۵.

Upendra, K. and Manas, B. ۲۰۰۶. Sorption of cadmium from aqueous solution using pretreated rice husk. Bioresource Technology. ۹۷: ۱۰۴-۱۰۹.

Van Soest P.J. and Wine R.H. ۱۹۶۸. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. Journal of the AOAC. Offic. Anal. Chem. ۵۱: ۷۸۰-۷۸۵.

Abstract

To compare the removal of lead (Pb(II)) from aqueous solutions, an experiment was conducted with three unmodified biosorbents (sunflower stalks, wheat straw and corn stalks) and chemically modified of these biosorbents (with $NaHCo_۳$) with initial concentration of Pb(II) (۰ - ۱۰۰ mg L$^{-۱}$). Isothermal adsorption tests showed that the Langmuir and Freundlich models had a better fitness than the Temkin model for removal of lead by chemically modified biosorbents. Maximum mono layer adsorption (q_{max}) of modified sunflower stalks, wheat straw and corn stalks increased ۲۹۳, ۳۰۵ and ۳۹۴ percent compared with the unmodified biosorbents, respectively. With the modification of biosorbents separation factor of Langmuir (R_L) increased from ۰.۰۱۶- ۰.۷۳ to ۰.۰۷-۰.۹۳ and removal efficiency showed the same trend. Finally, it is concluded that the chemical modification

of the biosorbents with $NaHCO_3$ could significantly increase the efficiency and capacity removal of lead from aqueous solutions.

بررسی رابطه تنفس خاک با هیدروکربن نفتی در خاک آلوده به ترکیبات نفتی

نسرین سعادتی [۱]، ناصر دواتگر [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه شاهد تهران، ۲-استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
این تحقیق به منظور بررسی رابطه تنفس خاک با هیدروکربن نفتی انجام شد. بدین منظور ۱۰۰ نمونه خاک از عمق ۰ - ۳۰ سانتی‌متری برداشت شد. هیدروکربن‌های نفتی کل به روش تکان دادن مکانیکی و تنفس خاک از روش اندازه‌گیری میزان دي‌اکسیدکربن حاصل از تنفس خاک از طریق تیتراسیون برگشتی سود باقي‌مانده تعیین شد. بر اساس نتایج به دست آمده بهترین رابطه رگرسیونی بین تنفس خاک و هیدروکربن‌های نفتی کل رگرسیون درجه دوم شد. تنفس خاک در منطقه مورد مطالعه دارای حداقل و حداکثر به ترتیب ۲/۱۳ و ۴۷۰ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن در کیلوگرم خاک در هفت روز شد. ویژگی‌های هیدروکربن‌های نفتی کل و تنفس خاک دارای چولگی مثبت معنی‌دار و توزیع غیرنرمال شدند.

واژه های کلیدی: تنفس خاک، هیدروکربن‌های نفتی کل، رابطه رگرسیونی.

مقدمه

تخریب و آلودگی محیط زیست، نتیجه‌ی جوامع صنعتی و یکی از دستاوردهای صنعتی شدن اجتماعات بشری است. به طور کلی هر نوع تغییر در ویژگي‌های اجزای تشکیل دهنده محیط به طوری که عملکرد طبیعی و تعادل زیستی آن‌ها مختل گردد و به طور مستقیم یا غیرمستقیم منافع و حیات موجودات زنده را به مخاطره اندازد، آلودگی محیط زیست گفته می‌شود (دبیری، ۱۳۷۵).
فعالیت‌های صورت گرفته در صنعت نفت، از قبیل اکتشاف و تولید نفت، حمل و نقل، پالایش و مدیریت فرآورده‌های نفتی و کنترل ضایعات آن منابع بالقوه برای آلودگی آب، خاك و هوا به شمار می آیند. نشت نفت خام طی مراحل حمل و نقل و نیز ضایعات فرآیند پالایش، تهدید جدي برای محیط زیست می باشد و منجربه کاهش تدریجی کیفیت محیط شده است. از آن‌جا که خاك‌ها به شدت مستعد تجمع انواع آلاینده‌ها با ترکیبات سمی گوناگون در غلظت‌هاي نسبتاً بالا می باشند، ویژگي‌هاي گوناگون شیمیایی و بیولوژیکی خاك عمیقاً تغییر یافته و تنوع زیستی و عملکرد خاك را تحت تأثیر قرار می دهد(Singh et al., ۲۰۰۹).
هنگامی که نفت وارد خاک می‌شود، ساختار و ویژگی‌های فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاک را از جمله مقدار ماده آلی و تنفس خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Garcia et al., ۲۰۱۱). ویژگی‌های زیستی از جمله تنفس خاک می‌تواند اطلاعاتی مربوط به آلودگی و نیز شدت، نوع و مدت تأثیر آلودگی هیدروکربنی بر فعالیت متابولیکی خاك را فراهم مي‌نمایند. هدف این تحقیق بررسی رابطه تنفس خاک با هیدروکربن نفتی در منطقه آلوده به ترکیبات نفتی بود.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه
برای انجام این تحقیق از خاک سطحی، عمق ۰-۳۰ سانتي‌متری تعداد ۱۰۰ نمونه خاک از منطقه‌ی بختیار دشت اصفهان که تحت تأثیر آلودگی ناشی از ضایعات این پالایشگاه قرار گرفته بود، برداشت شد. موقعیت منطقه بین طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه و ۵۵ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه و ۳۲ ثانیه شرقی و عرض ۳۲ درجه و ۴۷ دقیقه و ۳۲ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه و ۲۵ ثانیه شمالی قرار دارد.
آنالیز آزمایشگاهی
پس از انتقال نمونه‌های خاك به آزمایشگاه ابتدا نمونه‌ها هواخشک و سپس از الک دو میلي‌متری عبور داده شدند. سپس پارامترهای زیر در هر یک از نمونه‌ها اندازه‌گیری شد:
۱- هیدروکربن‌های نفتی کل[۴۵] به روش تکان دادن مکانیکی اندازه‌گیری شد (Song et al. ۲۰۰۲;).
۲- تنفس خاک از روش اندازه‌گیری میزان دي‌اکسیدکربن حاصل از تنفس میکروبی از طریق تیتراسیون برگشتی سود باقي‌مانده تعیین شد (Anderson., ۱۹۸۲).
آمار توصیفی متغیرها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) انجام شد.

[۴۵]- Total petroleum hydrocarbons

نتایج و بحث

به طور کلی، اندازه‌گیری ویژگی‌های زیستی مانند تنفس خاك به عنوان شاخص مناسب برای بیان اثر آلودگی بر سلامت خاك به کار گرفته می‌شوند و اطلاعاتی مربوط به حضور و فعالیت ریز جانداران مقاوم به آلودگی و نیز شدت، نوع و مدت تأثیر آلودگی هیدروکربنی بر فعالیت متابولیکی خاك را فراهم می‌نمایند (Labud et al., ۲۰۰۷).

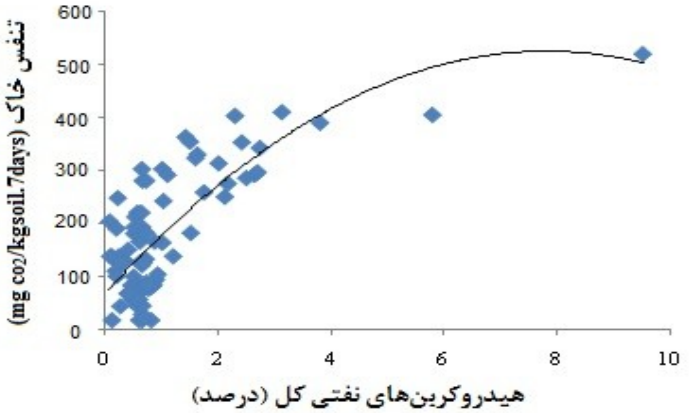
تنفس میکروبی در موقعیت‌های اندازه‌گیری شده در منطقه مورد مطالعه دارای میانگین ۷۴/۱۴۹ و حداقل و حداکثر به ترتیب ۲/۱۳ و ۴۷۰ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن در کیلوگرم خاک در هفت روز بود (جدول ۱). ترکیبات نفتی دارای منابع کربن و انرژی می‌باشند که باعث افزایش تنفس خاک می‌شوند، اما با گذشت زمان به علت مصرف کربن سهل التجزیه، میزان معدنی شدن و تنفس خاک کاهش می‌یابد (نمازی و همکاران، ۱۳۹۰). بیش‌ترین تنفس خاک در منطقه مورد مطالعه تقریباً منطبق با غلظت بالای آلودگی نفتی خاک بود.

ویژگی	واحد	میانگین	چولگی	حداقل	حداکثر
TPHs	درصد	۱	۵۵/۴	۰۱۲/۰	۵۲/۹
تنفس میکروبی	mg co_2/kg soil. 7day	۷۴/۱۴۹	۶۶/۰	۲/۱۳	۴۷۰

جدول ۱- آمار توصیفی متغیرهای خاک مورد مطالعه در منطقه

TPHs : هیدروکربن‌های نفتی کل

بهترین رابطه رگرسیونی بین تنفس خاک و هیدروکربن نفتی کل رگرسیون رگرسیون درجه دوم شد (به دلیل ضریب تبیین بالاتر نسبت به سایر رابطه‌های رگرسیونی) (شکل ۱و جدول ۲). جدول ۲ سایر روابط رگرسیونی بین تنفس خاک و هیدروکربن‌های نفتی کل به همراه ضریب تبیین را نشان می‌دهد.



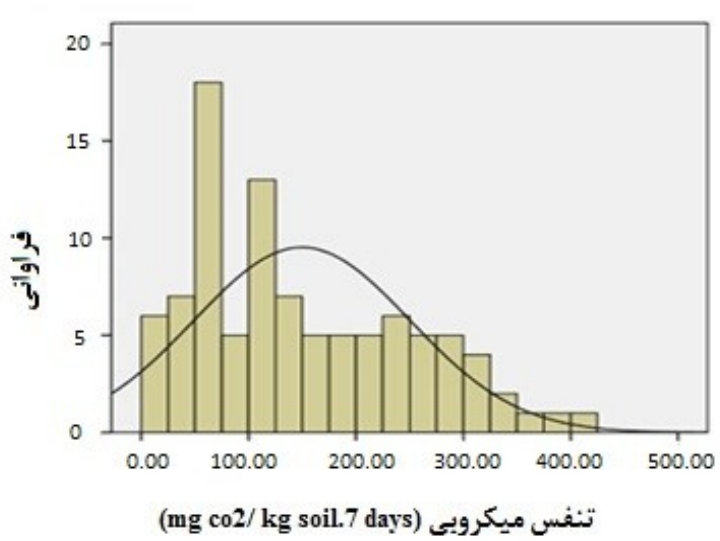
شکل ۱-رگرسیونتنفس خاک وهیدروکربن‌های نفتی کل

.جدول ۲- رابطه هایرگرسیونی تنفس خاک و درصد هیدروکربن نفتی کل

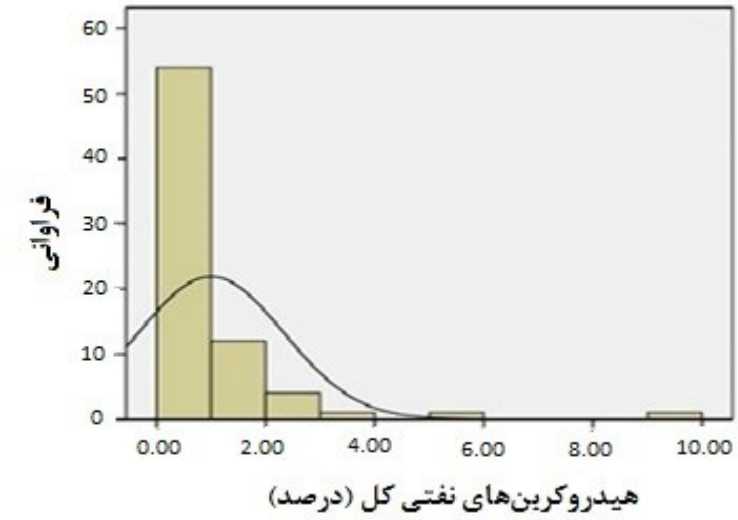
ردیف	معادله	R^2
رگرسیون خطی	x ۴/۶ =y+۱۱ /۵۸	۴۱/۰
رگرسیون درجه دوم	x ۷۱/۱۱+ ^{2}x۷۵۱/۰- = y + ۵۹/۶	۵۷/۰
رگرسیون لگاریتمی	ln(x) ۱۶/۹=y + ۲۴/۲۱	۳۹/۰
رگرسیون درجه سوم	x ۴۶/۱۶+ ^{2}x ۳۷/۲ - ^{3}x ۱۲/۰ = y - ۴۲/۵	۵۱/۰

نتایج بر اساس آزمون معنی‌داری چولگی و هیستوگرام توزیع فراوانی نشان داد، ویژگی‌های هیدروکربن‌های نفتی کل و تنفس خاک دارای چولگی مثبت (به سمت راست) معنی‌دار و توزیع غیرنرمال شدند (جدول ۱ و شکل ۲ و ۳). چولگی دلالت بر غیرنرمال بودن توزیع فراوانی داده‌ها دارد، و هر اندازه مقدار آن بیش‌تر باشد، نشان غیریکنواخت بودن واریانس، می‌باشد (دلبری و همکاران، ۱۳۹۳).

چولگی به سمت راست نشان از وجود تعداد محدودی نقطه با مقادیر بالای این متغیرها در سطح منطقه است و نشان از عدم تقارن به سمت مقادیر بالای این متغیر تنفس میکروبی و هیدروکربن‌های نفتی کل در سطح منطقه مورد مطالعه است.



.شکل ۲- هیستوگرام توزیع فراوانی تنفس خاک



شکل ۳- هیستوگرام توزیع فراوانی هیدروکربن‌های نفتی کل

منابع

دبیری، م. ۱۳۷۵ . آلودگی محیط زیست. نشر اتحاد.

دلبری، م. و جهانی، س. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات مکانی ویژگیهای شوری و سدیمی خاک‌های منطقه چات در استان گلستان. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، شماره ۲۸، صفحه‌های ۴۳۳ تا ۴۴۶.

نمازی، س. رئیسی، ف. و قربانی، ش. ۱۳۹۰. دینامیک کربن در خاک شنی آلوده به نفت خام در حضور اشکال مختلف نیتروژن. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، شماره ۲۵، صفحه‌های ۳۰۷ تا ۳۲۱.

Anderson J. P. E. ۱۹۸۲. Soil Respiration. American Society of Agronomy, U.S.A.

Garcia B., Parras-Alcantara L. and Albornoz M. ۲۰۱۱. Effects of oil mill wastes on surface soil properties runoff and soil losses in traditional olive groves southern Spain. Catena, ۸۵: ۱۸۷-۱۹۳.

Labud V., Garcia C. and Hernandez T. ۲۰۰۷. Effect of hydrocarbon pollution on the microbial properties of a sandy and a clay soil. Chemosphere, ۶۶:۱۸۶۳-۱۸۷۱.

Singh A., Kuhad G. and.Ward O. ۲۰۰۹. Advances in Applied Bioremediation. SoilBiol, ۱۷: ۳۶۵ - ۳۷۰..

Song Y.F., Jing X., Fleischmann S. and Wilke B. ۲۰۰۲. Comparative study of extraction methods for the determination of PAHs from contaminated soils and sediments. Chemosphere, ۴۸: ۹۹۳-۱۰۰۱.

Abstract

This study was conducted to investigate the relationship between soil respiration with petroleum hydrocarbons. For this purpose, ۱۰۰ soil samples from a depth of ۰-۳۰ cm were taken. Total Petroleum Hydrocarbons variables (TPHs) with mechanical shaking, microbial respiration with method of measurement of dioxide carbon raising of breath and back titration of residual hydroxide. According to the results, regression relationship between soil respiration and total petroleum hydrocarbons was Quadraticregression. Soil respiration in the study area has a minimum and maximum of ۱۳/۲ and ۴۷۰ (mg $co_۲$/kg soil. ۷day). Total Petroleum Hydrocarbons properties and soil respiration with positive skewness were significant andnon-normal distribution.

بررسی تاثیر روش خاک ورزی حفاظتی بر روی جذب عناصرغذایی در زراعت گندم دیم

محمد علی خود شناس [۱]، ابوالفضل هدایتی پور [۱] و جواد قدبیک لو [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

چکیده

به منظور بررسی تاثیر خ اك ورزی حفاظتی بر روی میزان جذب عناصر غذایی خ اک، آزمایشی در مزرعه روستای جلال آباد شهرستان فرمهین انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: T۱- روش مرسوم، T۲ - استفاده از گاوآهن مرکب، T۳ - استفاده از چیزل - پکر و T۴- روش کشت مستقیم بود. بعد از آماده سازی زمین بر اساس تیمارهای آزمایش و عملیات کاشت، در پایان فصل زراعی میزان جذب فسفر، پتاسیم و نیتروژن در دانه گندم اندازه گیری شد. در نهایت عملکرد واجزای عملکرد اندازه گیری شد. نتایج نشان داد تاثیر روش خاک ورزی بر روی عملکرد دانه در سطح آماری ۵ درصد معنی دار نمی باشد. اما بر روی جذب نیتروژن در سطح آماری ۵ درصد معنی دار بود . با این حال اثر روش خاک ورزی بر روی جذب فسفر و پتاسیم در سطح آماری ۵ درصد معنی دار نبود.

واژه های کلیدی: زراعت دیم- خاک ورزی حفاظتی

مقدمه

خاک ورزی حفاظتی از اهمیت ویژه ای در زراعت دیم و مناطق نیمه خشک ایران برخوردار می باشد. دلایلی چون به حداقل رسانیدن هزینه انجام عملیات خاک ورزی با توجه به عملکرد کم (در مقایسه با کشت آبی)، افزایش میزان نفوذپذیری آب در خاک، کاهش تبخیر از سطح خاک می باشد) و افزایش ماده آلی خاک ، انجام عملیات کم خاک ورزی را در زرعت دیم توجیه پذیر می کند(گجری و همکاران ۲۰۰۲). از زمان های بسیار کهن کم خاک ورزی وهمچنین بدون خاک ورزی توسط فرهنگ های بومی به کار گرفته می شد. تیاگالینگام و همکاران(۱۹۹۶) آزمون ۵ ساله ای را در منطقه کویزلند استرالیا در مورد تاثیر روش های خاک ورزی بر روی میزان جذب عناصر غذایی انجام دادند. تیمارهای خاک ورزی شامل روش های بدون خاک ورزی و خاک ورزی مرسوم بدون بقایای گیاهی و یا به همراه بقایای گیاهی بودند. نتایج این پژوهشگران نشان داد میزان جذب نیتروژن ، فسفر و پتاس در روش بدون خاک ورزی بیشتر از روش مرسوم می باشد باقی گذاشتن بقایای گیاهی بر روی خاک پس از چند سال، به طور قابل توجهی میزان ماده آلی خاک افزایش مییابد(گارسیا و همکاران ۲۰۱۲). در خصوص تاثیر روش های خاک ورزی بر روی درصد جذب عناصر نیز گزارشات ضد و نقیض زیادی وجود دارد. وود و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کرده اند میزان کربن آلی در خاك هائی که با روش خاك ورزی حفاظتی آماده شده اند، در مقایسه با خاك هائی که توسط روش مرسوم آماده شده اند در طی ۱۸ سال به طور معنی داری افزایش یافته است. با افزایش ماده آلی فعالیت بیولوژیکی ریزوسفر و همچنین قابلیت استفاده از عناصر غذائی نیترات، فسفر و پتاسیم افزایش یافته است. سرعت معدنی شدن نیتروژن در شرایط بدون خاك ورزی کمتر از خاك ورزی معمولی گزارش شده است. استیکر و همکاران(۱۹۸۸) با مطالعه بر روی سیستم گندم وآیش به این نتیجه رسیدند، جایگذاری کود فسفر در کنار بذر در سیستم بدون خاك ورزی سود مند تر از روش شخم معمولی است. زیرا در شرایط بدون خاك ورزی خاك سرد تر بوده و در این شرایط از قابلیت استفاده فسفر در خاك کاسته می شود. بر اساس نتیجه پژو هش های خیر العالم و همکاران(۲۰۱۴) بیشترین مواد آلی در یک خاک رسی- لومی واقع در ایستگاه تحقیقاتی بنگلادش مربوط به روش بدون خاک ورزی (۷/۱٪) بوده است. همچنین کمترین ماده آلی خاک در روش شخم عمیق بوده است(۲/۱٪). در نهایت بر اساس یافته های این محققین، خاک ورزی حفاظتی بر روی جذب P و Nاثر گذاشته و درصد جذب را افزایش می دهد، اما بر روی میزان جذب K تاثیر معنی داری نداشته است. هدف از انجام این آزمایش بررسی تاثیر خاک ورزی حفاظتی بر روی میزان جذب عناصر غذایی بوده است.

مواد و روش‌ها

جهت انجام آزمایش قطعه زمینی واقع در روستای جلال آباد با طول جغرافیایی ۷۹/۲۷ ۳۳ ۳۴M و عرض جغرافیایی , ۶۸/۰۸ ۳۹ ۴۹Eبا ارتفاع ۱۸۱۷ متر از سطح دریا در منطقه فراهان انتخاب گردید. محصول سال قبل گندم دیم بوده که در اوایل پاییز عملیات آماده سازی زمین مطابق با تیمار های آزمایش انجام شد. تیمار های آزمایش عبارت بودند از: T۱- روش مرسوم، T۲ - استفاده از گاوآهن مرکب، T۳ - استفاده از چیزل - پکر و T۴- روش کشت مستقیم . مشخصات دستگاه های مورد استفاده در آزمایش به شرح جدول های شماره ۱ و ۲می باشد. همچنین برای آزمایش میزان عناصر غذایی خاک و همچنین تعیین بافت خاک از چندین نقطه مزرعه نمونه هایی برداشت و با یکدیگر مخلوط، و به آزمایشگاه آب و خاک مرکز انتقال داده شد.

جدول شماره ۱ - ویژگی های دستگاه های خاک ورز مورد استفاده در آزمایش

نوع ماشین	سازنده دستگاه	عرض کار(متر)	تعداد واحد های خاک ورز
چیزل پیکر	تاکا	۲	۵
گاو آهن مرکب	تاکا	۲	۵
گاوآهن برگردان دار	آهنگری خراسان	۹۵/۰	۳

جدول شماره ۲- مشخصات فنی بذر کار کشت مستقیم جیران صنعت

عرض کار دستگاه	نوع شیار باز کن	فاصله واحد های کارنده(سانتی متر)	تعداد واحد های کارنده	روش چرخش موزع
۵/۲	بیلچه ای	۱۸	۱۳	با استفاده از محور توان دهی(P.T.O)

جدول ۳ - برخی خصوصیات شیمیایی خاک محل آزمایش

سال ازمایش	فسفرقابل جذب(ppm)	پتاسیم‌قابل جذب(ppm)	ازت کل (ppm)	کربن الی
سال دوم	۸/۱۰	۲۵۸	۰۲/۰	۱۸/۰

جدول ۴- میزان بارندگی سال آزمایش

ماه	ابان	اذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
سال دوم	۸/۳۶	۸/۴۷	۰	۸/۱	۵۲	۴۶	۸/۱۷	۴/۱۰	۰

در زمان برداشت از هر تیمار آزمایش ۱۰۰ گرم دانه برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه خاک و آب آسیاب شدند. پس از قرائت مقادیر نیتروژن ، فسفر و پتاسیم با توجه به عملکرد دانه میزان جذب بر حسب میلی گرم بر متر مربع محاسبه گردید.

نتایج و بحث

جدول شماره ۵ تجزیه واریانس اثر روش خاک ورزی بر روی درصد جذب عناصر غذایی را نشان می دهد. با توجه به این جدول اثر نوع خاک ورزی بر روی درصد نیتروژن معنی دار بوده است. با این حال تاثیر تیمار ها بر روی مقدار جذب پتاسیم و فسفر در سطح آماری ۵٪ معنی دار نبوده است. جدول شماره ۶ مقایسه میانگین جذب عناصر غذایی را نشان می دهد.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس اثر روش های خاک ورزی بر روی جذب عناصر غذایی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		نیتروژن(g/m^2)	فسفر(g/m^2)	پتاسیم(g/m^2)
تکرار	۲	۵۴۶/۰**	۰۰/۰ ns	۰۰۴/۰ ns
روش خاک ورزی حفاظتی	۳	۳۵۷/۰**	۰۰۰۱/۰ ns	۰۱۱/۰ ns
خطای آزمایشی	۱۲	۰۳۵/۰	۰۰/۰	۰۰۵/۰
ضریب تغییرات(%)		۵/۱۶	۶/۱۴	۴/۳۱

جدول ۶ - مقایسه مقادیر مختلف جذب عناصر غذایی

روش ازمایش	نیتروژن(g/m^2)	فسفر(g/m^2)	پتاسیم(g/m^2)

چیزل - پکر	bc۶۰/۱	a۰۵۸/۰	a۲۰۷/۰
خاک ورز مرکب	ab۴۲/۱	a۰۷۵/۰	a۳۲۸/۰
برگردان دار	a۲۵/۱	a۰۷۳/۰	a۶۲۴/۰
کشت مستقیم	C۷۰/۰	a۰۶۵/۰	a۹۱۳/۰

منابع

Gajri,P.R.,Arora,V.K.and Prihar,S.S.۲۰۰۲.Tillage for sustainable cropping.Food products Press.An imprint of the Haworth, press,Inc., New yourk, London, Oxford.۲۲۰۲.

Garcia-Torres,L,Martinez,A.Holgado,A.Sanchez,E.۲۰۱۲.Conservationagriculture,environmental and economic enefits.http://www.unapcaem.org/publication/conservationagri/ca۱.pdf

Khirul Alam,M.D.,Monirulislam,M.D.,Salahin,N., and Hassanuzzaman,M.۲۰۱۴.Effect of tillage practices on soil properties and crop productivity in Wheat-Mungbean-Rice cropping system under subtropical climatic conditions.The Scientific World Journal, Volum ۲۰۱۴,Article ID ۴۳۷۲۸۳,۱۵ pages.http://dx.doi.org/۱۰.۱۱۵۵/۲۰۱۴/۴۳۷۲۸۳

Stecker,J.A.,Sander.D.H.,Anderson,F.N, and Peterson,G.A.۱۹۸۸.Phosphorus fertilizer placement and tillage in awheat-fallow cropping sequence. Soil Sci. Soc. Am.J.۵۲: ۱۰۶۳-۱۰۶۸

Thiagalingam,K,.Dalgglesh,N.P.Gould,N.S.,Mccown,R.L.Cogle,A.L. and Chapman,A.L.۱۹۹۶.Comparison of no-tillage and conventional tillage in the development of sustainable farming systems in the semid- arid tropics. Australian Journal of Experimental Agriculture,۱۹۹۶.۳۶.,۹۹۵-۱۰۰۲

Wood,C.W., and Edwards.J.H.۱۹۹۲. Agroecosystem management effects on soil carbon nitrogen.Agric.Ecosyst.۳۹:۱۲۳-۱۳۸

Abstract:

In order to comparison of conservation tillage treatment at rain fed conditions a Randomized Complete Blokesexperiment was carried in region of Ali Abad, Farmahin city during ۲۰۱۳-۲۰۱۴. Treatments were: T۱- using of moldboard with disk(conventional methods) ,T۲-using of combined plow ,T۳ using of chisel packer,T۴= Direct planting(no-tillage). Tillage operation was done on basis of experiment treatments in a farm that wheat had planted last year. The effect of conservation tillage was significant on N uptake. However the effect of treatments was not effect on K and P uptake.

اثر باکتری محرک رشد گیاه برگیاه‌پالایی یک خاک آهکی غنی شده با کادمیم به‌وسیله ذرت تحت تنش خشکی

شهرزاد کرمی ۱، جعفر یثربی ۲، و مهدی زارعی ۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

۲ - استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
آلودگی خاك‌های کشاورزی به فلزات سنگین از جمله کادمیم، یکی از مهمترین مسائل زیست محیطی است. روش‌های پالایش زیستی مقرون به صرفه تر بوده و خسارت کمتری را متوجه طبیعت می‌کند که لازمه آن انتخاب سویه‌ها و/یا انتخاب گیاهان مناسب با توانایی جذب بالای فلز و دارای زیتوده بالا می‌باشد. بدین منظور آزمایشی گلخانه ای بصورت فاکتوریل ۳×۴×۲ شامل دو سطح باکتری (با و بدون باکتری)، چهار سطح کادمیم (۵، ۱۰، ۲۰، و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، و سه سطح تنش خشکی (بدون تنش، ۸۰، و ۶۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه) بود. با مایه‌زنی باکتری وزن خشک اندام هوایی ذرت افزایش اما غلظت و جذب کل کادمیم به‌وسیله اندام هوایی کاهش یافت. تنش خشکی سبب کاهش وزن خشک اندام هوایی و جذب کل کادمیم شد. افزایش سطوح کادمیم کاربردی نیز سبب کاهش وزن خشک ذرت شد اما غلظت کادمیم در خاک و جذب و غلظت آن در گیاه افزایش یافت.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، پالایش زیستی، ضریب زیستی انباشت، *Micrococcus yunnanensis*

مقدمه
گیاه‌پالایی یکی از روش‌های پالایش عناصر سنگین از خاک است که روشی نسبتاً آرام و با کارایی کم است و طی چهار فرآیند استخراج گیاهی، تثبیت گیاهی، تبخیر گیاهی، و تصفیه ریشه ای انجام می‌شود (خان، ۲۰۰۵). انتخاب سویه‌های مناسب و/یا انتخاب گیاهان مناسب با توانایی جذب بالای فلز و/یا دارای بیومس بالا برای بهینه سازی کارایی گیاه پالایی لازم است. برخلاف ترکیبات آلی، عناصر سنگین پایداری بیشتری داشته و تا مدت‌های طولانی در بدن جانداران یا در محیط باقی می‌مانند (کرمی و شمس الدین، ۲۰۱۰). کادمیم که به دلیل سمیت و تحرک زیاد در خاک، به عنوان یک آلوده کننده مهم در نظر گرفته می‌شود، یک عنصر غیر ضروری و سمی برای موجودات زنده به شمار می‌رود و در نتیجه بر رشد و عملکرد گیاه تأثیر منفی دارد (آلووی، ۱۹۹۵). خاک‌های آلوده عمدتاً از نظر مواد غذایی و جمعیت میکروب‌های مفید خاک فقیر می‌باشند. کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه نه تنها با تأثیر بر قابلیت دسترسی عناصر و افزایش رشد گیاه، این مشکل را رفع می‌کنند، بلکه نقش عمده‌ای در سمیت زدایی و پالایش فلزات سنگین و آلاینده‌ها ایفا می‌کنند (ملک زاده و همکاران، ۲۰۱۲). ریزجانداران مقاوم در برابر فلزات سنگین، با ترشح مواد کلات کننده، اسیدی کردن محیط، حل کردن فسفات، و یا تغییرات پتانسیل رداکس، بر تحرک و زیست فراهمی فلزات سنگین اثر می‌گذارند (آیدریس و همکاران، ۲۰۰۴). این باکتری ها همچنین توانایی تولید آنزیمی به نام ۱- آمینو سیکلوپروپان ۱- کربوکسیلات دامیناز (ACC deaminas) را دارند که سطح اتیلن را در گیاه کاهش داده و سبب افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های خشکی (آلوارز و همکاران، ۱۹۹۶) می‌شود. نتایج پژوهش‌های ملک زاده و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که مایه‌زنی باکتری‌های باسیلوس مایکوئیدز و میکروکوکوس روزئوس به یک خاک آلوده به کادمیم در مقایسه با نمونه‌های شاهد به صورت معنا داری زیتوده ذرت و همچنین جذب عناصر به‌وسیله اندام هوایی گیاه را افزایش داد. در نتیجه همزیستی و همکاری میکروب‌های مفید ریزوسفری با گیاهان می‌توانند توان مقاومت گیاه در برابر فلزات سنگین را افزایش داده و از این طریق سبب افزایش زیتوده گیاه و در نتیجه افزایش کارایی گیاه‌پالایی شود.
یک روش دیگر برای افزایش رشد گیاه، در اختیار داشتن آب کافی برای آبیاری است اما متاسفانه سطح گسترده‌ای از زمین‌های کشاورزی دچار تنش خشکی می‌باشند. کاهش تولید بر اثر کمبود آب برای بعضی گیاهان بسیار زیاد است. عزیزیان و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که تولید دانه و علوفه در ذرت با افزایش تنش خشکی کاهش معنا داری را از خود نشان داد. در شرایط تنش

خشکی توان گیاه‌پالایی و عملکرد ذرت و جذب کل کادمیم کاهش یافت و در رطوبت‌های بیشتر محتوای کادمیم جذب شده بیشتر و توانایی پالایش در مقادیر کمتر کادمیم در این شرایط بیشتر بود.

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی توانایی ذرت مایه زنی شده با باکتری محرک رشد گیاه برای پالایش عنصر کادمیم از خاک و تعیین میزان انباشت کادمیم در بخش هوایی گیاه و خاک و ضریب زیستی انباشت آن در ذرت تحت شرایط تنش خشکی است.

مواد و روش‌ها

آزمایشی گلخانه ای بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو سطح باکتری (با و بدون باکتری)، چهار سطح کادمیم (۵، ۱۰، ۲۰، و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، و سه سطح تنش خشکی (بدون تنش، ۸۰، و ۶۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه) بود. به منظور جلوگیری از کمبودهای احتمالی و طبق نتایج آزمون خاک عناصر غذایی نیتروژن از منبع اوره (۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک)، فسفر از منبع منو کلسیم فسفات (۲۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک)، آهن از منبع سکسترین آهن (۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک)، روی، مس، و منگنز از منبع سولفاتی (به ترتیب ۱۰، ۵/۲، و ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) به صورت محلول به خاک گلدان ها (۳ کیلوگرمی) افزوده و سپس تیمارهای کادمیم از منبع سولفات کادمیم به آن‌ها اعمال شد. از بذرهای ذرت رقم HIDO و باکتری *Micrococcus yunnanensis* (باکتری گرم مثبت و دارای توانایی تولید سیدروفور و ویژگی حل کنندگی فسفات) استفاده گردید. مقدار ۲ میلی لیتر از محیط کشت حاوی $CFU\ mL^{-1}10^{8}\times1$ باکتری به ازای هر بذر مایه‌زنی و بذرها با لایه‌ای از خاک پوشانده شد. پس از سپری شدن دو هفته و جوانه زدن و استقرار، تعداد گیاهان به سه عدد در هر گلدان تقلیل داده شد. پس از دو هفته تنش خشکی اعمال شد. بعد از ۸ هفته گیاهان از طوقه جدا شده و وزن آن‌ها پس از خشک کردن در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت، اندازه‌گیری شد. خاک گلدان‌ها نرم و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده و ریشه‌های آن جدا شد. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر در اندام هوایی، از روش خشک سوزانی استفاده و کادمیم خاک با DTPA (لیندزی و نورول، ۱۹۷۸) عصاره گیری و کادمیم آن‌ها بوسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن و با کمک نرم افزار آماری SAS انجام شد.

برای اینکه گیاه‌پالایی مؤثر واقع شود، گیاهان باید علاوه بر زیتوده زیاد، دارای ظرفیت زیادی برای تجمع فلز در خود باشند. کارایی گیاه پالایی با ضریب زیستی انباشت (BCF) مشخص می‌شود (مارچایل و همکاران، ۲۰۰۴) که از رابطه زیر محاسبه می‌شود (معادله ۱).

$$\text{فاکتور زیستی غلظت کادمیم} = \frac{\text{غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه}}{\text{غلظت کادمیم در خاک}} \qquad (۱)$$

نتایج و بحث

مایه‌زنی باکتری سبب افزایش ۷/۸ درصدی وزن خشک اندام هوایی ذرت شد. مایه‌زنی باکتری تنها در سطوح ۵ و ۱۰ میلی‌گرم کادمیم در کیلوگرم خاک سبب افزایش معنا دار وزن خشک شد اما بین تیمارهای با و بدون باکتری در سایر سطوح تفاوت معنا داری وجود نداشت (جدول ۱). با افزایش سطح تنش خشکی کاهش معنا داری در میزان وزن خشک کلیه تیمارها مشاهده شد. طی تنش خشکی، تعداد روزنه‌ها و در نتیجه سنتز ماده خشک کاهش می‌یابد (عزیزیان و همکاران، ۲۰۱۱).

جدول ۱ - اثر مایه زنی باکتری، سطوح کادمیم و رطوبت خاک بر برخی از ویژگی های اندازه گیری شده

PGPR	سطوح کادمیم ($mg.kg^{-1}$)				رطوبت خاک			میانگین اثر باکتری
	۵	۱۰	۲۰	۴۰	FC	۸۰ FC	۶۵ FC	
	وزن خشک اندام هوایی ذرت ($g\ pot^{-1}$)							
B.*	۸۲/۸ BC**	۷۳/۸ CD	۹۶/۷ CD	۸۶/۷ D	۸/۱۲ B	۲۰/۸ D	۹۸/۳ E	۳۴/۸ B
B۱	۱۶/۱۰ A	۵۸/۹ AB	۵۹/۸ CD	۲۱/۸ CD	۹/۱۳ A	۵۸/۹ C	۹۱/۳ E	۱۴/۹ A
	غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت ($g\ g^{-1}$)							
B.	۹۷/۵ CD	۷۴/۶ C	۱/۱۱ A	۳/۱۱ A	۰۶/۷ B	۳۲/۹ A	۹۹/۹ A	۷۹/۸ A
B۱	۵۹/۴ D	۰۳/۵ D	۳۰/۵ D	۹۴/۸ B	۷۷/۶ BC	۴۳/۵ D	۶۹/۵ CD	۹۷/۵ B
	جذب کل کادمیم توسط ذرت ($g\ pot^{-1}$)							
B.	۹/۴۷ C	۵/۵۵ BC	۹/۸۱ A	۰/۸۵ A	۷/۸۸ A	۶/۷۴ B	۳/۳۹ D	۶/۶۷ A
B۱	۴/۵۶ BC	۲/۵۵ BC	۱/۴۴ C	۵/۶۶ B	۶/۹۵ A	۳/۵۰ C	۷/۲۰ E	۵/۵۵ B
	غلظت کادمیم قابل استخراج با DTPA در خاک($g\ g^{-1}$)							
B.	۸۱/۱ E	۵۹/۳ D	۸۲/۷ B	۰/۱۴ A	۹۰/۶ A	۹۰/۶ A	۶۵/۶ AB	۸۲/۶ A
B۱	۶۷/۱ E	۳۵/۳ D	۴۳/۶ C	۸/۱۳ A	۹۸/۵ B	۱۹/۶ AB	۷۹/۶ A	۳۲/۶ B
	ضریب زیستی انباشت (BCF) کادمیم در ذرت							

B.	۳۵/۳ A						۸۷/۱ A
B_1	۷۵/۲ B	۵۱/۱ D	۸۲/۰ E	۶۴/۰ E	۰۰/۲ A	۲۱/۱ C	۰۸/۱ C	۴۳/۱ B

نشان دهنده رطوبت FC تیمار مایه زنی شده با باکتری می باشد و Bنشان دهنده تیمار بدون مایه زنی باکتری محرک رشد گیاه و B_1. * .ظرفیت مزرعه است

با افزایش سطوح کادمیم کاربردی غلظت کادمیم در گیاه نیز افزایش یافت. با مایه‌زنی باکتری، کاهش معنا داری (۱/۳۲ درصد) در غلظت کادمیم گیاه در کلیه تیمارها (از مقدار ۷۹/۸ به مقدار ۹۷/۵ میکروگرم در هر گرم اندام هوایی ذرت) مشاهده شد. مقایسه تیمارهای با و بدون باکتری با یکدیگر نشان می‌دهد که مایه‌زنی باکتری در تنش های ۸۰ و ۶۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه سبب کاهش غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه شده که بهتر است با توجه به جذب گیاه تفسیر شود زیرا وزن خشک اندام هوایی گیاه در این حالات کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است (جدول ۱).

در مقایسه تیمارهای مایه‌زنی شده و بدون مایه‌زنی باکتری، در سطوح ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، تفاوت معنا داری در جذب کل کادمیم به‌وسیله اندام هوایی گیاه مشاهده نشد و مایه‌زنی تنها در سطوح بالای کادمیم یعنی در سطوح ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم کادمیم در کیلوگرم خاک مؤثر بوده است و موجب کاهش جذب کل کادمیم نسبت به شرایط بدون مایه‌زنی باکتری شده است. به نظر می‌رسد که باکتری در سطوح پایین کادمیم در «استخراج گیاهی» و در سطوح بالای کادمیم در «تثبیت گیاهی» نقش داشته است که هر دو از سازوکارهای پالایش گیاهی هستند. کاربرد باکتری در رطوبت های بیشتر، پاسخ بهتری داده است و با افزایش تنش خشکی کارایی باکتری نیز کم شده است. به طور کلی مایه‌زنی باکتری سبب کاهش ۸/۱۷ درصدی جذب کل کادمیم (از ۶/۶۷ به ۵/۵۵ میکروگرم در گلدان) شد (جدول ۱).

با افزایش سطوح کادمیم کاربردی در هر دو حالت با و بدون باکتری افزایش معنا داری در مقدار کادمیم خاک مشاهده شد و با افزایش تنش خشکی مقدار کادمیم باقی مانده در خاک با توجه به کاهش رشد گیاه افزایش یافت. کاربرد باکتری سبب کاهش ۳/۷ درصدی کادمیم خاک شد (جدول ۱).

با افزایش کادمیم در شرایط بدون مایه‌زنی باکتری، کاهش معنا داری در ضریب زیستی انباشت نسبت به سطح شاهد مشاهده شد. در شرایط آزمایش و با وجود تنش‌های کادمیم و خشکی، تیمارهای مایه‌زنی شده (۴۳/۱) کاهش ۵/۲۳ درصدی در مقدار ضریب زیستی انباشت، نسبت به شرایط بدون مایه‌زنی (۸۷/۱) از خود نشان دادند و باکتری مانع انباشت کادمیم در اندام هوایی گیاه شده است. مقدار ضریب زیستی انباشت در تیمارهای بدون مایه‌زنی باکتری تا سطح ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کادمیم و در تیمارهای مایه‌زنی شده با باکتری تا سطح ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کادمیم از عدد یک بالاتر بوده است (جدول ۱). با افزایش سطوح کادمیم کاربردی ضریب زیستی انباشت کاهش پیدا کرده و به نظر می‌رسد گیاه ذرت مانع انتقال کادمیم به اندام هوایی خود شده است که یکی از دلایل آن می‌تواند تثبیت گیاهی کادمیم باشد که به‌وسیله ریشه گیاه یا باکتری‌های همزیست با آن‌ها، قابلیت دسترسی آلاینده‌ها را کم یا متوقف می‌کند. از دلایل دیگر آن می‌تواند جذب کادمیم در دیواره سلولی از طریق ترسیب خارج سلولی یا برهمکنش‌های الکترواستاتیک و ایجاد پیوندهای کووالانسی و واندروالس با فلز کادمیم و برهمکنش‌های رداکس یا ترکیبی از این فرآیندها (گاوریلسکو، ۲۰۰۴) به‌وسیله باکتری مورد مطالعه باشد.

نتایج تجزیه واریانس اثر باکتری، تنش خشکی و کادمیم بر ویژگی‌های مختلف در جدول ۲ آورده شده است. اثرات اصلی هر یک از فاکتورها و اثر دوتایی باکتری و تنش خشکی بر وزن خشک ذرت معنادار بود اما اثر سه گانه باکتری، کادمیم و تنش خشکی بر وزن خشک ذرت معنا دار نبود. اثرات سه گانه باکتری، کادمیم و تنش خشکی بر غلظت و جذب کل کادمیم توسط اندام هوایی گیاه، غلظت کادمیم در خاک و ضریب زیستی انباشت کادمیم در سطح یک درصد معنا دار بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر باکتری، تنش خشکی و کادمیم بر ویژگی های مختلف اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن خشک	غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه	جذب کادمیم توسط گیاه	غلظت کادمیم در خاک	ضریب زیستی انباشت
باکتری	۱	۳۳/۱۱**	۲۳/۱۴۳**	۲۴/۲۵۹۸**	۴۱/۴*	۵۲/۳**
کادمیم	۳	۶۶/۸**	۱۳/۸۹**	۱۱/۱۹۸۰**	۴۱/۵۲۵**	۴۶/۱۸**
تنش خشکی	۲	۷۹/۵۳۳**	۱۱/۵ ns	۲۳۱۷۸**	۴۶/۰ ns	۴۲/۰ ns
باکتری × کادمیم	۳	۷۸/۰ ns	۷۳/۱۸**	۸۶/۱۸۹۲**	۶۱/۱ ns	۱۸/۰ ns
باکتری × تنش خشکی	۲	۵۳/۳*	۲۳/۲۹**	۰۹/۱۶۵۰**	۹۱/۱ ns	۲/۳**
کادمیم × تنش خشکی	۶	۷۷/۰ ns	۵۷/۱۵**	۴۱/۱۱۸۶**	۶۲/۰ ns	۸۳/۰ **
باکتری × کادمیم × تنش خشکی	۶	۲۵/۰ ns	۰۳/۱۰**	۶۰/۱۳۴۶**	۷۰/۶ **	۰۱/۱ **
خطا	۴۸	۷۲/۰	۲	۵۷/۱۷۳	۷۳/۰	۱۶/۰
کل	۷۱	...	...	...	...	...

همانطور که شرح داده شد کاربرد باکتری سبب کاهش ۸/۱۷ درصدی جذب کل کادمیم به‌وسیله اندام هوایی ذرت و همچنین کاهش ۳/۷ درصدی کادمیم خاک شده است که نشان می‌دهد باکتری کادمیم را یا در اندام‌های خود و یا در ریشه گیاه تجمع داده و یا اینکه باکتری سبب شده که کادمیم خاک در شکل های شیمیایی با قابلیت جذب کمتر قرار گیرد زیرا تغییر در شکل شیمیایی ممکن است بر جذب گیاهی و کاهش یا افزایش سمیت فلز تأثیر بگذارد (خان، ۲۰۰۵). مایه زنی باکتری مورد مطالعه در سطوح بالای آلودگی نمی‌تواند روش چندان مؤثری برای کاهش آلودگی خاک باشد زیرا با تجزیه و پوسیده شدن ریشه ها در خاک، کادمیم استخراج شده مجدداً به خاک برمی‌گردد اما می‌تواند روش خوبی برای کاهش آلودگی محصول باشد.

منابع

Alloway B.J. ۱۹۹۵. Cadmium. In: Heavy Metal in Soils. B.J. Alloway (ed.) ۲nd ed. Blackie Academic and Professional, London. Pp: ۱۲۲-۱۵۱.

Alvarez M.I., Sueldo R.J. and Barassi C.A. ۱۹۹۶. Effect of Azospirillum on coleoptile growth in wheat seedlings under water stress. Cereal Research Communications. ۲۴: ۱۰۱-۱۰۷.

Azizian A., Amin S., Noshadi M., Maftoun M. and Emam Y. ۲۰۱۱. Phytoremediation potential of corn and oat for increased levels of soil cadmium under different irrigation intervals. Iran Agricultural Research. ۳۰: ۴۷-۶۰.

Gavrilescu M. ۲۰۰۴. Removal of heavy metals from the environment by biosorption. Engineering in Life Sciences. ۴(۳): ۲۱۹-۲۳۲.

Idris R., Trifonova R., Puschenreiter M., Wenzel W.W. and Sessitsch A. ۲۰۰۴. Bacterial communities associated with flowering plants of the Ni hyperaccumulator Thlaspi goesingense. Applied and Environmental Microbiology. ۷۰: ۲۶۶۷-۲۶۷۷.

Karami A. and Shamsuddin Z.H. ۲۰۱۰. Phytoremediation of heavy metals with several efficiency enhancer methods. African Journal of Biotechnology. ۹: ۳۶۸۹-۳۶۹۸.

Khan A.G. ۲۰۰۵. Role of soil microbes in the rhizospheres of plants growing on trace metal contaminated soils in phytoremediation. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. ۱۸: ۳۵۵-۳۶۴.

Lindsay W.L., and Norvell W.A. ۱۹۷۸. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of America Journal. ۴۲: ۴۲۱-۴۲۸.

Malekzadeh E., Alikhani H.A., Savaghebi Firoozabadi G.R. and Zarei M. ۲۰۱۲. Bioremediation of cadmium-contaminated soil through cultivation of maize inoculated with plant growth-promoting rhizobacteria. Bioremediation Journal. ۱۶(۴): ۲۰۴-۲۱۱.

Marchiol L., Sacco P., Assolari S. and Zebri G. ۲۰۰۴. Reclamation of polluted soil: phytoremediation potential of crop-related Brassica species. Water, Air, and Soil Pollution. ۱۵۸: ۳۴۵-۳۵۶.

Abstract

Contamination of agricultural soils with heavy metals such as cadmium (Cd) is one of the most important environmental issues. Bio-remediation methods are more economical and cause less damage to the nature. So it is necessary to choose strains and/or appropriate plants with the ability to uptake toxic metal and has high biomass. A greenhouse experiment was conducted with a ۲×۴×۳ factorial arranged design with three replications. Treatments consisted of two levels of bacteria (with and without inoculation), four levels of Cd (۵, ۱۰, ۲۰, and ۴۰ mg kg^{-1}), and three levels of drought stress (without stress, ۸۰, and ۶۵% of field capacity). Inoculation of bacteria increased dry weight of corn shoots but Cd uptake and its concentration reduced in aerial parts. Drought stress caused a reduction in shoot dry weight and total uptake of Cd. Increasing Cd levels caused a reduction in corn dry weight, but increased Cd concentration in the soil and its concentration and uptake by the plant.

برهمکنش باکتری‌های محرک رشد با لیگاند EDTA بر برخی خواص رویشی گیاه ذرت در یک خاک آلوده به فلزات سنگین

حمیده نعمتی [۱]، محسن حمیدپور [۲]، پیمان عباس زاده دهجی [۳]، حمیدرضا روستا [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه ولیعصر(عج) رفسنجان، ۲-دانشیار عضو هیئت علمی دانشگاه ولیعصر (عج)رفسنجان، ۳-استادیار عضو هیئت علمی دانشگاه ولیعصر(عج) رفسنجان

چکیده
در این پژوهش اثر باکتری‌های محرک رشد و لیگاند EDTA برخواص رویشی گیاه ذرت در یک خاک آلوده به عناصر سنگین، در آزمایشی درقالب طرح کاملاً تصادفی با ۳تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل باکتری‌های محرک رشد در ۴ سطح (عدم تلقیح و تلقیح با سودوموناس‌های فلورسنت جدایه‌های P۱۸، P۱۵ و P۱۹) و تیمار لیگاند EDTA در ۳ سطح (۰ و ۵/۱ و ۳ میلی مولار) بود. پس از کشت گیاه در گلدان‌ها و تلقیح باکتری صورت گرفت. بعد ازگذشت ۴۵ روز تیمار لیگاند نیز اضافه و گیاه پس از مدت ۶۰ روز برداشت شد. نتایج نشان داد در تیمارهای حاوی باکتری $P_{۱۹}$، کاربرد کلات در هر دو سطح باعث افزایش معنی دار وزن خشک اندام هوایی گیاه نسبت به شاهد گردید. ولی در سایر تیمارها، افزودن کلات در سطح ۵/۱ میلی‌مولار باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی شد.

واژه های کلیدی: گیاه پالایی، باکتری محرک رشد، لیگاند آلی

مقدمه
آلودگی خاک به فلزات سنگین طی دهه‌های اخیر رو به افزایش بوده و در حال حاضر تقریباً ده درصد از خاک‌های کره زمین آلوده به فلزات سنگین می‌باشد (Eijsackers, ۲۰۱۰). ورود فلزات سنگین به محیط زیست و چرخه غذایی به دلیل سمیت و اثرات زیانبار که به سلامتی بشر می‌نهد، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. مقادیر بیش از حد طبیعی فلزات سنگین درخاک به دلیل جذب توسط گیاهان و ورود به زنجیره‌ی غذایی، آلودگی به شمار می‌رود که می‌توانند به گیاهان و استفاده‌کنندگان آنها صدمه بزنند (Shaw, ۱۹۸۹).
گیاه پالایی [۴۶] یکی از روش‌های زیست پالایی خاک است که در دهه‌های اخیر به آن توجه زیادی شده است. گیاه پالایی به کاربرد گیاهان به تنهایی و یا به همراه میکروب‌های خاک برای تجزیه، نگه‌داری و یا تثبیت آلاینده‌های گوناگون موجود در منطقه اطلاق می‌شود (خداوردی لو و همایی، ۱۳۸۶). گیاه پالایی به عنوان یک روش مورد قبول برای جابجایی و یا غیر فعال کردن فلزات در خاک‌های آلوده توصیه می‌شود. کارایی گیاهان استفاده شده در این روش در صورت همزیستی با میکروارگانیسم های مفید خاکزی می‌تواند تشدید شود (Gohre and Paszkowski, ۲۰۰۶).
باکتری‌های محرک رشد گیاه، جذب عناصر غذایی برای رشد گیاه را از طریق مکانیسم‌های متعددی نظیر تثبیت زیستی نیتروژن، تولید هورمون‌های گیاهی، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، سیدروفورها، آنتی بیوتیک‌ها، تولید آنزیم Acc- دآمیناز و ممانعت از تولید اتیلن تنشی و انحلال فسفات‌های آلی و معدنی افزایش می‌دهند (Khan et al., ۲۰۰۸)؛ بنابراین میکروارگانیسم‌های ریزوسفری از طریق مکانیسم‌های مستقیم و غیرمستقیم می‌توانند زیست توده گیاهی و تحمل گیاهان را به فلزات سنگین افزایش دهند (Glick, ۲۰۰۳). کلات EDTA یکی از موثرترین کلات‌کننده هایی است که در گیاه پالایی استفاده می شود. کارایی گیاهان در این روش در صورت همزیستی با میکروارگانیسم های مفید خاکزی می تواند افزایش یابد(Sudova and Vosatka,۲۰۰۷)
با وجود اینکه تحقیقات متعددی درمورد پالایش خاک های آلوده به عناصر سنگین توسط گیاهان مختلف و همچنین اثر باکتری های محرک رشد گیاه بر گیاه پالایی انجام پذیرفته، اطلاعات کمی درباره برهمکنش عوامل کلات کننده و باکتری‌های محرک رشد بر خواص رویشی گیاه در خاکهای آلوده وجود دارد. لذا، هدف از این پژوهش بررسی نقش باکتری‌های محرک رشد و لیگاند آلی EDTA بر خواص رویشی گیاه ذرت یک خاک آلوده به عناصر سنگین بود.

[۴۶] **Phytoremediation**

مواد و روش‌ها

این آزمایش در محیط گلخانه و در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل، باکتری‌های محرک رشد گیاه در ۴ سطح (عدم تلقیح و تلقیح با سودوموناس‌های فلورسنت جدایه‌های P۱۸، P۱۵ و P۱۹) و تیمار لیگاند EDTA در ۳ سطح (۰ و ۵/۱ و ۳ میلی مولار) استفاده شد. پس از تهیه یک خاک آلوده به فلزات سنگین کادمیم، سرب و روی از اطراف کارخانه روی زنجان، نمونه‌های یک کیلوگرمی از خاک آماده شد و به گلدان‌ها منتقل گردید. در هر گلدان تعداد ۵ عدد بذر گیاه کشت شد و تلقیح باکتری های محرک رشد به گلدان‌ها هنگام کاشت با جمعیت 10^8 سلول به ازای هر بذر صورت گرفت. بعد از چند برگی شدن گیاه، بوته‌های اضافی در هر گلدان حذف گردید، ۳ بوته در هر گلدان نگهداری شد. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر به صورت روزانه و بر اساس ۸۰ درصد ظرفیت زراعی انجام گردید. تیمار لیگاند آلی EDTA پس از استقرار کامل گیاه پس از ۴۵ روز از کشت گیاه به صورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه گردید. گیاهان پس ازگذشت ۶۰ روز برداشت شدند و پس ازاتمام دوره رشد،'گیاهان ازسطح خاک قطع شده و سپس شاخص‌های رویشی شامل وزن خشک اندام هوایی و ریشه، ارتفاع اندام هوایی و شاخص سبزینگی (SPAD) اندازه‌گیری شد.

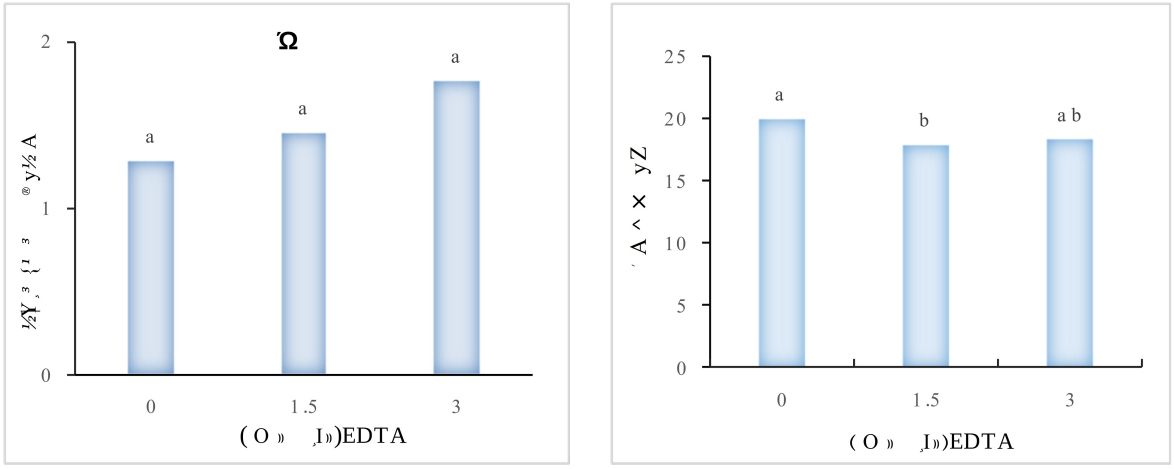
داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS ۹.۱ مورد تجزیه وتحلیل قرارگرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد(P ۰.۰۵) انجام شد.

نتایج و بحث

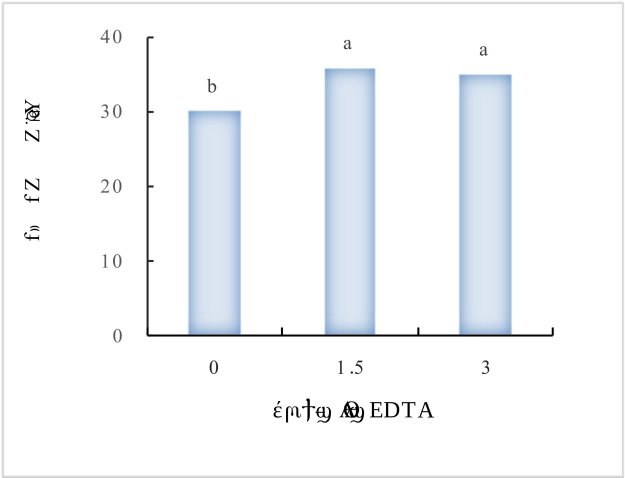
بر اساس نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس تیمارهای کلات و باکتری تاثیر معنی‌داری روی صفات وزن خشک ریشه و شاخص سبزینگی (SPAD) نداشت. همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمار کلات وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع را تحت تأثیر قرار داد. برهمکنش باکتری وکلات تنها بر وزن خشک اندام هوایی مؤثر بود.

همانطور که نتایج نشان داد تیمار کلات اثر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه و شاخص سبزینگی نداشت اما این تیمار به طور غیر معنی دار شاخص سبزینگی را نسبت به شاهد (سطح صفرکلات) کاهش (شکل ۱-الف) و وزن خشک ریشه را نسبت به شاهد افزایش (شکل ۱-ب) داد.

نتایج مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن نشان داد، با کاربرد این کلات میزان ارتفاع نسبت به حالت شاهد افزایش یافت اما سطوح مختلف این کلات تفاوتی با یکدیگر نداشتند (شکل ۱-الف).



بر (الف) شاخص سبزینگی گیاه و (ب) وزن خشک ریشه در گیاه ذرت EDTA شکل ۱- مقایسه میانگین سطوح مختلف کلات



برارتفاع در گیاه ذرت EDTA شکل ۲- مقایسه میانگین سطوح مختلف کلات

بر اساس نتایج تجزیه واریانس بر همکنش تیمار باکتری وکلات EDTA بر وزن خشک اندام هـوایی معنی‌دار گردیـد. همـان‌گونه کـه نتایج درجدول ۱ نشان می‌دهد در تیمارهای حاوی باکتری P_{19}، کاربرد کلات در هـر دو سـطح بـاعث افزایـش معنـی دار وزن خشـک اندام هوایی گیاه نسبت به شاهد گردید. ولی در سایر تیمارها، افزودن کلات در سطح ۵/۱ میلی‌مولار باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی شد و بیشترین وزن خشک نسبت به شاهد در این سطح از کلات بـود. احتمـالاً کـاربرد کلات در سـطح ۵/۱ میلی‌مـولار بـاعث افزایش قابلیت دسترسی عناصر کـم مصـرف بـرای گیـاه و افزایـش وزن خشـک شـده اسـت در صـورتی کـه کـاربرد کلات درسـطح ۳ میلی‌مولار همانند شاهد (سطح صفر کلات) باعث افزیش قابلیت دسترسی عناصر سنگین وکـاهش وزن خشـک انـدام هـوایی شـده است.

جدول۱: مقایسه میانگین برهمکنش باکتری‌های محرک رشد و کلات بر وزن خشک اندام هوایی گیاه (میلی گرم درگلدان)

	کلات EDTA (میلی مولار)		
باکتری	۰	۵/۱	۳
P.	^{b}۰۶/۲	^{a}۰۷/۳	^{b}۸۸/۱
P۱۵	^{ab}۳۶/۲	^{a}۰۸/۳	^{ab}۵۲/۲
P۱۸	^{b}۹۹/۱	^{a}۰۱/۳	^{b}۹۸/۱
P۱۹	^{b}۹۴/۱	^{ab}۳۲/۲	^{a}۹۲/۲

.میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک، فاقد تفاوت معنی‌دار می باشند

منابع

خداوردی لـو، ح. و همـایی، م. ۱۳۸۶. مـدل سـازی پـالایش سـبز خاک‌هـای آلـوده بـه سـرب و کـادمیم. مجلـه علـوم وفنـون و منـابع طبیعی،جلدیازده، شماره ۴۲، صفحه ۴۱۷ تا ۴۲۶

Eijsackers H. ۲۰۱۰. Earthworms as colonisers: Primary colonisation of contaminated land, and sediment and soil waste deposits. Sci. Total Environ. ۴۰۸: ۱۷۵۹-۱۷۶۹.

Shaw A.J. ۱۹۸۹. *Heavy Metal Tolerance in Plants*: Evolutionary Aspecta. CRC Press. Inc. Florida.

Glick B.R. ۲۰۰۳. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment. Biotechnology Advances. ۲۱: ۳۸۳-۳۹۳.

Khan M.S., Zaidi A., Wain P.A. and Oves M. ۲۰۰۸. Role of plant growth promoting rhizobacteria in the remediation of metal contaminated soils. Environ. Chem. Lett. ۷: ۱-۱۹.

Gohre V. and Paszkowski U. ۲۰۰۶. Contribution of the arbuscularmycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation. Planta. ۲۲۳: ۱۱۱۵-۱۱۲۲.

Sudova, R. and Vosatka, M. (۲۰۰۷) Differences in the effects of three *arbuscularmycorrhiza* fungal strains on P and Pb accumulation by maize plants. Plant and Soil ۲۹۶: ۷۷- ۸۳

Abstrac

Heavy metal pollution of soil is a significant environmental problem and has its negative impact on human health and agriculture. In order to investigate the effectiveness of EDTA (chelating agent) and PGPR bacteria on some growth parameters of corn in a multi-element polluted soil, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized basic design with two factors of EDTA at ۳ concentrations (۰, ۱.۵ and ۳ mM) and PGPR bacteria isolates at ۴ levels (P۰ (control), P۱۵, P۱۸ and P۱۹) with three replications. Results indicated that in the presence of P۱۹ isolate, EDTA in both levels of ۱.۵ and ۳ mM increased increase in dry weight of shoots. While, in the presence of P۱۸ and P ۹ isolates, only concentration of ۱.۵ mM increased shoot dry weight.

بررسی آلودگی خاک اطراف نیروگاه شهید منتظری اصفهان جهت کاربری آن در کشاورزی

حمیدرضا رحمانی
استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان،

موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران

چکیده
تحقیق حاضر در اراضی اطراف نیروگاه شهید محمد منتظری در سال ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. تعداد ۶۷ نمونه خاک از محدوده مورد مطالعه با مشخصات جغرافیایی مشخص از منطقه یا محدوده مورد بررسی برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. نتایج نشان داد میانگین غلظت قابل جذب عناصر غذایی مس، روی، منگنز و آهن نسبت به حد بحرانی (به استثنای روی) کمتر است و تا حد بحرانی، اضافه شدن این عناصر به خاک جهت کاربرد کشاورزی محدودیتی ندارد.غلظت کل عناصر سنگین مس، روی، منگنز، نیکل، کبالت، کروم و سرب زیر حدود بحرانی این عناصر در خاک بود و محدودیتی نداشت اما غلظت کل عنصر کادمیم فراتر از حد بحرانی آن بود و غلظت آن در خاک های مورد بررسی آلوده کننده بود.

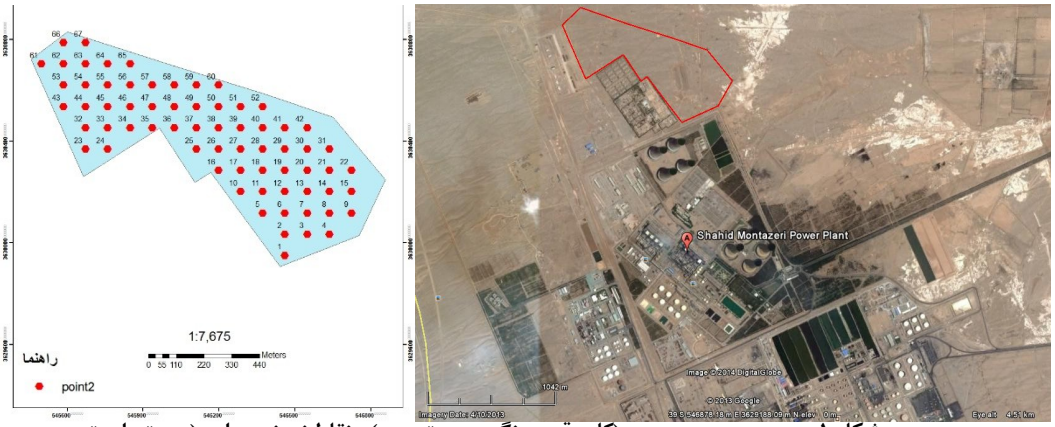
کلمات کلیدی: آلودگی خاک، حد بحرانی، غلظت قابل جذب، غلظت کل و عناصر سنگین.

مقدمه
تخلیه مواد زائد در خاك و استفاده از آب و فاضلاب تصفیه نشده سطحی، از منابع اصلی آلودگی خاك به شمار می آیند. علاوه بر آن زباله های صنعتی نیزکه اغلب بصورت مایع و جامد بوده و دارای خواص اکسید کننده، انفجاری، قابل اشتعال،محرك کننده، سمی ، سر طانزا، خورنده و عفونت زا می باشند سبب آلودگی خاکی میگردند(حسینیان، ۱۳۷۵ و دبیری، ۱۳۷۵).
آلودگی حاصل از فعالیت مراکز صنعتی ومعدنی می تواند بسیار گسترده و خطرناك باشد. این مراکز در آلودگی محیط زیست توسط مواد زائد جامد مؤثرند. پخش آلودگی توسط این صنایع به فاکتورهای توپوگرافی و اقلیم بستگی دارد و معمولاً در یك تا دو کیلومتری از منبع شدید و با فاصله حدود ۲۰ کیلومتری از آن به غلظت زمینه (غلظتی از عنصر که مربوط به مواد مادری بوده و آلاینده ها در آن نقشی ندارند) می‌رسد(رحمانی، ۱۳۷۴).
میزان فلزات سنگین خاك بدلیل ورود انواع پس مانده‌های صنعتی و ضایعات کارخانجات رو به افزایش است(دیوور، ۱۹۹۰ و چنی و همکاران، ۱۹۸۷). سالیانه حدود ۳۸۰۰۰ تن کادمیم و تقریباً یك میلیون تن سرب به خاکهای جهان اضافه می شودکه مقادیر زیادی از آنها مربوط به غبارهای جوی، پراکنش خاکسترها و ضایعات شهری است و غلظتهای کم آن مربوط به مصرف کودهای شیمیایی و لجن فاضلاب است (نری آگو و پسینا، ۱۹۸۷). آلاینده‌های اصلی حاصل از خروجی صنایع، SO_2 برابر ۱۳۷۷ تن در سال ، فلزات (مجموع ذرات) ۴۱۹۰۰ کیلوگرم در سال بوده که سهم عنصر سرب برابر ۱۳۰۰۰ کیلوگرم در سال بوده است (ولف گنگ، ۱۹۹۵).
در روسیه طی بیش از ۵۵ سال گذشته مقادیر عظیمی از سولفور دی اکسید و عناصر سنگین حاصل از ذوب کننده‌ها سبب اثرات مخربی هم بر خاك وهم بر گیاهان شده است. این خسارت بزرگ در طولی بیش از ۱۰ کیلومتر از ذوب کننده اتفاق افتاده و کل سطح مؤثر بوسیله آلودگی حاصل از فرونشست ذرات و گازها در حدود ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع برآورده شده است(کریوچکو، ۱۹۹۳). اثرات قابل مشاهده این آلودگی بر گیاهان تا فاصله ۸۰ کیلومترثبت شده و ردیابی آن تا فاصله ۲۰۰ کیلومتری از ذوب کننده انجام شده است (دروم، ۱۹۸۳). در این منطقه غلظتهای عناصر سنگین در برگ گیاهان صنوبر، انواع کاج، درختچه‌ها و درخت غان گزارش شده است(کوزلاو و همکاران، ۱۹۹۴).
آلودگی گیاهان طبیعی، سبزیجات و خاکهای اطراف معادن، ذوب کننده‌های معدنی ودیگر صنایع به عناصر سنگین بویژه در کشورهای توسعه یافته توسط محققین بسیاری گزارش شده است. اگرچه گزارشات شبیه از مناطق حاره‌ای و برخی کشورها از جمله نیجریه کم است (کوزلاو و همکاران، ۱۹۹۴). در تحقیقی که در اطراف صنایع در کشور نیجریه انجام شد مشخص گردید غلظت عناصر سنگین با فاصله از منبع آلاینده کاهش یافته و مقادیر قابل توجه از این عناصر در محصولات و گیاهان در اثر فرونشست ذرات معلق تجمع پیدا کرده است.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی غلظت عناصر سنگین در خاک محدوده اطراف نیروگاه شهید منتظری اصفهان در اثر فرو نشست ذرات آلاینده در خاک اطراف و مقایسه غلظت عناصر سنگین در خاك با حدود مجاز و بررسی وضعیت از نظر خطر آلودگی بوده است.

موادوروش‌ها

تحقیق حاضر در اراضی اطراف نیروگاه شهید محمد منتظری در سال ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. ابتدا بازدیدهای میدانی از اطراف نیروگاه شهید محمد منتظری انجام و جهت بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و غلظت عناصر غذایی و عناصر سنگین در عمق سطحی خاک محدوده مشخص مطالعه (شکل ۱، سمت چپ) که در جهت باد غالب و در شمال شرق صنعت مورد بررسی قرار دارد، انتخاب گردید. سپس بر اساس روش شبکه بندی، منطقه به شبکه های منظم (۶۷ شبکه) تقسیم شد(شکل ۱، سمت راست) و نمونه گیری خاک در داخل هر شبکه صورت گرفت. بدین ترتیب تعداد ۶۷ نمونه خاک از محدوده مورد مطالعه با مشخصات جغرافیایی مشخص از منطقه یا محدوده مورد بررسی برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید.



شکل ۱ - محدوده مورد بررسی(کادر قرمز رنگ- سمت چپ) و نقاط نمونه برداری(سمت راست

در نمونه‌های خاك درصد اندازه ذارت، کاتیونها، آنیونها، فسفرکل، پتاسیم کل، ازت نیتراتی، ازت آمونیمی، ازت کل، درصد ماده آلی، درصد کربن آلی، درصد کربنات کلسیم، EC، pH و غلظت قابل جذب و کل عناصر سنگین Ni، Cr، Co، Pb، Mn، Fe، Cu و Cd خاک مورد اندازه گیری قرار گرفتند. غلظت قابل جذب عناصر سنگین به روش DTPA(علی احیایی، ۱۳۷۶) و (پیج و همکاران، ۱۹۸۲) و غلظت کل عناصر سنگین با استفاده از اسید نیتریك غلیظ و روش تبخیر و سپس استفاده از اسید کلریدریك یك نرمال (پیج و همکاران، ۱۹۸۲) عصاره‌گیری و اندازه‌گیری و قرائت غلظت عناصر در عصاره‌ها به روش افزایش استاندارد و با استفاده از دستگاه جذب اتمی انجام شد. بعد از بدست آمدن نتایج آزمایشگاهی تجزیه وتحلیل کلی داده ها انجام و گزارش نهایی پروژه تهیه شد.

نتایجوبحث

۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و عناصر غذایی

جدول ۱ مقادیر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد بررسی را در محدوده مورد مطالعه نشان می دهد.

جدول ۱ - دامنه مقادیر و میانگین برخی خصوصیات شیمیایی خاک های مورد بررسی

	pH	EC (dS.m)	$CaCO_3$ (%)	OC (%)	OM (%)	درصد اندازه ذرات		
						رس	سیلت	شن
کمینه	۲۱/۷	۶۳/۰	۳۰	۱۹/۰	۳۲/۰	۹	۵	۱۷
بیشینه	۸۸/۷	۲۵/۱۱	۵/۴۲	۹۷/۰	۶۴/۱	۲۱	۴۷	۸۶
میانگین	۶۸/۷	۱۳/۲	۳۵	۴۲/۰	۷۱/۰	۳/۱۴	۳/۲۸	۴/۵۷

طبق جدول ۱، در نمونه های خاک، pH مقادیر ۲۱/۷ تا ۸۸/۷ میانگین ۲۸/۷، هدایت الکتریکی مقادیر ۶۳/۰ تا ۲۵/۱۱ میانگین ۱۳/۲ دسی زیمنس بر متر، کربنات کلسیم مقادیر ۳۰ تا ۵/۴۲ میانگین ۳۵ درصد، کربن آلی مقادیر ۱۹/۰ تا ۹۷/۰ میانگین ۴۲/۰ درصد، مواد آلی مقادیر ۳۲/۰ تا ۶۴/۰ میانگین ۷۱/۰ درصد، رس مقادیر ۹ تا ۲۱ میانگین ۳/۱۴ درصد، سیلت مقادیر ۵ تا ۴۵ میانگین ۳/۲۸ درصد، شن مقادیر ۱۷ تا ۸۶ میانگین ۴/۵۷ درصد و بافت خاک سبک تا متوسط Sandy Loam تا Loam می باشد.

هدایت الکتریکی خاکها با توجه به میزان متوسط آن که برابر ۱۳/۲ دسی زیمنس بر متر است از نظر کاربرد در کشاورزی از نظر آیرز و وستکات(۱۹۸۵) دارای محدودیت کم تا متوسط است و نیاز به مدیریت زراعی جهت کشت و کار دارد. از نظر pH خاک ها در حد معمول بوده و محدودیتی برای کشت و کار ندارند. همچنین از نظر مواد آلی خاک ها دارای میانگین ماده آلی زیر ۱ درصد بوده که به این ترتیب میزان آن کم بوده و از این نظر فقیر می باشند. لذا برای کشت و کار با این خاک ها نیاز به تامین مواد آلی و عناصر غذایی دارند.

بافت خاک ها از سبک تا متوسط بوده و برای محصولات کشاورزی که بافت سبک تا متوسط را می پسندند مناسب است. اگر چه برای حفظ نگهداری آب و مواد غذایی نیازمند مدیریت زراعی است.

۲- غلظت عناصر سنگین خاک محدوده مورد بررسی

۲-۱- غلظت قابل جذب عناصر سنگین خاک

جدول ۲- دامنه مقادیر و میانگین غلظت قابل جذب عناصر سنگین در خاک های مورد بررسی

	مس قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب	کادمیم قابل جذب	سرب قابل جذب	نیکل قابل جذب	کروم قابل جذب	کبالت قابل جذب
کمینه	۵۴/۰	۴۰/۰	۸۲/۰	۶۴/۱	۰۲/۰	۷۲/۰	۲۰/۰	۰۲/۰	۰۲/۰
بیشینه	۹۶/۱	۳۴/۴	۷۶/۱۰	۵۴/۷	۲۰/۰	۲۶/۲	۳۸/۱	۷۴/۰	۸۰/۱
میانگین	۸۴/۰	۴۱/۱	۵۲/۲	۴۵/۴	۰۷۵/۰	۴۹/۱	۵۸/۰	۰۹۴/۰	۲۶۸/۰
حد بحرانی	۱	۱	۵	۶/۴	-	-	-	-	-

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۲ می توان گفت میانگین غلظت قابل جذب عناصر غذایی مس، روی، منگنز و آهن نسبت به حد بحرانی باستثنای روی کمتر است و تا حد بحرانی اضافه شدن این عناصر به خاک جهت کاربرد کشاورزی محدودیتی ندارد. اما میانگین غلظت قابل جذب عنصر غذایی روی از حد بحرانی آن در خاک بالاتر است و برای استفاده از این محدوده برای کشاورزی نیازی به اضافه سازی عنصر روی نیست.

۲-۲- غلظت کل عناصر سنگین خاک

جدول ۳ دامنه مقادیر و میانگین غلظت کل عناصر سنگین خاک های مورد بررسی را نشان می دهد. طبق جدول ۳ میانگین غلظت کل عناصر سنگین مس، روی، منگنز، نیکل و کبالت در دامنه غلظت معمول قرار دارد و میانگین غلظت کل عناصر سنگین کادمیم و سرب فراتر از حد معمول بوده و فقط غلظت عنصر کادمیم خاک در دامنه بحرانی قرار دارد. همچنین میانگین غلظت کل عنصر کروم کمتر از حد بحرانی آن است.

در مجموع غلظت کل عناصر مس، روی، منگنز، نیکل، کبالت، کروم و سرب زیر حدود بحرانی این عناصر بوده و محدودیتی ندارند اما غلظت کل عنصر کادمیم فراتر از حد بحرانی آن است و غلظت آن در خاک های مورد بررسی آلوده کننده است.

جدول ۳ - دامنه مقادیر و میانگین غلظت کل عناصر سنگین (میکروگرم در گرم) خاک های مورد بررسی

	مس کل	روی کل	منگنز کل	آهن کل	کادمیم کل	سرب کل	نیکل کل	کروم کل	کبالت کل
کمینه	۵/۸	۵/۴۱	۲۹۱	۹۳۰۰	۵/۳	۵/۲۶	۳۸	۱۲	۱۰
بیشینه	۵/۳۸	۵/۳۴۹	۴۰۲	۲۲۸۰۰	۵/۶	۵/۶۱	۵/۷۵	۵/۳۲	۱۸
میانگین	۶۷/۱۴	۷۶/۹۵	۸۴/۳۳۶	۱۶۰۰۵	۷۶/۴	۸۷/۴۲	۵۱/۵۴	۷۹/۲۰	۸۷/۱۲
حد معمول*	۲۵ - ۲	۱۰۰-۱۰	۴۰۰-۱۰۰	-	۲-۰۱/۰	۲۰-۲	۷۵۰-۲	-	۴۰-۱
حد بحرانی*	۱۲۵-۶۰	۴۰۰-۷۰	-	-	۸-۳	۴۰۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰-۷۵	-

نتیجه گیری

۱ -میانگین غلظت قابل جذب عناصر غذایی مس، روی، منگنز و آهن نسبت به حد بحرانی (باستثنای روی) کمتر است و تا حد بحرانی، اضافه شدن این عناصر به خاک جهت کاربرد کشاورزی محدودیتی ندارد. اما میانگین غلظت قابل جذب عنصر غذایی روی از حد بحرانی آن در خاک بالاتر است و برای استفاده از این خاک ها برای کشاورزی نیازی به اضافه سازی عنصر روی نیست.

۲ - غلظت کل عناصر مس، روی، منگنز، نیکل، کبالت، کروم و سرب زیر حدود بحرانی این عناصر در خاک بوده و محدودیتی ندارند اما غلظت کل عنصر کادمیم فراتر از حد بحرانی آن است و غلظت آن در خاک های مورد بررسی آلوده کننده است.

منابع

- حسینیان . م، ۱۳۷۵، اصول طراحی تصفیه خانه های فاضلاب شهری و پساب صنعتی شهر یزد .
- دبیری . م ، ۱۳۷۵ ، آلودگی محیط زیست ، نشر اتحاد .
- رحمانی . ح. ر ، ۱۳۷۴ ، آلودگی خاك توسط عنصر سرب حاصل از وسائط نقلیه در محدوده برخی از بزرگراههای ایران ، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان .
- Allaway .B.J.۱۹۹۰. Heavy metals in soils: Lead ,Blackie and sonltd,Glassgow, London , pp .۱۷۷-۱۹۶.
-Ayers, R. S and D. W. Westcont. ۱۹۸۵. Water quality for agriculture, Rev. ۱. FAO, Rome, pp. ۱۷۴.
- Chaney. R.L.,JF.Bruins, D.E.Baker, J.E.Smith and D.Col..۱۹۸۷. Transfer of Sludge-applied Trace Elements to the food Chain.PP.۶۷-۹۳.In: AL.Page,T. Logan and J.Ryan. Land Application of Sludge.۹ th ed.,Lewis publishers ,Chelsea ,MI.
- De Temmerman , L.O.,H.Hoeing and P.O.Scokart .۱۹۸۴. Determination of normal levels and upper limit values of trace elements in soils. Z.Pflanzen.Bodenk.۱۴۷:۶۸۷-۶۹۴.
-Guidance manual G . Stuart Pettygrove - Tarahi ASA No , Irrigation with reclaimed municipal waste water , Prepared by : Department of Land Air and Water Resources University of California Davis .
-Kozlov, M.V, E.Haukioja, A.V.Bakhtiarov and D.N. Stroganov.۱۹۹۵. Heavy metals in birch leaves around a Nichel - Copper Smelter at Monchegorsk, Northwestern. Russia, Environmental Pollution, Vol. ۹۰, No.۳, PP.۲۹۱-۲۹۹.
- Kryuchkov, V.V. ۱۹۹۳. Degradation of ecosystems around the Severonikel smelter complex. In Aerial Pollution in Kola Peninsula, ed. M.V. Kozlov ,E.Haukioja & V.T. Yarmishko, Proc Int . Wkshop, ۱۴-۱۶ April ۱۹۹۲, St petersburg, PP.۳۵-۴۶,Apatity.
- Nriagu, J.O.and J.M. Pacyna. ۱۹۸۸. Quantitative assessment of world -wide contamination of air, water and soils by trace metals Nature. ۳۳۳:۱۳۴-۱۳۹.
- Pendias . A. K , and H. Pendias .۱۹۹۲ . Trace elements in soils and plants : V. Lead , ۲nd ed . Boca Raton Arbor , London , p . ۱۸۷-۱۹۸.
- Wolfgang . B.R. ۱۹۹۵ . Metal accumulation in arthropods near a Lead.Zinc smelter in arnoldstein, Austria, Environmental Pollution , Vol . ۹۰, No.۲, PP. ۲۲۱-۲۳۷.

Abstract

The current research in the area around the Shahid Mohammad Montazeri industry was conducted in ۱۳۹۳. ۶۷ soil samples from the study area was taken and transported to the laboratory. The results showed that the average concentration of availableconcentration of copper, zinc, manganese and iron was less than to the critical level (except zinc) and addition of these elements to the soil for agricultural use is not restricted. The total concentration of heavy metals copper, zinc, manganese, nickel, cobalt, chromium, and lead was less critical level and did not any limitation in the soil. But total concentration of cadmium was above the critical level and its concentration in the soil was contaminated.

تاثیر بایوچار های تولید شده از خرده چوب نراد و کاه برنج بر نیتروژن کل خاک

حامد خانلری [۱]، مهدی قاجار سپانلو [۲]، فردین صادق زاده [۳]، سید مصطفی عمادی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۳- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده
هدف از این تحقیق بررسی اثرات بایوچارهای خرده چوب نراد و کاه برنج تولید شده در دو دمای ۳۵۰ و ۶۰۰ درجه سانتیگراد به دو صورت اسید شویی شده و اسید شویی نشده در سه سطح ۰، ۵/۲ و ۵ (g/kg) بایوچار به خاک است. بدین منظور تیمارها به مدت ۳ ماه در شرایط رطوبتی ظرفیت مزرعه و دمای متوسط ۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. این آزمایش بصورت فاکتوربل در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد تیمارهای مختلف بایوچار نتایج مختلفی داشت بطوریکه بیشترین مقدار نیتروژن در تیمار بایوچار چوب نراد ۳۵۰ درجه سانتیگراد اسید شویی شده با سطح کاربرد ۵ (g/kg) با ۴۰ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد و کمترین مقدار در تیمار بایوچار کاه برنج ۳۵۰ درجه سانتیگراد با سطح کاربرد ۵ (g/kg) است که ۴/۵۲ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد، که دلیل این تفاوت‌ها می تواند به علت اختلاف در مقادیر و اشکال متفاوت نیتروژن موجود در بایوچارهای مختلف باشد.

واژه های کلیدی: بایوچار، خرده چوب نراد، کاه برنج، نیتروژن، خاک

مقدمه
بایوچار اصطلاحی است برای موادی با زنجیره کربنی که از تجزیه گرمایی (سوختن بدون حضور اکسیژن) در دماهای نسبتا پایین (کمتر از ۷۰۰ درجه سانتیگراد) بایومس گیاهی تولید شده اند، با توجه به شرایط تولید و خصوصیات مواد اولیه، خصوصیات شیمیایی و فیزیکی بایوچار تغییر می‌یابد. با توجه به خواص ذاتی بایوچار، برای ذخیره نمودن کربن بصورت پایدار و بهبود خصوصیات خاک می‌تواند به خاک اضافه شود (Titrici et al, ۲۰۰۷ [a, b]; Verheijen et al, ۲۰۱۰) افزودن بایوچار به خاک فرایند های تغییر شکل و نگهداری کربن و نیتروژن در خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Lehmann et al, ۲۰۰۹). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که بایوچار فعل و انفعالاتی مانند جذب، دفع، رسوب، انحلال و واکنش‌های اکسایش و کاهش در خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد، این تاثیرات به عوامل زیر بستگی دارد: (۱) ترکیب مواد خام به ویژه درصد کربن کل و ترکیب بخش معدنی، (۲) شرایط تهیه بایوچار، (۳) اندازه ذرات بایوچار و روش افزودن آن به خاک و (۴) خواص خاک و شرایط محیطی (Kuzyakov et al., ۲۰۰۹; Singh, B. P., Cowie, A.L., ۲۰۰۸).
نیتروژن از عناصر مهم و پرمصرف عناصر گیاه است و بعنوان یکی از شاخصه های مهم در کیفیت و مدیریت خاک شناخته می‌شود.
بررسی دو ساله اثرات بایوچارهای پوسته بادام زمینی و خرده چوب صنوبر را بر روی خاک نشان داد که کاربرد بایوچار پوسته بادام زمینی توانسته است مقدار نیتروژن خاک را افزایش دهد در حالیکه کاربرد بایوچار خرده چوب صنوبر تاثیر معنی‌داری بر نیتروژن خاک نداشته است(Gaskin et al, ۲۰۱۰) . بررسی اثرات بایوچار ساقه ذرت تولید شده در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد در دو سطح ۵ و ۱۰ تن بر هکتار نشان داد که کاربرد بایوچار ساقه ذرت نیتروژن کل خاک را به میزان قابل توجهی افزایش داده است بطوریکه تیمار ۱۰ تن بر هکتار بایوچار بیشترین افزایش را نشان داده است (Nigussie, A., et al, ۲۰۱۲).
کاربرد بایوچار در خاکهای دارای pH اسیدی به کرات مطالعه شده و اثرات مفید آن گزارش شد (Van Zwieten et al, ۲۰۱۰) ولی اثرات بایوچار بر خاکهای خنثی و قلیایی چندان مطالعه نشده است و اطلاعاتی کمی از اثرات کاربرد بایوچار بر نیتروژن خاک در خاکهای دارای pHخنثی و قلیایی در دسترس است. از اینرو و باتوجه به اینکه اغلب خاکهای مازندران pH خنثی تا قلیایی دارند این تحقیق با هدف بررسی اثرات بایوچارهای مختلف بر روی نیتروژن خاکهای خنثی تا قلیایی بر روی یک خاک خنثی با بافت رسی از منطقه ساری انجام گردید.

مواد و روش‌ها
این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کاملا تصادفی با تیمارهای بایوچار چوب نراد و کاه برنج تولید شده در دو دمای ۳۵۰ و ۶۰۰ درجه سانتیگراد به دو صورت اسید شویی شده و اسید شویی نشده و در سه سطح ۰، ۵/۲ و ۵ (g/kg) بایوچار به خاک و در گلدانهای ۵/۱ کیلویی بر روی یک خاک رسی تهیه شده از روستای ورکا شهرستان ساری در گلخانه‌ی خاکشناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام گردید. در این آزمایش تیمار های مختلف خاک به مدت ۳ ماه در شرایط رطوبتی ظرفیت مزرعه و دما ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد نگه داری و سپس نمونه برداری از خاک انجام شد.

بافت خاک به روش هیدرومتری(Bouyoucos, CJ., ۱۹۶۲) ، pH در گل اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع ، نیتروژن کل خاک به روش کلدال (Westerman, R. E. L. ۱۹۹۰) اندازه گیری شدند.

بمنظور تولید بایوچار خرده چوب نراد از کارگاه‌های نجاری و کاه برنج از شالیزارهای منطقه سوادکوه جمع آوری شد. مواد اولیه در آون در درجه حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شد، سپس نمونه های خرد شده از الک ۲ میلیمتری عبور داده و در کوره الکتریکی در دو دمای ۳۵۰ و ۶۰۰ درجه سانتیگراد بایوچار تهیه شد. پس از خنک شدن و رسیدن به دمای محیط، نیمی از بایوچارهای تولید شده با اسید کلریدریک ۰۱/۰ مولار و پس از آن با آب مقطر شسته، بایوچارهای تولید شده به تا زمان افزودن به خاک و نیز انجام آزمایشات در ظروف پلاستیکی درب دار نگهداری شد.

pH و EC نمونه‌های بایوچار در سوسپانسیونی با نسبت ۱ به ۲۰ وزنی بایوچار به آب مقطر و بعد از یک ساعت شیکر و نیتروژن کل با دستگاه کجل تک تعیین شد.

تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار statistix ۱۰ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی (HSD) و جداول و نمودار ها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شد.

جدول ۱ - برخی از خصوصیات خاک

	خاک	واحد
رس	۷۷/۵۸	درصد
شن	۴۵/۳۱	درصد
سیلت	۷۸/۹	درصد
pH	۴۷/۷	-
EC	۵/۲	(dS/m)
نیتروژن کل (N)	۱۱/۰	درصد

جدول ۲ خصوصیات تیمارهای مختلف بایوچار

بایوچار ها	pH	EC (dS/m)	نیتروژن کل (درصد)
کاه برنج ۶۰۰	۴/۱۰	۱/۷	۴۲/۰
کاه برنج ۳۵۰	۹/۷	۱۲/۴	۰/ ۵۳
کاه برنج ۶۰۰ اسید شویی شده	۵/۹	۱۹/۱	۴۹/۰
کاه برنج ۳۵۰ اسید شویی شده	۳/۷	۸/۰	۵۸/۰
چوب نراد ۶۰۰	۸/۷	۲/۰	۱/۰
چوب نراد ۳۵۰	۵/۷	۱/۰	۰۹۳/۰
چوب نراد ۶۰۰ اسید شویی	۵/۷	۰۷/۰	۱۱/۰
چوب نراد ۳۵۰ اسی	۶	۰۵/۰	۰۹/۰

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثرات متقابل چهار تیمار نوع، دمای تولید، اسید شویی و سطح کاربرد بایوچار بر نیتروژن خاک در سطح ۵ درصد معنی دار شد.

شکل ۱ مقایسه میانگین های درصد نیتروژن را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. براساس این نمودار تعدادی از تیمار ها افزایش و تعدادی کاهش در مقدار نیتروژن خاک را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. بیشترین مقدار مربوط به تیمار بایوچار چوب نراد ۳۵۰ درجه سانتیگراد اسید شویی شده با سطح کاربرد ۵ (g/kg) است که نسبت به تیمار شاهد ۴۰ درصد افزایش نشان می دهد همچنین کمترین مقدار مربوط به تیمار بایوچار کاه برنج ۳۵۰ درجه سانتیگراد با سطح کاربرد ۵ (g/kg) است که نسبت به تیمار شاهد ۴/۵۲ درصد کاهش را نشان می دهد که دلیل این تفاوت ها اختلاف در مقادیر و اشکال متفاوت نیتروژن موجود در بایوچار های مختلف است.



شکل ۱ - مقایسه میانگین اثر متقابل نوع، دمای تولید، اسید شویی و میزان کاربرد بایوچار بر میزان نیتروژن کل خاک

(چ ن)- چوب نراد، (ک ب)- کاه برنج، (۳۵۰و ۶۰۰)- ۳۵۰ و ۶۰۰ دمای تولد بایوچار برحسب درجه سانتیگراد، (اسید) اسید شویی بایوچار،

(۵/۲ و ۵) میزان کاربرد بایوچار برحسب (g/kg)

تیمار های دارای حداقل یک حرف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنادار در سطح ۵% بر اساس آزمون توکی (HSD) می‌باشد.

کاربرد بایوچار کود مرغی در یک خاک اسیدی با درصد نیتروژن کم توانسته است مقدار نیتروژن خاک را به مقدار قابل توجهی افزایش دهد(Chan et al, ۲۰۰۸). نتایج (Unger, R and Killron, R., ۲۰۱۱; Zhang et al, ۲۰۱۲) نیز نشان داده است که کاربرد بایوچار موجب افزایش قابل توجه نیتروژن خاک شده است.

منابع

Bouyoucos C.J, ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. AJ. ۵۴, ۴۶۴-۴۶۵.

Chan K. Y., Van Zwieten L., Meszaros I., Downie D and Joseph S. ۲۰۰۸. Using poultry litter biochars as soil amendments. Aust J Soil Res. ۴۶, ۴۳۷-۴۴۴.

Gaskin J. W., Speir R. A., Harris K., Das K. C., Lee R. D., Morris L. A And Fisher, D. S. ۲۰۱۰. Effect of Peanut Hull and Pine Chip Biochar on Soil Nutrients, Corn Nutrient Status, and Yield. Agro J. ۱۰۲: ۶۲۳-۶۳۳.

Nigussie A., et al. ۲۰۱۲. Effect of biochar application on soil properties and nutrient uptake of lettuces (lactuca sativa) grown in chromium polluted soils. Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci., ۱۲ (۳): ۳۶۹-۳۷۶.

Kuzyakov Y., Subbotina I., Chen H., Bogomolova I and Xu X., ۲۰۰۹. Black carbon decomposition and incorporation into microbial biomass estimated by ^{۱۴}C labeling. Soil Biol. Biochem. ۴۱, ۲۱۰-۲۱۹.

Lehmann J and Joseph S., ۲۰۰۹. Biochar for environmental management: science and technology. Earthscan.

Singh B. P and Cowie, A.L. ۲۰۰۸. A novel approach, using ^{۱۳}C natural abundance, for measuring decomposition of biochars in soil. In 'Carbon and Nutrient Management in Agriculture, Fertilizer and Lime Research Centre Workshop Proceedings'. (Eds LD Currie, LJ Yates) pp. ۵۴۹.

Titirici M. M., Thomas, A and Antonietti, M., ۲۰۰۷a. Back in the black: hydrothermal carbonization of plant material as an efficient chemical process to treat the $CO_۲$ problem. New J Chem. ۳۱, ۷۸۷ -۷۸۹.

Titirici M. M., Thomas A., Yu S. H., Muller J. O and Antonietti M. ۲۰۰۷b. A direct synthesis of mesoporous carbons with bicontinuous pore morphology from crude plant material by hydrothermal carbonization. Chem Mater. ۱۹, ۴۲۰۵-۴۲۱۲.

Unger, R and Killron, R., ۲۰۱۱. Effect of Three Different Qualities of Biochar on Selected Soil Properties. Commun Soil Sci Plant Anal. ۴۲, ۲۲۷۴-۲۲۸۳.

Van Zwieten L., Kimber S., Morris S., Chan Y. K., Downie A., Rust J., Joseph S and Cowie A. ۲۰۱۰. Effect of Biochar from slow pyrolysis of paper mill waste on agronomic performance and soil fertility. Plant Soil. ۳۲۷, ۲۳۵-۲۴۶.

Verheijen, F. G. A., Jeffery S., Bastos A.C., van der Velde M. and Diafas I. ۲۰۰۹. Biochar Application to Soils - A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions. Inest Environ Sustain, Jt Res Cent.

Westerman, R. E. L. ۱۹۹۰. Soil testing and plant analysis. SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
Zhang A., Bian R., Pan G., Cui L., Hussain Q., Li L., Zheng J., Zhang X., Han X and Yua X. ۲۰۱۱. Effects Of Biochar Amendment On Soil Quality, Crop Yield And Greenhouse Gas Emission In A Chinese Rice Paddy: A Field Study Of ۲ Consecutive Rice Growing Cycles. Field Crops Res. ۱۲۷, ۱۵۳-۱۶۰.

Abstrac

Biochar term used for materials with carbon chain from thermal decomposition (burning without oxygen) at relatively low temperatures (less than ۷۰۰ °C) have been produced biomass plant, adding Biochar effects the process of transformation and maintenance of soil carbon and nitrogen. The purpose of this study was to investigate the effects of rice straw and wood chips Biochar produced at ۳۵۰ and ۶۰۰ °C with and without acid washing at levels of ۰, ۲.۵ and ۵ (g / kg) Biochar/soil. For this purpose, treatments were hold for ۳ months in terms of field capacity and average temperature of ۲۵ °C. This test was Factorial randomized complete block design. The results showed that the use of different treatments Biochar had difference results so that the maximum amount of nitrogen in the treated acid washing wood chips Biochar ۳۵۰ °C with the use of ۵ (g / kg) with a ۴۰% increase over the control and treatment lowest Biochar ۳۵۰ °C with the use of rice straw ۵ (g / kg) that was ۴/۵۲ percent decrease compared to the control treatment, because these differences may be due to differences in the amounts and different forms of nitrogen in various Biochar.

بررسی اثر سطوح کادمیم و فسفر و برهمکنش آن ها بر رشد اسفناج

فاطمه جمالی قطب آبادی [۱]،منوچهر مفتون [۲]
۱- مدرس دانشگاه علمی و کاربردی شیراز ، ۲-استاد دانشگاه علوم و تحقیقات فارس

چکیده
جهت بررسی تأثیر کادمیم و فسفر و رشد اسفناج آزمایشی گلخانه ای به صورت فاکتوریل در غالب طرح کاملا تصادفی درسه تکرار انجام شد . تیمار های آزمایشی شامل ۵ سطح فسفر (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ میلی گرم فسفر در کیلوگرم خاک به صورت سوپر فسفات تریپل) و ۶ سطح کادمیم (صفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ ، میلی گرم به صورت سولفات کادمیم) بود . کاربرد فسفر به طور معنی داری وزن خشک و مساحت سطح برگ اسفناج را افزایش داد . کاربرد سطوح ۱۵۰ . ۲۰۰ میلی گرم فسفر بر کیلو گرم خاک باعث کاهش وزن خشک و سطح برگ اسفناج شد . با توجه به نتایج به دست آمده بر همکنش منفی بین کادمیم با فسفر بر رشد اسفناج مشاهده شد . همچنین زیادی فسفر تأثیر سوء بر رشد اسفناج داشت بنابراین مصرف متعادل کود های حاوی فسفر در مناطق الوده به کادمیم توصیه می شود .

واژه های کلیدی: اسفناج ، کادمیم ، فسفر ، برهمکنش

مقدمه
آلودگی خاک با فلزات سنگین یکی از مشکلات زیست محیطی عمده در جوامع بشری است که باعث کاهش عملکرد و کیفیت محصول و در نهایت به خطر افتادن سلامتی افراد جامعه و دیگر موجودات زنده می شود.بنابراین کاهش آلودگی خاک نقش مهمی در توسعه کشاورزی دارد(Friest,et al.,۲۰۰۶). کادمیم به علت تجمع در گیاه با سمیت زیاد برای انسان و دام و تحرک در خاک و سمیت آن در غلظت های پائین به عنوان آلاینده ای بسیار مهم شناخته می شود. (He, et al.,۲۰۰۵). دهیری و همکاران(Deheri et al.,۲۰۰۷) ذکر کردند که کادمیم باهث کاهش معنی‌داری در وزن خشک اندام هوایی اسفناج شد.درازیک و میهیلوویچ (Drazic and Mihailovic,۲۰۰۵) گزارش کردند که در گیاه سویا کاربرد شش میلی گرم کادمیم بر کیلوگرم از رشد ریشه،ساقه و برگ ها جلوگیری کرد. زائو و همکاران (Zhao et al.,۲۰۰۵) گزارش کردند که به کاربردن محلول ۱۰ میکرومولار کادمیم باعث کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک اندام هوایی و ریشه گندم نسبت به کنترل شده است و در سطح ۵۰ میکرومولار ، ۷۵ درصد کاهش گزارش شد.دهیری و همکاران (Deheri, et al.,۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد فسفر باعث کاهش غلظت کادمیم در اندام هوایی اسفناج شد بنابراین فسفر می‌تواند سمیت کادمیم را در خاک کاهش دهد.پنوار و همکاران (Panwar, et al.,۱۹۹۹) نیز نشان دادند با افزایش سطوح فسفر در خاک غلظت کادمیم در لوبیا کاهش یافت آنان بیان کردند این نتایج بر هم کنش منفی بین این دو عنصر را نشان می دهد.
جذب بیش از حد فسفر معدنی و بالارفتن غلظت آن در بافت‌های گیاهی که باعث بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی در گیاه شده متابولیسم عناصر را در درون گیاه مختل می کند و کاهش عملکرد و افت کیفیت را در پی خواهد داشت. (خاتمی، ۱۳۷۶) این آزمایش به منظور بررسی تاثیر سطوح کادمیم و فسفر و بر هم کنش آن ها بر رشد اسفناج با کاربرد سطوح بالای کادمیم(۸۰ میلی گرم کادمیم بر کیلوگرم خاک) و فسفر (۲۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم خاک) که تا کنون کمتر مورد پژوهش قرارگرفته ، انجام شد .

مواد و روش‌ها
جهت انجام این آزمایش ، خاک کافی از افق سطحی (صفر تا ۳۰سانتی متری) سری چیتگر با نام علمی (Fine-loamy,carbonatic ,thermic,Typic Calcixerpts) واقع در حومه سروستان فارس که از لحاظ میزان فراهمی فسفر کمتر از حد بحرانی بود،تهیه شد و پس از خشک کردن خاک در هوا و عبور از الک دو میلی متری،برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه از جمله بافت به روش هیدرومتری (Bouyoucos , ۱۹۶۲)ماده آلی به روش اکسایش مرطوب (Nelson and Sommers , ۱۹۹۶)،قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع به وسیله هدایت سنج الکتریکی ،پ هاش در خمیر اشباع به وسیله ی پ هاش متر ظرفیت تبادلی کاتیونی (Summer and Miller, ۱۹۹۶) و فسفر قابل استفاده (Watanabe and Olsen , ۱۹۶۵) روی کادمیم،آهن،مس و منگنز محلول در دی تی پی ا (Lindsay,Norvell,۱۹۷۸)اندازه گیری و نتایج آن در شکل ۱ نشان داده شده است.
آزمایش شامل ۶ سطح کادمیم (صفر و ۵ و ۲۰ ۱۰و ۴۰ و ۸۰ میلی گرم کادمیم در کیلوگرم خاک به صورت سولفات کادمیم Cdso۴.۸H۲o) و ۵ سطح فسفر (صفر و ۵۰و ۱۰۰و ۱۵۰و ۲۰۰ میلی گرم کادمیم در کیلوگرم خاک به صورت سوپر فسفات تریبل ۴۶%) بود.آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳۰تیمار و ۳ تکرار (۹۰گلدان)انجام گرفت.نیتروژن مورد استفاده از کود اوره تهیه شد و به دو قسمت تقسیم شد. مقداری قبل ازکشت با خاک مخلوط گردید و ما بقی اواسط فصل رشد به گلدان ها اضافه گردید.نمونه های ۴ کیلوگرمی خاک پس از مخلوط کردن با تیمارهای کودی به داخل گلدان ها ریخته شد.تعداد ۱۰ عدد بذر اسفناج[۴۷] رقم ویروفلای [۲] در عمق حدود ۱cm کاشته شد. بعد از جوانه زنی و استقرار گیاهان تعداد آن‌ها در هر گلدان به ۵بوته کاهش داده شد. در طول دوره ی رشد به مدت ۸۰روز گلدان ها توسط آب مقطر تا حدود

۴۷ ۱.Spinacia oleracea
۲ . Viroflay

۸۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه با روش توزین آبیاری شدند. ۸۰ روز پس از کشت سطح برگ اندازه گیری شد و گیاه از محل طوقه قطع و تمامی نمونه‌ها توسط آب مقطر شستشو داده شده. نمونه ها در آون در دمای ۶۵ درجه ی سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک و پس از توزین توسط آسیاب برقی پودر شد.

:جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

خصوصیات خاک	مقادیر
بافت	لوم سیلیتی
سیلت(%)	۵۲
رس(%)	۲۱
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول بار بر کیلوگرم)	۸.۲
کربنات کلسیم معادل(%)	۶۳
مواد آلی(%)	۱.۲۵
کربن الی(%)	.۶۶
پ-هاش	۷.۸
قابلیت هدایت الکتریمی(دسی زیمنس بر متر)	.۴۵
نیتروژن کل(%)	.۰۴
فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)	۷.۵
روی(میلی گرم بر کیلوگرم)	.۶۵
مس(میلی گرم بر کیلوگرم)	.۹
آهن(میلی گرم بر کیلوگرم)	۴.۹
منگنز(میلی گرم بر کیلوگرم)	۶.۳
کادمیم(میلی گرم بر کیلوگرم)	.۰۶۵

نتایج و بحث :

تاثیر کاربرد سطوح کادمیم و فسفر بر وزن خشک اندام هوایی اسفناج :

همانگونه که جدول ۲ نشان می دهد مصرف فسفر وزن خشک اندام هوایی را به طور معني‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است. با افزودن صفر، ۵۰، ۱۰۰، میلي‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک روند افزایش میانگین وزن خشک و تر افزایشی و در سطوح ۱۵۰ و ۲۰۰ میلي‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک این روند کاهشی مي‌باشد. مصرف کادمیم، میانگین وزن خشک اندام هوایی را کاهش داده است. بین سطوح کادمیم از نظر تأثیر بر وزن خشک و تر از نظر آماری اختلاف معني‌داری وجود دارد. میانگین وزن خشک سطوح ۲۰، ۴۰، ۸۰ میلي‌گرم کادمیم در کیلوگرم خاک به ترتیب از ۳۴/۱۰ به ۲۸۷/۷، ۱۷۹/۳ و ۰۱۵/۱ کاهش یافت.وزن خشک تیمار ۸۰ میلی گرم کادمیم بر کیلوگرم خاک بدون کاربرد فسفر ۱۵۷/۰ بود ولی همین سطح کادمیم با کاربرد ۱۰۰ میلی گرم فسفر بر کیلوگرم خاک ۹۰/۱ گرم وزن داشت، این افزایش وزن تأثیر فسفر را بر کاهش جذب کادمیم نشان داد.لیو و همکاران (Liu,et al.,۲۰۱۰) نشان دادند که کاربرد ۵۰ میلی گرم کادمیم در کیلوگرم خاک وزن خشک شاخساره دو رقم برنج را کاهش داد.

جدول ۲- تاثیر کاربرد سطوح کادمیم و فسفر بر وزن خشک اندام هوایی اسفناج (گرم در گلدان)

میانگین		سطوح فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم خاک) ۲۰۰		۱۵۰		۱۰۰		۵۰		۰		سطوح کادمیم (میلی گرم بر کیلوگرم خاک)
۱۰,۳۴۳	A	۱۱,۱۲	f	۱۳,۱۰	b	۱۳,۳۳	a	۱۱,۲۷۰	e	۲,۹۰۰	q	۰
۸,۸۷۳	C	۹,۰۸	k	۱۰,۳۰	h	۱۱,۸۷	d	۱۰,۸۸۳	g	۲,۲۳۳	r	۵
۹,۴۲۴	B	۱۱,۰۱	f	۱۱,۳۹	e	۱۲,۸۴	c	۱۰,۲۹۰	h	۱,۵۸۷	t	۱۰
۷,۲۸۷	D	۸,۰۰	l	۹,۵۸	j	۹,۸۹	i	۸,۰۸۷	l	۰,۸۸۰	v	۲۰
۳,۱۷۹	E	۳,۲۳	p	۴,۵۸	m	۴,۰۷	n	۳,۵۵۳	o	۰,۴۶۷	w	۴۰
۱,۰۱۵	F	۰,۲۷	x	۱,۴۲	u	۱,۹۰	s	۱,۳۳۰	u	۰,۱۵۷	x	۸۰
		۷,۱۱۸	D	۸,۳۹۴	B	۸,۹۸۳	A	۷,۵۶۹	C	۱,۳۷۱	E	میانگین

. اعدادی که در هر ردیف یا ستون یک حرف مشترک دارند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی داری ندارند**

تأثیر کاربرد سطوح کادمیم و فسفر بر مساحت سطح اسفناج :

طبق جدول ۳ مصرف فسفر میانگین مساحت سطح برگ را در تمامی سطوح نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است. بیش‌ترین میانگین مساحت سطح برگ مربوطه به تیمار ۱۰۰ میلي‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک مي‌باشد که ۴۷۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته است.اولین سطح فسفر میانگین سطح برگ را به میزان بیش از ۶/۴ برابر نسبت به شاهد افزایش داده است. بین سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ میلي‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک اختلاف معني‌داری مشاهده شد.مصرف کادمیم میانگین سطح برگ را کاهش داد.تفاوت مساحت سطح برگ بین سطوح صفر و ۵ میلي‌گرم کادمیم معني‌دار نبود ولی بین بقیه سطوح اختلاف معني‌دار مشاهده شد کمترین مساحت سطح برگ ۲/۰ سانتي‌متر مربع بود که مربوط به تیمار ۸۰ میلي‌گرم کادمیم و ۰ میلي‌گرم فسفر بود.

میانگین مساحت سطح برگ در سطوح ۴۰ و ۸۰ میلي‌گرم کادمیم نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۶۸ و ۸۷ درصد کاهش یافته است.میانگین سطح برگ تیمار ۸۰ میلی گرم کادمیم بر کیلوگرم خاک بدون فسفر ۲/۰ بود که با مصرف ۱۰۰ میلی گرم فسفر به ۳/۵ افزایش یافت.بنابراین نتیجه گرفتیم کادمیم باعث کاهش رشد اسفناج شد و بر هم کنش منفی بین فسفر و کادمیم مشاهده شد، چون مصرف فسفر اثر سوء کادمیم بر رشد اسفناج را کاهش داد. بنابراین در خاک های آلوده به کادمیم می توان از کودهای فسفره برای بهبود این خاک ها استفاده کرد.

جدول ۳- تاثیر کاربرد سطوح کادمیم و فسفر بر مساحت سطح برگ (سانتی متر مربع)

میانگین		سطوح فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) ۲۰۰		۱۵۰		۱۰۰		۵۰		۰		سطوح کادمیم (میلی گرم بر کیلوگرم)
۲۹,۹۵۱	A	۲۴,۰۰	l	۴۰,۰۳	d	۴۴,۱۰	a	۳۲,۱۰۰	h	۹,۵۱۷	op	۰
۳۰,۲۸۰	A	۲۴,۴۰	kl	۴۲,۰۰	c	۴۳,۰۰	b	۳۳,۰۰۰	gh	۹,۰۰۰	p	۵
۲۶,۹۶۷	B	۲۵,۰۰	k	۳۵,۴۳	f	۳۶,۹۷	e	۳۲,۰۶۷	h	۵,۳۶۷	q	۱۰
۲۴,۵۴۰	C	۲۷,۰۳	j	۳۰,۴۷	i	۳۳,۲۰	g	۲۷,۹۶۷	j	۴.۰۳۳	r	۲۰
۹,۶۶۸	D	۱۰,۲۲	no	۱۲,۳۷	m	۱۲,۱۹	m	۱۱,۰۶۷	n	۲,۴۹۳	s	۴۰
۳,۷۰۱	E	۳,۴۵	r	۶,۰۵	q	۵,۳۰	q	۳,۵۰۰	r	۰,۲۰۰	t	۸۰
		۱۹,۰۱۷	D	۲۷,۷۲۷	B	۲۹,۱۲۶	B	۲۳,۲۸۳	C	۵,۱۰۲	E	میانگین

.اعدادی که در هر ردیف یا ستون یک حرف مشترک دارند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح یک درصد تفاوت معنی داری ندارند**

منابع

خاتمی، س. ه. ۱۳۷۶. کودهای فسفره، کادمیم و اثرات زیست محیطی. مجله تخصصی زیتون. شماره ۱۳۷،صفحه های ۵۵-۶۵ وزارت کشاورزی. تهران، ایران.

Bouyoucos C. J. ۱۹۶۲. Hydrometer method for making particle size analysis of soils. Agron. J. ۱۵: ۴۶۲-۴۶۵.

Deheri G. S., Brar M. S. and Malhi S. S. ۲۰۰۷. Influence of phosphorus application on growth and cadmium uptake of spinach in two cadmiumcontaminated soils. J. Plant Nutr. Soil Sci. ۱۷۰: ۴۹۵-۴۹۹.

Drazic G. and Mihailovic N. ۲۰۰۵. Modification of cadmium toxicity msoybean seedlings by salicylic acid. Plant Sci. ۲ .۵۱۱-۵۱۷.

Friest W. *J.*, Friedl K. and Platzer O. ۲۰۰۶. Remediation of contaminan s.Environ. Pollut. ۱۴۴: ۴۰-۵۰.

He Z. L., Xu H. P., Zhu Y. M., Yang X. E. and Chen G. C. ۲۰۰۵. Adsorption - Characteristics of Cadmium in variabla charge soils.g.Environ . Sci. Health . ۴۰ :۸۰۵-۸۲۲.

Lindsay W. L. and. Norvell W. A. ۱۹۷۸. Development of a DTPA soil test forzinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Ani . ۴۲: ۴۲۱-۴۲۸.

Liu J.,Cao C. Wong M.Zhang Z. and Chai Y. ۲۰۱۰ Variations between rice Cultivars in iron and manganese plaque on roots and the relation with plant cadmium uptake. J.Environ.Sci ۲۲ : ۱۰۶۷-۱۰۷۲.

Nelson D. W., and Sommers L. E. ۱۹۹۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. p. ۹۶۱ .. ۱۰۱۰. In D. L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis Part ۳. ۳rd ed. SSSA. ASA Madison, WI.

Panwar B. S., Sing J. P. and Laura R. D. ۱۹۹۹. Cadmium uptake by cowpea and mungbean as affected by cadmium and phosphorus application. Water Air Soil Pollut. ۱۱۲: ۱۶۳-۱۶۹.

Summer M. *E.*, and Miller W. P. ۱۹۹۶. Cation exchange capacity and exchange coefficients. p. ۱۲۰۱-۱۲۲۹. In D. L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis par۳.۳rd. SSSA,ASA Madison, WI.

Watanabe F. S. and S. Olsen S .R . ۱۹۶۵. Test of an ascorbic acid methods for Determining Phosphorus in Water and $NaHCO_3$ Extracts from soil . soil Sci .Amer . Proc.۲۹:۶۷۷-۶۷۸.

Zhao Z. Q., ZhuY. G., Kneer R. and Smith S. E. ۲۰۰۵ Effect of zinc on cadmium toxicity-induced oxidative stress in winter wheat seedlings. J. Plant Nutr. ۲۸. ۱۹۴۷-۱۹۵۹.

۱*-Fateme Jamali GHotb Abadi ۲- Manochehr Mafton

Abstract

To investigate the effect of cadmium and phosphorus on growth of greenhouse spinach an experiment in a completely randomized design with three repetitions has done in factorial mode. The experiment consisted of five levels of phosphorus (zero,۵۰, ۱۰۰, ۱۵۰ and ۲۰۰ mg phosphorus per kg soil as triple superphosphate) and ۶ levels of cadmium (zero, ۵, ۱۰, ۲۰, ۴۰ and ۸۰ mg of cadmium per kg of soil as cadmium sulfate). Application of phosphorus significantly increased dry weight and area of spinach leaf. The use of ۱۵۰ and ۲۰۰ mg phosphorus per

kg soil decrease dry weight and area of spinach leaf. According to the results, we observed that the interaction between cadmium and phosphorus on growth of spinach was negative. As well as, overdose of phosphorus has negative effect on growth of spinach. So, consuming moderate fertilizers containing phosphorus in contaminated areas with cadmium is recommended.

بررسی تأثیر کاربرد بیوچار بر قابلیتجذب کادمیم در دو شرایط رطوبتی

بنفشه افراسیابی [۱]، ابراهیم ادهمی [۲]، حمیدرضا اولیایی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ۲-دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

چکیده
فلزات سنگین از جمله کادمیم از مهمترین آلاینده‌ها به شمار می‌روند. که متأسفانه میزان آن‌ها با صنعتی شدن و رشد جمعیت رو به افزایش است. در مطالعه حاضر با مصرف بیوچار تولید شده از تفاله پسته در سه دمای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلیسیوس و مقدار ۲ و ۴ درصد و با عصاره‌گیری با DTPAدر زمان‌های ۲۰ و ۹۰ روز در دو شرایط رطوبتی غرقاب و ۲۰ درصد وزنی مورد بررسی قرار گرفت. میزان کادمیم اضافه شده به تیمارها ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم بود. نتایج نشان داد که رطوبت، نوع بیوچار و سطح بیوچار و برهمکنش نوع بیوچار در رطوبت و سطح بیوچار تأثیر معنی‌داری بر کادمیم قابل عصاره‌گیری با DTPA داشته. به طور کلی شرایط غرقاب با بیوچار دمای ۶۰۰ درجه سلیسیوس سطح ۴ درصد بیشترین تأثیر را در کاهش عصاره‌گیری با DTPA نشان داد.

واژه های کلیدی: کادمیم، بیوچار، DTPA، سنیتیک جذب

مقدمه
رشد جمعیت، افزایش فعالیت‌های کشاورزی و پیشرفت‌های صنعتی منجر به افزایش آلودگی فلزات سنگین و تخریب منابع طبیعی شده است. این امر نه تنها منجر به تخریب منابع طبیعی و تجمع آن‌ها در خاک و آب می‌شود بلکه با جذب توسط گیاهان وارد زنجیره غذایی شده و سلامت جانداران و همین‌طور انسان را به خطر می‌اندازد (ثواقبی و ملکوتی، ۱۳۷۹). آلودگی فلزات سنگین می‌تواند از طرق مختلفی از جمله استخراج معادن، احتراق سوخت‌های فسیلی فاضلاب، متالوژی (توکالیگلو و همکاران، ۲۰۰۳) و همین‌طور ریخته‌گری، نساجی، رنگسازی و صنایع مشابه (دابروسکی، ۲۰۰۴) انجام پذیرد.
در میان فلزات سنگین کادمیم به دلیل سمیت بیشتر از سایر فلزات و قابلیت جذب بالای آن توسط گیاه حائز اهمیت است (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۲). دامنه تغییرات غلظت کادمیم کل، در خاک‌های غیر آلوده ۱-۱/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است (پایس و جونز، ۱۹۹۷) و حد بحرانی کادمیم ۳ تا ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک گزارش شده است که توقف در رشد گیاهان را در پی دارد (آلووی و همکاران، ۱۹۹۰).
میسرا و همکاران (۱۹۹۰)، با افزودن ۵۰ میلی‌گرم روی، مس، نیکل، کتدمیوم، سرب و کروم در کیلوگرم خاک تحت شرایط غرقابی و در چهار خاک مختلف و عصاره‌گیری آن‌ها با DTPA طی یک دوره خواباندن ۱۲۰ روزه، مشاهده کردند که گرچه قابلیت عصاره‌گیری فلزات به ماهیت فلز و ویژگی‌های خاک بستگی داشت اما با افزایش زمان خواباندن از مقدار فلزات قابل عصاره‌گیری کاسته شد.
بررسی قابلیت جذب کادمیم و همین‌طور بررسی اثر زمان در شرایط رطوبتی مختلف اهمیت زیادی دارد عناصر فلزی از جمله کادمیم به محض ورود به خاک بیشترین حلالیت و فراهمی را داشته اما با گذشت زمان و بر اثر واکنش‌هایی چون جذب سطحی، رسوب، کلاته شدن، اکسید و احیا، تبادل، واکنش با آهن و منگنز و ورود به شبکه کانی‌ها از قابلیت جذب آن‌ها کاسته شده و به شکل‌های کم محلول‌تر تبدیل می‌شوند (لیم و همکاران، ۲۰۰۲؛ مک‌لارن و همکاران، ۱۹۹۸).
امروزه استفاده از موادی که بتواند قابلیت جذب و فراهمی عناصر سنگین و در نتیجه آلودگی ناشی از این فلزات را کاهش دهد اهمیت زیادی پیدا کرده است. بیوچار یکی از موادی است که منشأ آلی داشته و با هدف بهبود ویژگی‌های خاک به کار می‌رود (لهمان و همکاران، ۲۰۰۶). بیوچار (Biochar) زغال تهیه‌شده از زیست توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که طی فرایند پیرولوسسیس (Pyrolysis) تولید می‌شود. این فرایند، سوختن کند و آرام مواد آلی در شرایط کمبود اکسیژن یا نبود آن است. یکی از ویژگی‌های این ماده تخلخل بالای آن است که این ویژگی موجب افزایش سطح و واکنش‌پذیری بالای آن با مولکول‌های آلی و غیرآلی می‌شود (لوین، ۲۰۰۹). در مطالعه حاضر تأثیر افزودن بیوچار تفاله پسته در دماهای مختلف بر قابلیت جذب کادمیم در دو شرایط رطوبتی بررسی شد.

مواد و روش‌ها
خاک مورد استفاده در تحقیق از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از خاک جمع آوری شد و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنشامل pHخاک در گل اشباع بافت به روش هیدرومتری، ظرفیت تبادل کاتیونی با جانشینی با استات آمونیوم یک نرمال (سامر و میلر، ۱۹۹۶)، ماده آلی به روش اکسیداسیون مرطوب، کربنات کلسیم معادل با استفاده از تیتراسیون برگشتی تعیین شدند (جدول ۱).
بیوچار مورد استفاده از تفاله‌های پستهدر دماهای مختلف تهیه شد، دماهای مورد استفاده برای تولید بیوچار ۲۰۰، ۴۰۰، و ۶۰۰ درجه سلیسیوس بود.

طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل ۳×۳×۲ با مقدار کاربرد بیوچار در سه سطح (صفر، ۲ و ۴ درصد بیوچار)، نوع بیوچار در چهار سطح (خام، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلیسیوس) و رژیم رطوبتی در دو سطح (رطوبت ۲۰ درصد وزنی و غرقاب) با دو تکرار بود. نمونه‌ها با ۲۵ میلی‌گرم کادمیم بر کیلوگرماز نیترات کادمیمآلوده شدند.

در زمان‌های ۱۵ و ۹۰ روزبا عصاره‌گیر DTPA-TEA(لیندسی و نوروال، ۱۹۷۸)عصاره‌گیری انجام شد و غلظت کادمیم قابل استفاده با دستگاه هیتاچی ۲۳۰۰ ZCASTاندازه‌گیری شد. تجزیه تحلیل آماری با نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و بیوچار مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است. پیامدها و چگونگی اثر بیوچار بستگی زیادی به خصوصیات آن دارد. محدوده pHبیوچارها در محدوده ۳۶/۹-۲۲/۵،مقدار ماده‌آلی ۲/۸۷-۴/۶۷، که این مقدار نشان دهنده مقدار بالای ماده آلی آن‌ها است و EC بیوچارها در محدوده ۹/۳۱-۳۷/۱۲ اندازه‌گیری شد.

جدول۱-خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و بیوچار مورد مطالعه

تجزیه واریانس نتایج (جدول ۲) نشان داد که در روز ۱۵ اثر سطح بیوچار و رطوبت در سطح ۵ درصد معنی‌دار و برهمکنش سطح

نوع بیوچار	درصد ماده آلی	پتاسیم(%)	روی (mg. kg⁻¹)	منگنز (mg. kg⁻¹)	آهن (mg. kg⁻¹)	EC	pH
شاهد	۲/۸۷	۶۴/۷	۷۵/۱	۶	۷۶۴	۲۴/۱	۲۲/۵
۲۰۰	۹/۸۳	۹۳/۸	۷۵/۲	۲۵/۷	۳۶۱	۵۳/۱	۶۳/۶
۴۰۰	۶۹	۱۲/۱۷	۷۵/۶	۱۵	۶۱۸	۲۷/۲	۵۸/۹
۶۰۰	۴/۶۷	۱۸/۲۰	۲۵/۷	۲۵/۱۸	۶۳۲	۱۹/۳	۳۶/۹

و نوع بیوچار و همچنین برهمکنش نوع بیوچار و رطوبت اثر معنی‌دار در سطح ۱ درصد داشت. در روز ۹۰ اثر همه منابع به استثنای برهمکنش سطح بیوچار در رطوبت در سطح ۱ درصد آماری معنی‌داربود.

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر قابلیت جذب کادمیم در خاک در دو زمان عصاره‌گیری شده

منبع تغییرات	درجه آزادی	زمان	
		روز ۱۵	روز ۹۰
نوع بیوچار	۳	۷۵/۰ns	۵۰۵/۰**
سطح بیوچار	۱	۶۳/۲*	۵۷۰/۰**
سطح بیوچار × نوع بیوچار	۳	۸۳/۳**	۳۴/۱**
رطوبت	۱	۶۱/۱*	۵۷/۵**
سطح بیوچار × رطوبت	۱	۲۸۹/۰ns	۰۴۶/۰ns
نوع بیوچار × رطوبت	۳	۴۹/۲**	۵۱/۲**
سطح بیوچار × نوع بیوچار × رطوبت	۳	۱۴۷/۰ns	۱۴۳/۰*
خطا	۱۶	۳۶۴/۰	۰۳۹/۰

ns : معنی‌دار نیست

در سطح ۱ درصد معنی‌دار : *

**: در سطح ۵ درصد معنی‌دار

بررسی میانگین اثرات عوامل مختلف در روزهای ۱۵ و ۹۰ (جدول ۳) نشان داد که به صورت کلی در شرایط غرقاب مقدار کادمیم موجود کمتر از شرایط ۲۰ درصد وزنی بود.با افزایش سطح بیوچار به طور کلی میانگین غلظت کادمیم قابل جذب کاهش یافت. در روز ۹۰ نسبت به روز ۱۵ ام غلظت کادمیم کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است. در هر دو زمان ۱۵ و ۹۰ روز کمترین غلظتکادمیم قابل جذب با افزودن بیوچار دمای ۶۰۰ در سطح ۴ درصد مشاهده شد. این نتیجه با مطالعات گمز-ایلز (۲۰۱۱) مطابقت ندارد، آن‌ها بیان کردند که بیوچار به دلیل pHبازی آن در خاک‌های اسیدی باعث افزایش pH خاک و کاهش تحرک فلزات کاتیونی می‌شود در صورتی که در خاک‌های خنثی تا قلیایی ممکن است منجر به کاهش تحرک فلز نشود. بیسلی و همکاران (۲۰۱۱) نیز عنوان کردند که بیوچار به عنوان یک تثبیت‌کننده فلزات نیست بلکه اثرات pH بازی آن در خاک‌های اسیدی دلیل کاهش غلظت فلزات است، درصورتی که نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که با وجود pH تقریبا خنثی خاک مورد مطالعه بیوچار با pH بازی باعث کاهش چشمگیر در غلظت کادمیم قابل جذب اضافه شده در محیط شد.

جدول ۳- میانگین‌غلظت کادمیم هر تیمار در روز ۱۵ و ۹۰

نوع بیوچار	سطح بیوچار	
	۲ درصد	۴ درصد

	۲۰ درصد وزنی	غرقاب	۲۰ درصد وزنی	غرقاب
	روز ۱۵			
شاهد	۰۴/۴	۴۵/۳	۵۵/۴	۳۹/۳
۲۰۰	۸۶/۴	۴۲/۳	۵۲/۵	۶۶/۳
۴۰۰	۴۷/۴	۰۲/۴	۸۹/۳	۸۱/۳
۶۰۰	۲۱/۴	۶۶/۲	۰۹/۲	۶۳/۲
	روز ۹۰			
شاهد	۲۳/۳	۷۳/۱	۲۴/۳	۱۴/۲
۲۰۰	۱۳/۳	۳۷/۱	۵۸/۳	۳۱/۱
۴۰۰	۱۳/۳	۳۹/۲	۰۴/۳	۵۱/۲
۶۰۰	۴۶/۲	۴۳/۳	۳۲/۱	۵۹/۱

بیان و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی غیر متحرک کردن کادمیم و سرب در شالیزارهای آلوده به این عناصر با استفاده از بیوچار تولید شده از گندم بعد از سه سال بیان کردند که با عصاره‌گیری با DTPAبیشترین کاهش مقدار کادمیم در سال سوم مشاهده شد و بیشترین کاهش در بیشترین سطح بیوچارمشاهده شد. فلزات سنگین موجود در خاک به سطوح رس، کانی‌های اکسید آهن و یا به صورت کاتیون‌های لیگاندی آزاد هستند (آلووی، ۲۰۱۳). با ورود بیوچار این ماده می‌تواند به عنوان یک سطح برای اتصال این فلزات عمل کند (گومز ایلس و همکاران، ۲۰۱۳). بیسلی و همکاران (۲۰۱۰) اثر بیوچار و کمپوست را بر تحرک، فراهمی زیستی و سمیت آلاینده‌های آلی و معدنی را در خاک‌های آلوده به فاضلاب مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که غلظت روی و کادمیم به ترتیب به علت افزایش کربن آلی و افزایش دو واحد pH کاهش یافت.

در این تحقیق غلظت کادمیم در شرایطی که بیوچار به عنوان یک ماده آلی با سطوح و دماهای مختلف تولید شده برای کاهش غلظت کادمیم در خاک وجود دارد بررسی شد و به طور کلی مشاهده شد که با گذشت زمان و وجود سطوح بالاتر بیوچار و همچنین در شرایط رطوبتی غرقاب در حضور بیوچار دمای ۶۰۰، کمترین میزان کادمیم قابل جذب در خاک مورد مطالعه وجود داشت. بیوچار نه تنها به عنوان ماده‌ای جدید که توانایی جذب بالایی دارد، بلکه به عنوان ماده‌ای که از لحاظ محیط زیستی و اقتصادی با صرفه است می‌تواند مورد توجه قرارگرفته تا تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود.

منابع

ثواقبی، غ. ر. و ملکوتی، ج. ۱۳۷۹. اثرات روی و کادمیم بر غلظت عناصر و ترکیب شیمیایی دانه گندم. مجله علوم آب و خاک، ۱۲(۹): ۷۰-۶۴.

ملکوتی، م. ج و همایی، م. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک "مشکلات و راه حل‌ها". چاپ دوم. دفتر نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس تهران.

Alloway, B. J. ۱۹۹۰. Cadmium. In: Alloway B.J, editor. Heavy metals in soils. New York: Halsted; P. ۱۰۰-۱۲۴.

Alloway, B.J.۲۰۱۳.Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability. Heavy Metals in Soils, third ed., Springer, Volume: ۲۲.

Beesley, L. and Marmiroli. M.۲۰۱۰. The immobilisation and retention of soluble arsenic, cadmium and zinc by biochar. Environmental Pollution, ۱۵۹: ۴۷۴-۴۸۰.

Beesley, L., Moreno-Jimé nez,E.,Jose,L., Gomez-Eyles,J.L., Harris,E., Robinson,B. and Sizmur.T. ۲۰۱۱. A review of biochars' potential role in the remediation, revegetation and restoration of contaminated soils. Environmental Pollution ۱۵۹; ۳۲۶۹-۳۲۸۲.

Dabrowski. A. ۲۰۰۴. Selective removal of the heavy metal ions from waters and industrial waste waters by ion-exchange method. Chemosphere, ۹۱-۱۰۶.

Gomez-Eyles,J.L., Luke,B. Eduardo,M.J. Upal,G. and Tom,S. ۲۰۱۳. The potential of biocharamendments to remediate contaminated soils, in: Biochar and Soil Biota, CRCPress, Boca Raton, FL. pp. ۱۰۰-۱۳۳.

Gomez-Eyles, J.L., Sizmur,T., Collins,C.D. andHodson,M.E. ۲۰۱۱. Effects of biochar and the earthworm Eisenia fetida on the bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons and potentially toxic elements, Environmental Pollution. ۱۵۹: ۶۱۶-۶۲۲.

Lehmann, J. GauntJ. andRondonM. ۲۰۰۶. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems-a review. Mitigation and adaptation strategies for Global Change. ۱۱(۲): ۳۹۵-۴۱۹.

Levine., J.E. ۲۰۰۹. US-focused biochar report: Assessment of biochar's benefit for the united states of america, USBI - US Biochar Initiative, Colorado, USA.
Lim, T. T. and TayJ.H. TheC.I. ۲۰۰۲. Contamination time effect on lead and cadmium fractionation in a tropical coastal clay. Journal of Environmental Quality. ۳۱: ۸۰۶-۸۱۲.
Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. ۱۹۷۸. Development of a DTPA soil testfor zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society ofAmerica Journal.۴۲, ۴۲۱e۴۲۸.
McLaren, R. G., BackesC. A., RateA. W. andSwittR. S. ۱۹۹۸. Cadmium and cobalt desorption kinetics from soil clays. Effect of sorption period. Soil Science Society of America Journal.۶۲:۳۳۲-۳۳۷.
Misra, A. K., SarkunanV., DasM. andNayarP. K., ۱۹۹۰. Transformation of added heavy metals in soils under flooded condition. The Journal of the Indian Society of Soil Science. ۳۸:۴۱۶-۴۱۸.
Pais, I., and Jones, J.B. ۱۹۹۷. The handbook of trace elements. St. Lucie Press, Boca Raton, Florida. procedure for the determination of extractable metal contents in highway soils. TurkishJournal of Chemistry. ۲۷: ۳۳۳-۳۴۶.
Summer M. E. and Miller W. P. ۱۹۹۶. Cation exchange capacity and exchange coefficients. In: Methods of Soil Analysis, Part ۳(Sparks, D. L., Ed.), Journal of the American Societyof Agronomy, Madison, WI.

Abstract

Cadmium (Cd) is of the most important contaminant among the heavy metals which their concentration is being increased with industrialization and population growth. In the present study, the effect of biochar addition from pistachioat ۳ temperatures ۲۰۰, ۴۰۰ and ۶۰۰ ℃ and two rates, ۲ and ۴ % studied in two moisture conditions ۲۰% w/w and waterlogging on the DTPA extractable Cd on ۲۰ and ۹۰ d. ۲۵ mg kg^{-1} Cd added to samples. Results showed that moisture content, biochar type and rate and the interaction of biochar type in moisture content, and biochar level in moisture content had significant effect on the DTPA-Cd. Generally, waterlogging in the presence of ۴% biochar ۶۰۰ ℃ showed the highest decrease of DTPA-Cd.

بررسی آلودگی به عناصر سنگین در خاک و میوه‌های تولیدی منطقه طارم استان زنجان

مهدی طاهری [۱]، لیلا تابنده [۲]،محمد تکاسی [۲]
۱ - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات منابع طبیعی وآموزش کشاورزی استان زنجان، ۲- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات، منابع طبیعی وآموزش کشاورزی استان زنجان

چکیده
نتایج این پروژه نشان داد که هیچ گونه آلودگی از نظر مقدار تجمع عناصر سنگین در خاک‌های باغی منطقه طارم به‌دست نیامد و به تبع آن، محصولات تولیدی این منطقه (میوه‌های انار، گیلاس و زیتون) سالم و عاری از هر گونه تجمع عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب بودند. بنابراین مقدار دریافت قابل تحمل روزانه موقتی عناصر مذکور در محدوده مجاز و استاندارد ملی ایران بودند و مصرف این قبیل محصولات، نمی‌تواند اثرات مخربی بر سلامتی انسان وارد سازد.

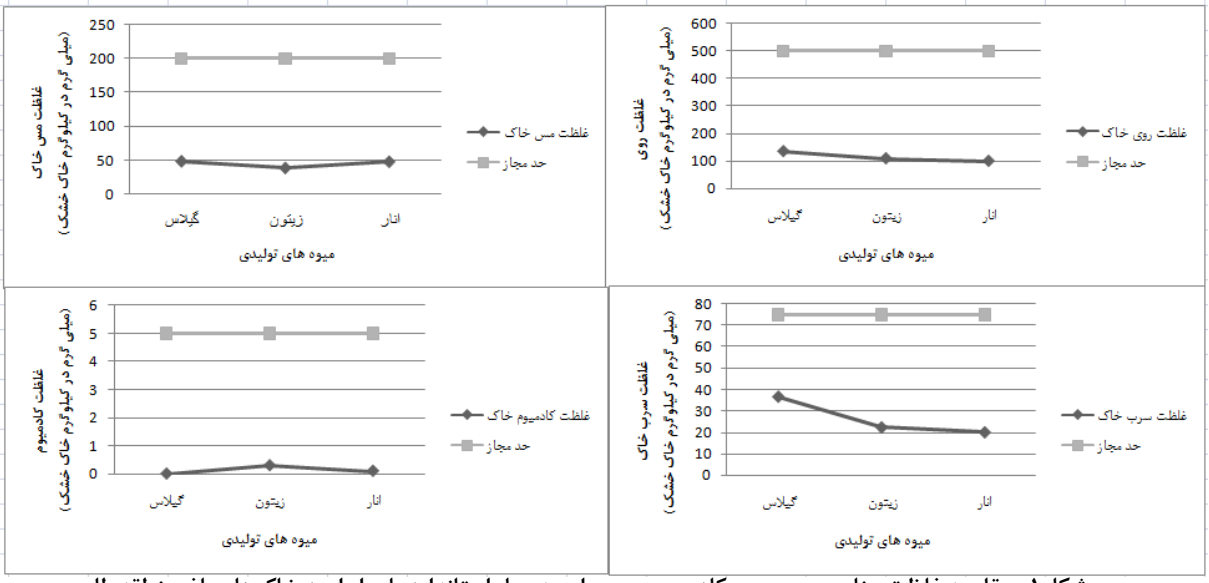
واژه های کلیدی: انار، گیلاس، زیتون، خاک، طارم.

مقدمه
عناصر سنگین، از آلاینده‌های خطرناک محیطی برای سلامتی بشر و محیط زیست محسوب می‌شوند. این عناصر می‌توانند بر روی کیفیت خاک‌های کشاورزی اثر گذار بوده و علاوه بر سمی بودن می‌توانند از طریق جذب توسط گیاهان وارد رژیم غذایی بشر شده و باعث بروز مشکلاتی در بدن انسان شوند (Cobb et al,۲۰۰۶). طبق تحقیقات انجام شده، اکثر پساب‌های صنعتی در استان زنجان، حاوی روی،کادمیوم وسرب می‌باشند به‌طوری‌که، کادمیوم یکی از محصولات جنبی کارخانجات تولید سرب و روی در این استان است (گلچین و همکاران، ۱۳۸۴). منطقه مطالعاتی طارم، در ۹۲ کیلومتری شمال شهرستان زنجان واقع شده که به دلیل شرایط آب و هوایی مساعد، سطح بالایی از کشت محصولات کشاورزی را به خود اختصاص داده است. بنابراین یکی از اهداف این تحقیق، بررسی مقدار تجمع عناصر سنگین در خاک و میوه‌های تولیدی و عمده منطقه طارم و مقایسه آنها با استاندارد ملی ایران می‌باشد تا بدین طریق، وضعیت سلامت میوه‌های تولیدی این منطقه مشخص گردد.

مواد و روش‌ها
طبق آخرین آمارسازمان جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۰، سطح زیر کشت درختان گیلاس (۵۸۱ هکتار)، انار(۱۳۴۷ هکتار) و زیتون (۱۴۷۳۱ هکتار) می‌باشد و با توجه به سطح کشت بالای درختان گیلاس، انار و زیتون در منطقه طارم، بنابراین نمونه‌برداری صرفا از میوه‌های مذکور و در این منطقه مطالعاتی صورت گرفت. تعداد نقاط نمونه برداری به تفکیک هر محصول در جدول‌های ۱ الی ۴ نشان داده شده است، که از هر نقطه نمونه‌برداری، سه تکرار از میوه های تحت مطالعه و خاک‌های مربوطه جمع‌آوری شد. نمونه‌برداری از خاک و گیاه (میوه) به صورت تصادفی و به گونه‌ای صورت گرفت که قسمت عمده اراضی باغیتحت مطالعه را تحت شعاع قرار دهد. روستاهای تحت مطالعه باغات میوه منطقه طارم، اعم از گیلاس (روستاهای ولیدر و شیت)، باغات انار(روستاهای شیت، قلات، هارون آباد) و باغات زیتون (روستاهای مورستانه، دستجرده، شیراب، گیلانکشه، تشویر، هندی کندی، محمدآباد، قاضی بلاغی، سرخه دیزج، هارون آباد) می‌باشند. همچنین، نمونه‌های خاک از عمق ۳۰- ۰ سانتی‌متری جمع آوریشد. سپس، یک گرم خاک خشک را به نسبت ۱:۳ با اسیدکلریدریک ۶مولار و اسیدنیتریک غلیظ، مخلوط و پس از گذشت یک شبانه‌روز، در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد، حرارت داده و با اسید نیتریک ۲ مولار، به حجم ۵۰ میلی‌لیتر، رسانده شد (Chen et al,۲۰۰۱) همچنین، نمونه‌های گیاهی به آزمایشگاه منتقل و با آب مقطر شستشو و در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک و درنهایت آسیاب شدند و غلظت فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی به روش هضم تر با مخلوط اسیدهای نیتریک، پرکلریک و سولفوریک تعیین(Allen et al,۱۹۸۶)و نمونه‌های خاک و گیاه، با دستگاه جذب اتمی قرائت و اندازه‌گیری شدند. مقدار قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI) آلاینده با احتساب مقدار متوسط مصرف روزانه میوه مورد نظر و از حاصلضرب غلظت فلز سنگین به تفکیک هر محصول (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر گیاه) بر میانگین وزن بدن شخص بالغ ۶۰ کیلوگرمی محاسبه می‌شود. درنهایتنتایجحاصلازتجزیهنمونههایخاکوگیاهبااستفادهازنرمافزارهای SPSS و Excelموردبررسیوتجزیهوتحلیلآماریقرارگرفت. غلظت کل عناصرسنگین و مقدار قابل تحمل روزانه آنها در خاک و گیاه با آزمون One sample-T test با حدود استاندارد ملی ایران، مقایسه و تحت تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

با توجه به گزارشات استاندارد ملی ایران، حد مجاز غلظت کل عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های کشاورزی با پی‌هاش بالاتر از ۷، به ترتیب برابر با ۲۰۰، ۵۰۰، ۵ و ۷۵ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن خاک خشک گزارش شده است. طبق نتایج مندرج در شکل ۱، میانگین غلظت کل عناصر مذکور، درخاک‌های مربوط به باغات گیلاس، انار و زیتون منطقه طارم، کمتر از حد استاندارد ملی ایران است و با انجام آزمون one sample-T test اختلاف غلظت عناصر مس، رویو سرب خاک‌های تحت مطالعه، از حد مجاز استاندارد ملی ایران، در سطح ۱/۰ درصد معنی‌داربه‌دست آمد.



شکل ۱- مقایسه غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب از حدمجاز استاندارد ملی ایران درخاک‌های باغیمنطقه طارم

طبق گزارشات استاندارد ملی ایران(ISIRI,۲۰۱۰)، حد مجاز غلظت فلزات سنگین در میوه گیلاس برای عناصر سنگین مس، روی، کادمیوم و سرب گیاهی به‌ترتیب برابر با ۵، ۰۵/۰ و ۱/۰ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن تر میوه است. با توجه به نتایج جدول‌های ۱ الی ۴، غلظت عناصر سنگین در کلیه میوه‌های گیلاس منطقه طارم (ولیدر و شیت) کمتر از استاندارد ملی ایران بوده است. غلظت کادمیوم گیاهی در کلیه میوه‌های گیلاس، ناچیز و غیرقابل اندازه‌گیری بود و با توجه به غلظت ناچیز کادمیوم در خاک‌های مربوطه، عدم وجود کادمیوم درمیوه‌های گیلاس، دور از انتظارنخواهد بود. میانگین غلظت عناصر مس، روی و سرب به ترتیب برابر با ۶۱/۰، ۰۲/۱ و ۰۴/۰ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن‌تر میوه گیلاس، به‌دست آمد که اختلاف آنها از حد استاندارد ملی ایران، برای مس و روی در سطح ۱/۰ درصد وبرای سرب در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. طبق استاندارد ملی ایران، مقدار مصرف روزانه گیلاس در سبد غذایی یک خانوار ایرانی(ISIRI,۲۰۱۰)، ۴۲/۳۳ گرم است و با برآورد مقدار دریافت قابل تحمل روزانه عناصر سنگین، مشخص گردید که میانگین این پارامتر برای عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب به ترتیب برابر با ۰۰۰۳/۰، ۰۰۰۶/۰، ناچیز و ۰۰۰۰۲/۰ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن بدن یک شخص بالغ ۶۰ کیلوگرمی است. بنابراین، مقدار دریافت قابل تحمل روزانه کلیه عناصر مذکور، کمتر از استاندارد ملی ایران به‌دست آمد (جدول‌های ۱ الی ۴) و اختلاف این پارامتر از حد استاندارد ملی ایران برای عناصر مس، روی و سرب در سطح ۱/۰ درصد معنی‌دار بود.

همچنین، نتایج حاکی از آن است که (جدول‌های ۱ الی ۴)، غلظت کادمیوم در کلیه نمونه‌های زیتون منطقه طارم ناچیز و غیرقابل اندازه‌گیری بود و میانگین غلظت عناصر مس، روی و سرب به ترتیب برابر با ۵۲/۲، ۹۶/۴ و ۱۴/۰میلی‌گرم درکیلوگرم وزن تر میوه زیتون به‌دست آمد که میانگین غلظت عناصر سنگین مذکور در نمونه‌های زیتون کمتر از استاندارد ملی ایران به‌دست آمد و اختلاف غلظت مس و سرب در میوه‌های زیتون از حد استاندارد ملی ایران در سطح ۱/۰ درصد معنی‌دار بود و این در حالی است که اختلاف غلظت روی از حد استاندارد ملی ایران از نظر آماری معنی‌دار نبود. بالاترین غلظت روی گیاهی مربوط به میوه زیتون روستای مروستانه منطقه طارم با میانگین ۲/۱۳ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن تر میوه به‌دست آمد که بالاتر از استاندارد ملی ایران است ولیکن با توجه به فواید و اثرات مثبت این عنصر برای انسان، غلظت بالاتر از حد استاندارد روی، علی‌الخصوص در این محدوده (۲/۱۳ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن تر میوه)، نمی‌تواند اثرات مخربی بر سلامتی انسان داشته باشد.

طبق استاندارد ملی ایران، مقدار مصرف روزانه زیتون، در سبد غذایی یک خانوار ایرانی (ISIRI,۲۰۱۰)، ۸۴/۵۱ گرم است و با برآورد مقدار دریافت قابل تحمل روزانه عناصر سنگین، مشخص گردید که میانگین این پارامتر برای عناصر مس، روی و سرب به ترتیب برابر با ۰۰۲۲/۰، ۰۰۴۳/۰ و ۰۰۱۲/۰ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن بدن برآورد گردید که مقدار دریافت قابل تحمل روزانه عناصر سنگین

مذکور کمتر از استاندارد ملی ایران به‌دست آمد (جدول‌های ۱ الی ۴) و اختلاف آنها از حد استاندارد ایران در سطح ۱/۰ درصد معنی‌دار بود.

از طرفی با انجام مطالعات بر روی میوه‌های انار (جدول‌های ۱ الی ۴)، نشان داده شد که، میانگین غلظت عناصر مس، روی و سرب به ترتیب برابر با ۳۳/۱، ۹۳۶/۲ و ۰۰۳/۰ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن تر میوه انار بوده، که میانگین غلظت عناصر مذکور در نمونه‌های انار، کمتر از استاندارد ملی ایران به‌دست آمد و اختلاف غلظت عناصر مس، روی و سرب از حد استاندارد ایران در سطح ۱/۰ درصد معنی‌دار بود. طبق استاندارد ملی ایران، مقدار مصرف روزانه انار در سبد غذایی یک خانوار ایرانی، ۸۴/۵۱ گرم است و با برآورد مقدار دریافت قابل تحمل روزانه عناصر سنگین، مشخص گردید که میانگین این پارامتر برای عناصر مس، روی و سرب به ترتیب برابر با ۰۰۱۲/۰، ۰۰۲۵/۰ و ۰۰۰۰۰۳/۰ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن بدن محاسبه گردید که مقدار دریافت قابل تحمل روزانه کلیه عناصر مذکور، کمتر از استاندارد ملی ایران است (جدول‌های ۱ الی ۴) و اختلاف این پارامتر برای عناصر مس، روی و سرب از حد استاندارد ایران در سطح ۱/۰ درصد معنی‌دار به‌دست آمد.

جدول ۱- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی مس در انواع میوه‌جات تولیدی منطقه طارم

انواع میوه‌جات	تعداد مزارع	نام شهرستان	دامنه غلظت مس گیاه	دامنه مقدار قابل تحمل روزانه
گیلاس	۱۰	طارم	۳۷/۰ -۰۳/۱	۰۰۰۲/۰ -۰۰۰۶/۰
انار	۱۰	طارم	۸/۰ -۴/۲	۰۰۰۷/۰ -۰۰۲۱/۰
زیتون	۱۰	طارم	۱ -۴/۴	۰۰۰۸/۰ -۰۰۳۸/۰
محدوده مجاز			۵	۵/۰

جدول ۲- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی روی در انواع میوه‌جات تولیدی منطقه طارم

انواع میوه‌جات	تعداد مزارع	نام شهرستان	دامنه غلظت روی گیاه	دامنه مقدار قابل تحمل روزانه
گیلاس	۱۰	طارم	۸۸/۰ -۳۳/۱	۰۰۰۵/۰ -۰۰۰۷/۰
انار	۱۰	طارم	۳/۲ -۴/۴	۰۰۱۹/۰ -۰۰۳۸/۰
زیتون	۱۰	طارم	۲ -۲/۱۳	۰۰۱۱۴/۰ - ناچیز
محدوده مجاز			۵	۶۵/۰

جدول ۳- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی کادمیوم در انواع میوه‌جات تولیدی منطقه طارم

انواع میوه‌جات	تعداد باغات	نام شهرستان	دامنه غلظت کادمیوم گیاه	دامنه مقدار قابل تحمل روزانه
گیلاس	۶	طارم	ناچیز	ناچیز
انار	۶	طارم	ناچیز	ناچیز
زیتون	۱۰	طارم	ناچیز	ناچیز
محدوده مجاز			۰۵/۰	۰۰۱/۰

جدول۴- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی سرب در انواع میوه‌جات تولیدی منطقه طارم

انواع میوه‌جات	تعداد باغات	نام شهرستان	دامنه غلظت سرب گیاه	دامنه مقدار قابل تحمل روزانه
گیلاس	۶	طارم	۰۷/۰- ناچیز	۰۰۰۸۲/۰- ناچیز
انار	۶	طارم	۰۲/۰- ناچیز	۰۰۰۰۲/۰- ناچیز
زیتون	۱۰	طارم	۶/۰- ناچیز	۰۰۵۲/۰- ناچیز
محدوده مجاز			گیلاس-انار= ۱/۰	۰۰۳۶/۰

منابع

گلچین، ا و اسماعیلی ، م و تکاسی، م. ۱۳۸۴. منابع آلاینده خاک‌ها و محصولات زراعی و باغی استان زنجان به فلزات سنگین. انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان زنجان.

Allen SE, Grimshaw HM, Rowland AP.۱۹۸۶. Chemical analysis. In: Moore PD, Chapman SB, editors, Methods in Plant Ecology. Oxford: Blackwell Scientific Publication, London, P. ۲۸۵-۳۴۴.
Chen M, Ma LQ.۲۰۰۱. Comparison of Three Aqua Regia Digestion Methods for Twenty Florida Soils. Soil Science Society of America Journal. ۶۵: ۴۹۱ -۹.
Cobb GP, Sands K, Waters M, Wixson BG, Dorward-King E. ۲۰۰۰.Accumulation of heavy metals by vegetables grown in mine wastes. Environmental Toxicology and Chemistry.۱۹: ۶۰۰-۷.
Institute of Standards and Industrial Research of Iran.۲۰۱۰. Food and feed-maximum limit of heavy metals.Standard No. ۱۲۹۶۸. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran (in Persian).

Abstract

The result of this project showed that no accumulation of heavy metals pollution was not obtaine in the garden soils of region Tarom and consequently, products of this region (Pomegranate, Cherry and Olive fruits). Healthy and free from any accumulation of Cu, Zn, Cd & Pb, respectively. Therefore.Provisional Tolerable Daily Intake (PTDI) was the range of standard elements in Iran and the use of such products, can not coused to advers effects on human health.

اثر محلولپاشی عناصرغذایی بر ترکیب شیمیایی برگ و عملکرد میوه درختان سیب قرمز

اکبر گندمکار [۱]، مجید بصیرت [۱]
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان و موسسه تحقیقات خاک و آب سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده
جهت تعیین اثرات محلولپاشی عناصر ماکرو و میکرو درزمان هایی که درخت بیشترین نیاز را دارد طرحی با ۲ تیمار(هر پلات شامل دو درخت) ، ۳تکرار در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در درختان بارده سیب قرمز منطقه سمیرم به اجراء درآمد.تیمارها شامل: ۱-شاهد،۲-محلولپاشی عناصر در مراحل متورم شدن جوانه ها،یک هفته پس از تشکیل میوه ، یك هفته قبل از برداشت ویك هفته پس از برداشت(جمعا چهار مرحله). آزمایش در شش محل از مناطق عمده باغات سیب سمیرم انجام شد.محلولپاشی موجب افزایش معنی دار غلظت عناصر آهن، روی، مس ، منگنز و بور برگ شده است. تیمارها سبب افزایش معنی دار اندازهودرصد عصاره میوه نیز گردید. کاربرد محلولپاشی موجب افزایش معنی دار عملکرد میوه نیزگردید.

واژه‌های کلیدی: محلولپاشی عناصر، ترکیب برگ، سیب قرمز درختی

مقدمه
محلولپاشی عناصرنیتروژن،فسفر وپتاسیم در زمانهائی از رشد درخت که بیشترین نیاز به آنها وجود داردو فعالیت کم ریشه هابعلت شرائط نامناسب محیطی(نظیر دمای پائین و تبخیر و تعرق اندك) میتواند موجب افزایش عملکرد، کیفیت و کاهش سال آوری درختان میوه گردد.گزارش گردید در موقع گلدهی نیاز درختان میوه به فسفر هشت برابر بیشتر از دیگر مواقع است.محلولپاشی از روشهای موثر،سالم و ارزان قیمت در تامین عناصر غذائی در مواقع بحرانی رشد و نمو گیاه میباشد.منگل(۲۰۱۱)گزارش نمود که محلولپاشی نیتروژن(از منبع اوره) در درختان میوه در زمانهای قبل از گلدهی،در مرحله گلدهی ودر مرحله رشد میوه موجب افزایش گلدهی،افزایش تشکیل میوه و در نهایت افزایش عملکردوکیفیت میوه و کاهش سال آوری میگردد.محلولپاشی فسفیت پتاسیم نیز باعث افزایش کیفیت میوه گردید. وینبوم و همکاران(۲۰۱۱)گزارش نمودند که در سال نیاور درختان سیب غلظت عناصر ریز مغذی برگ به ویژه روی و منگنز پائین و نسبت ازت،فسفروپتاسیم بالا میباشد،عکس وضعیت فوق در سالآور رخ داد.محلولپاشی کلاتهای آهن،روی و منگنز موجب افزایش عملکرد در هر دو سال آور و نیاور گردید.عملکرد حاصل از تیمار ازت، فسفر، پتاس، آهن، منگنز و روی در سال نیاور برابر با تیمار شاهد سال آور گردید.درنهایت نتیجه گرفتند که کاربرد متعادل عناصر میکرو سبب کاهش سال آوری میگردد و محلولپاشی در مرحله متورم شدن جوانه ها مهمترین مرحله است.منگل(۲۰۱۱)نتیجه گرفت که تنها یك مرتبه محلولپاشی زمستانه نیتروژن قبل از گلدهی(۱۶۰گرم نیتروژن به ازای هر درخت از منبع اوره) درختان ۳۰ساله موجب افزایش معنی دار عملکرد وتعداد میوه هر درخت طی سه سال متوالی گردید.همراه افزایش عملکرد تعداد میوه های درشت بازار پسند نیز افزایش یافت.
گزارش گردید که در سال با عملکرد پائین بایستی کود کمتری نسبت به سال با عملکرد بالاتر بکار برد.هنگام سال آوری برگهای درختان دارای نیتروژن و فسفر کمتری نسبت به سال پر محصول میباشند.برگهای درختان میوه در سال پرمحصول دچار زردی و ریزش شدید میشوند.یکی از اهداف مهم در تولید محصولات کشاورزی غنی سازی آنها از عناصر غذایی و افزایش ارزش کیفی آنها می باشد. این مهم از طریق انتخاب ارقام مناسب زراعی و باغی با سیستم ریشه ای قوی در جذب عناصر خاک و کود دهی به میزان مناسب و روش کاربرد صحیح کودهای ارگانیک و معدنی میسر است. عناصر شیمیایی مورد نیاز گیاه (عناصر پرنیاز و کم نیاز) از مهمترین عوامل موثر بر کیفیت میوه تولیدی می باشند. امروزه کیفیت میوه در رقابت بازار داخلی و بازارهای جهانی بسیار تعیین کننده است.هدف این تحقیق اثر محلولپاشی عناصر غذائی بر توسعه متابولیسم گیاه در مراحلی از رشد که نیاز بالائی به آنها میباشد،به منظور افزایش تشکیل، عملکرد و کیفیت میوه بود.

مواد و روش
جهت تعیین اثرات محلولپاشی عناصر ماکرو و میکرو درزمان هایی که درخت بیشترین نیاز را دارد طرحی با ۲ تیمار(هر پلات شامل دو درخت) ، ۳تکرار در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در درختان بارده سیب قرمز منطقه سمیرم به اجراء درآمد.تیمارها شامل: ۱-شاهد،۲-محلولپاشی عناصر در مراحل متورم شدن جوانه ها،یک هفته پس از تشکیل میوه ، یك هفته قبل از برداشت ویك هفته پس از برداشت(جمعا چهار مرحله). آزمایش در شش محل از مناطق عمده باغات سیب سمیرم انجام شد.
نیتروژن از منبع اوره ،فسفر و پتاسیم از منبع فسفیت پتاسیم وعناصر میکرو از منابع مناسب محلولپاشی استفاده شد. از پارامترهای مناسب جهت انتخاب درختان میوه،جهت انجام آزمایشات کودی عملکرد یکنواخت آنها طی سالهای قبل از آزمایش

است.علاوه بر انتخاب درختان با پایه ، سن ،یکنواختی ظاهری و مدیریت یکسان تغذیه،آبیاری و شخم،محیط طوقه و عملکرد درختان نیز اندازه گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین محیط طوقه و عملکرد درختان،نشان داد که درختان اختلاف معنی داری از نظر محیط طوقه و عملکرد نداشته و جهت اجرای تیمارها از یکنواختی مناسبی برخودار بودند.

آبیاری به روش قطره ای از ابتدای خرداد تا اوائل مهرماه صورت گرفت.در مواقع مورد نیاز مبارزه مکانیکی و شیمیائی نیز با علفهای هرز انجام شد.در نهایت نمونه برداری برگ(ابتدای تیرماه) و اندازه گیری عملکرد(مهرماه) انجام گردید.اطلاعات حاصله،توسط نرم افزارهای رایانه ای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین شد.

نتایج و بحث

همانطور که در جدول ۱ آمده محلولپاشی موجب افزایش معنی دار غلظت عناصر آهن، روی، مس ، منگنز و بور برگ شده است. تیمارها سبب افزایش معنی دار اندازه،ویتامین ث و درصد عصاره میوه نیز گردید.کاربرد محلولپاشی تغییر معنی داری در غلظت عناصر ماکروبرگ نداشت، که میتواند بدلیل اثر رقیق شدن غلظت عناصر بدلیل افزایش رشد رویشی و افزایش عملکردگیاه باشد. مشاهدات مزرعه ای نیز نشان دهندهی رشد بسیار و بیومس بیشتر سرشاخه های درخت در کرت های تیمار شده بود.

غنی شدن میوه از عناصر موجب افزایش ارزش خوراکی آن میگردد. تشکیل و پر شدن دانه ها در میوه سیب نقش بسیار مهمی در تولید میوه سالم و بازار پسند دارد(با تولید هورمون ها و آنزیمها توسط بذر).عارضه لکه تلخی سیب به فراوانی در باغات دیده میشود. محلولپاشی کلسیم خصوصا در اواخر فصل رشد موثرترین روش افزایش کلسیم میوه گزارش شده است. نسبت های نیتروژن به کلسیم(N/Ca) و پتاسیم به کلسیم (K/Ca)بعنوان معیارهای مناسبی نسبت به غلظت آنها، جهت ارزیابی وضعیت ایندو عنصر در میوه نیز بیان گردیده است. کاربرد محلولپاشی موجب افزایش معنی دار عملکرد میوه نیزگردید(جدول ۱). این امر حاکی از تامین موثرعناصر غذایی توسط محلولپاشی بمنظور فتوسنتز، بیومس و در نهایت افزایش عملکرد میوه است. منگل نیز نتایج مشابهی را گزارش نمود.

جدول ۱ - اثر محلولپاشی بر ترکیب شیمیایی برگ و عملکرد درخت سیب

سایت نمونه برداری	تیمار	N	P	K	Ca	Mg	عملکرد (کیلوگرم در درخت)
				%			
۱	شاهد	۸۵/۱	۳۳/۰	۴۳/۲	۲۴/۲	۳۶/۰	۵۳
	محلولپاشی	۱۴/۲	۲۳/۰	۲/۲	۰۲/۲	۳۹/۰	۷۴
۲	شاهد	۸۲/۱	۱۵/۰	۱۲/۲	۱/۲	۴۸/۰	۴۹
	محلولپاشی	۹/۱	۱۲/۰	۲	۶۴/۱	۴۸/۰	۶۸
۳	شاهد	۲	۱۷/۰	۶/۲	۵۳/۱	۳۹/۰	۶۰
	محلولپاشی	۹۳/۱	۱۷/۰	۵/۲	۶۳/۱	۵/۰	۸۶
۴	شاهد	۱۲/۲	۳۳/۰	۴۳/۲	۲۵/۱	۴۸/۰	۵۵
	محلولپاشی	۴/۲	۲۳/۰	۲/۲	۲۳/۱	۴۴/۰	۷۷
۵	شاهد	۹/۱	۱۸/۰	۲/۲	۲۱/۲	۳۹/۰	۴۷
	محلولپاشی	۶/۱	۱۹/۰	۸/۱	۹۳/۱	۵۹/۰	۵۹
۶	شاهد	۹۳/۱	۲۶/۰	۸۴/۲	۰۲/۲	۳۸/۰	۶۱
	محلولپاشی	۸۹/۱	۲/۰	۰۵/۲	۸۵/۱	۵۹/۰	۷۳

ادامه جدول ۱

سایت نمونه برداری	تیمار	Fe	Mn	Cu mg kg^{-1}	Zn	B
	شاهد	۱۴۳	۷۶	۳۲/۸	۱۲	۶/۵۵
۱	محلولپاشی	۱۴۷	۷۱	۶/۸	۱۲	۴/۴۹
۲	شاهد	۴/۱۲۷	۲/۵۸	۷/۵	۳/۲۰	۴۱
	محلولپاشی	۱۴۴	۹/۳۵	۷/۵	۲/۳۲	۲/۴۵
۳	شاهد	۵/۱۱۶	۵۲	۴/۱۱	۵/۲۱	۴۱
	محلولپاشی	۲/۱۸۶	۵۲	۷/۱۱	۴۶	۴۴
۴	شاهد	۱۳۰	۷۹	۷/۵	۵/۱۲	۲/۴۳
	محلولپاشی	۱۲۲	۹۵	۷/۴	۶/۱۵	۳/۵۶
۵	شاهد	۱۷۶	۶۰	۹	۱۱	۴/۴۹
	محلولپاشی	۲۱۸	۴۱	۳۸	۲۷	۲/۵۳
۶	شاهد	۲۰۶	۵/۳۸	۲/۱۰	۷/۱۷	۲/۵۳
	محلولپاشی	۲۶۴	۷۸	۵/۴۳	۵/۴۳	۲/۶۴

نتیجه اینکه محلولپاشی عناصر در مراحل حساس رشد و نمودرختان سیب موجب افزایش معنی دار میزان غلظتعناصر در برگ و کاهش ریزبرگی و زردبرگی گردید. بدنبال آن افزایش عملکرد وتعداد میوه نیز افزایش یافت.همراه افزایش عملکرد تعداد میوه های درشت بازار پسند نیز افزایش یافت. اگرچه تجزیه برگ افزایش غلظت کلسیم را در تیمارهای محلولپاشی نشان نداد، اما شمارش تعداد میوه های دارای لکه تلخی نشان داد که محلولپاشی موجب کاهش معنی دار تعداد میوه های دارای لکه تلخی گردید. این مورد توسط کاسرو و همکاران نیز گزارش گردید.

منابع

Casero T., Benavides A., Recasens and Ruft J. ۲۰۱۱. Preharvest calcium sprays and fruit calcium absorption in Golden "Apples". ISHS Acta Horticulture ۵۹۴: International symposium on foliar of perennial fruit plants, Merano Italy.

RuizeD., Martinez V., and Cerda A. ۲۰۰۷. Apple responses to salinity, growth and nutrient uptake, tree physiology, ۱۷: ۱۴۱-۵۰.

Mengel K. ۲۰۱۱. Alternative or complementary role of foliar supply mineral nutrition, ISHS, Acta Horticulturae ۵۹۴: International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants, Merano, Italy.

Weinbaum S.A., Brown P.H., and Johnson R.S. ۲۰۱۱.Aplication of selected macronutrients(N,K) in deciduous orchards:physiological and agrotechnical perspectives. ISHS, Acta Horticulturae ۵۹۴: International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants, Merano, Italy.

Abstract

In order to determine the effects of foliar nutrient application on leaf chemical composition and yield of red-blash apple(six site in Semirom Esfahan). A randomized complete block (RCB) design with two treatments and three replications was done. Each plot include two tree and one tree per plot was placed as a margin. A margin row was placed between each replication. Treatments were included: ۱) control, ۲) foliar nutrient application in the stages of bud tumidity, one week after fruit-set, one week before harvest and one week after harvest. Application of foliars cause a significant increase in Fe, Zn, Cu, Mn , B leaves content. Foliar increased size, juice content and yield of fruit significantly. This shows the positive role of foliar nutrients application on the chemical composition and yield of apple.

ارزیابی جذب عنصر روی توسط کوکوپیت با استفاده از مدلهای ایزوترم حرارتی

بابک خیامباشی [۱]، مجید افیونی [۲]، مصلح الدین رضایی [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۲- استاد بخش علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
در روش کشت بدون خاک در گلخانه ها، بستر کشت و تاثیر آن در تغذیه گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. کوکوپیت یکی از انواع بسترهای کشت رایج در گلخانه میباشد. این تحقیق با توجه به اینکه این بستر میتواند از طریق جذب عنصر روی در میزان فراهمی آن موثر باشد انجام شده است. در این تحقیق مدلهای لانگمویر و فرندلیچ با هم مقایسه شده است. همچنین گروههای عامل موثر در جذب مشخص شده است. نتایج نشان داد که گروههای عامل موثر در جذب عبارتند از -C=O، -C-H، N-H (amino)، -C-O-H، -CH_2، -N-H، -C=C-. ضریب همبستگی هردو مدل معنی دار شد اما بالاتر بودن آن در مدل فرندلیچ نشان داد که جذب بصورت چند لایه بوده و مهمترین دلیل آن قدرت متفاوت گروههای عامل در جذب این عنصر میباشد. ضرایب مدل فرندلیچ نیز نشانگر تاثیر این بستر کشت در فراهمی عنصر روی برای گیاه میباشد

واژه های کلیدی: بستر کشت، کوکوپیت، ایزوترمهای حرارتی، روی.

مقدمه
افزایش روزافزون جمعیت همراه با محدود شدن عوامل رشد در تولید محصولات سبب شده است که تولید محصول در شرایط کنترل شده مورد توجه تولید کنندگان و محققان بخش کشاورزی قرارگیرد. در کشت گلخانه ای با توجه به قابلیتهایی نظیر امکان کنترل بهتر عوامل موثر در تولید نظیر میزان نور، دما، میزان آب مصرفی، تغذیه مناسب و نیز امکان استفاده از ارتفاع به جای سطح شرایط مناسبی را برای افزایش تولید در واحد سطح فراهم آورد. کشت محصولات گلخانه ای نیز به دو منظور افزایش تولید در واحد سطح و تولید محصول خارج فصل در کشور ما انجام میشود. در کشتهای گلخانهای یکی از اساسی ترین موارد نوع بستر کشت میباشد. بطور کلی کشتهای گلخانهای از نظر نوع بستر کشت به دو دسته خاکی و بدون خاک تقسیم میشوند. در کشت بدون خاک یا هیدروپونیک میتوان بر مشکلاتی نظیر بیماریهای خاکزاد و رشد علفهای هرز فائق آمده ونیز راندمان آبیاری و شرایط تغذیه گیاه را با توجه به نوع مدیریت کنترل نمود. روش مدیریت، کنترل و بهبود پارامترهای فوق الذکر به طور مستقیم و غیر مستقیم وابسته به نوع بستر کشت میباشد.کشت هیدروپونیک نیز از نظر نوع بستر کشت به دو دسته بدون بستر (NFT) و همراه با بستر تقسیم میشود. در روش کشت هیدروپونیک در بستر کشت،ماده ای که به عنوان بستر کاشت استفاده می شود باید ویژگیهای عمومی مثل ایجاد و فراهم آوردن شرایط مناسب برای رشد ریشه، قابل استفاده بودن برای دامنه وسیعی از گیاهان، دارا بودن ویژگیهای مشخص که در طول زمان تغییر نکند، امکان ذخیره بلند مدت، قیمت مناسب و قابل دسترس بودن، امکان استفاده مجدد،کار کردن راحت با آن، سادگی حمل و نقل، عاری بودن از عناصر مضر (برای گیاه و انسان) و بذر علفهای هرز و عوامل بیماریزا، ضدعفونی ساده، پایین بودن سرعت تجزیه و تخریب آن و همچنین از نظر ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به نحوی باشند که رشد ریشه و فعالت آن (جذب آب و عناصر غذایی) را بخوبی امکان پذیر نماید(اقتداری نایینی و همکاران، ۱۳۹۱).خصوصیات مواد مختلف مورد استفاده به عنوان بستر کشت بطور مستقیم و غیر مستقیم بر رشد گیاه و تولید محصول اثر دارد. بنابراین یکی از مهمترین عوامل ایجاد یک سیستم کشت بدون خاک، انتخاب بستر کشت مناسب است(همتی و همکاران، ۱۳۹۰). برای تولید موفق محصولات در کشت بدون خاک در گلخانه ها احتیاج به ذخیره کافی از مواد غذایی در بستر های مختلف کشت در هر مرحله از رشد گیاه می باشد (همتی و همکاران، ۱۳۹۰).میزان و حجم مواد غذایی محلول در کشت هیدروپونیک بستگی به نوع بستر مورد استفاده (حجم و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی) و نوع محصول (گونه و مرحله رشد) و اندازه ظرف، سیستم آبیاری مورد استفاده و شرایط آب و هوایی غالب منطقه دارد(Singh et al. ۲۰۱۲). در حال حاضر رایجترین بسترهای کشت شامل پرلیت، کوکو پیت، زئولیت، شن و پشم سنگ بوده که به تنهایی یا بصورت مخلوط مورد استفاده قرار میگیرند. بر اساس تحقیقات انجام شده مواد آلی میتوانند تاثیر زیادی بر قابلیت جذب و میزان فراهمی عناصر برای گیاه داشته باشند (Brown et al., ۲۰۰۳). یکی از عوامل م.ثر در فراهمی عناصر در شرایط تعادلی، میزان و قدرت جذب مولکولی عنصر توسط بستر بوده و بالطبع در رهاسازی و فراهمی عنصر برای گیاه نیز نقش مهمی را ایفا میکند. فرایند جذب مولکولی در این مدلها شامل انتقال یون و مولکول از یک فاز به فاز دیگر براساس برخی پیوندهای شیمیایی میباشد که شامل دودسته جذب فیزیکی و شیمیایی میباشد. فرایند واجذب یا رهاسازی نیز شامل آزاد شدن یونها یا مولکولها در شرایط تعادلی جدید است. به بیان دیگر ایزوترم جذب چگونگی فعل و انفعال بین جاذب و جسم جذب شونده را تشریح می کند. لذا همواره به عنوان یک فاکتور اساسی جهت تعیین ظرفیت یك جاذب مد نظر می باشد. چندین مدل ایزوترمی در دسترس است که عمومی ترین آنها مدل جذب تك لایه ای است که توسط لانگمیر در سال ۱۹۱۸ پیشنهاد گردید. از سایر مدلها می توان به مدل جذب چند لایه ای جذب

اشاره کرد که در سال ۱۹۰۶ توسط فروندلیچ بیان گردید. در ایزوترم لانگمیر فرض بر این است کـه جـذب در سـایت هـای همگـن بـر روی جاذب اتفاق می افتد و در واقع بطور موفقیت آمیزی برای توصیف جذب تك لایه ای بکار می رود در مقابل ایزوترم فروندلیچ برای تشریح سیستمهای ناهمگون کاربرد دارد (Dang et al. ۲۰۰۹).

در مقایسه ای که بین مواد آلی در جذب و آزادسازی عناصر جذب مولکولی شده صورت گرفته، مهمترین عامل تـاثیر گـذار در ایـن فرایند نسبت کربن به نیتروژن ماده آلی گزارش شده است. همچنین گروههای عاملی موجـود در ایـن مـواد (گروهـای عامـل الکلـی، کتونها و کربوکسیلیک) نقش مهمی در جذب و رهاسازی عناصر فلزی داشته است (Krishnani et al., ۲۰۰۸).

با توجه به اینکه بسترهای کشت مورد استفاده در کشتهای هیدروپونیک میتوانند تاثیر زیادی در جذب عناصر غـذایی داشـته و بـر عملکرد و کیفیت محصول موثر باشند، ضروری است که بطور مجزا و نیز در ترکیب با یکدیگر تـاثیر آنهـا را بـر وضـعیت عناصـر غـذایی بررسی نمود. در این تحقیق جذب و آزاد سازی عنصر روی توسط کوکوپیت با استفاده از مدلهای ایزوترم حرارتـی لانگمـویر و فرندلیـچ مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ظرفیت جذب و واجذب عنصر روی توسط کوکوپیت در آزمایشگاه و از روش تعادل جرمی صـورت گرفـت (Hamidpour *et al.*, ۲۰۱۰). نمونه کوکوپیت مورد استفاده در بستر کشت تهیه و با استفاده از ۱۰ نمونه نسبت الیاف به کرک آن مشخص گردید و در طول آزمایش از نسبت یکسان مواد در نمونه مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش در ویالهای ۵۰ میلی لیتری کـه حـاوی ۴۰ میلـی لیـتر محلول روی با غلظت ۲۰، ۵۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر گرم از کلرید روی و ۲/۰ گرم نمونه کوکوپیت انجام شد. نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در شیکر دورانی با ۴۰ دور در دقیقه و در دمـای ثـابت ۱± ۲۵قـرار داده شـد. پـس از آن نمـونه هـا بـه مـدت ۲۰ دقیقـه در دستگاه سانتریفوژ قرار داده شد و سپس مقدار ۳۰ میلی لیتر از محلول رویی جهت تعیین میـزان عنصـر روی جمـع آوری شـد. کلیـه نمونه ها دارای ۳ تکرار بوده و همچنین نمونه شاهد نیز جهت حذف سایر عوامل موثر در نتیجه نیز در نظر گرفتـه شـد. میـزان عنصـر روی در نمونه ها توسط دستگاه اتمیک ابزوربشن مورد اندازه گیری قرار گرفت (Analyst Perkin-Elmer ۲۰۰ AAS). در هـر مـورد ظرفیـت جذب طبق معادله زیر بدست آمد(Dang et al. ۲۰۰۹).

$$Q_t = \frac{V(C_i - C_t)}{m} \qquad (۱)$$

که Q_tعبارتست از مقدار فلز جذب شده در واحد جرم جاذب، C_i عبارتست از غلظت اولیه فلز، C_t عبارتسـت از غلظـت ثـانویه فلـز در زمان t، V عبارتست از حجم محلول و m جرم جاذب است.

مدل جذب لانگمیر نیز بصورت معادله زیر در نظر گرفته شد:

$$\frac{C_e}{Q} = \frac{C_e}{Q_{\max}} + \frac{1}{Q_{\max} K_L} \qquad (۲)$$

که C_e عبارتست از غلظت یون فلز در محلول در شرایط تعادل برحسب میلی مول در لیتر، Q عبارتسـت از غلظـت یـون فلـز بـر روی جاذب در شرایط تعادل بر حسب میلی مول بر گرم، Q_{max} عبارتست از ظرفیت جذب تك لایه ای جاذب بر حسب میلی مول بر گرم و K_L عبارتست از ثابت جذب لانگمیر بر حسب لیتر بر میلی مول.

مدل جذب چند لایه ای فروندلیچ نیز که برای ارزیابی داده های حاصل مورد بررسی قرار گرفت از نظر ریاضـی بـه قـرار زیـر اسـت (Dang et al. ۲۰۰۹):

$$\ln Q_e = {}^{1}\!/_{n} \ln C_e + \ln K_F \qquad (۳)$$

که k_f بر حسب میلی مول بر گرم عبارتست از ثابت فروندلیچ که ظرفیت جذب را تشریح می کند و n بر حسب گرم بر لیـتر عبـارت از درجه غیر خطی بین غلظت ماده جذب شونده در محلول و مقدار ماده جذب شده در شرایط تعادل است.

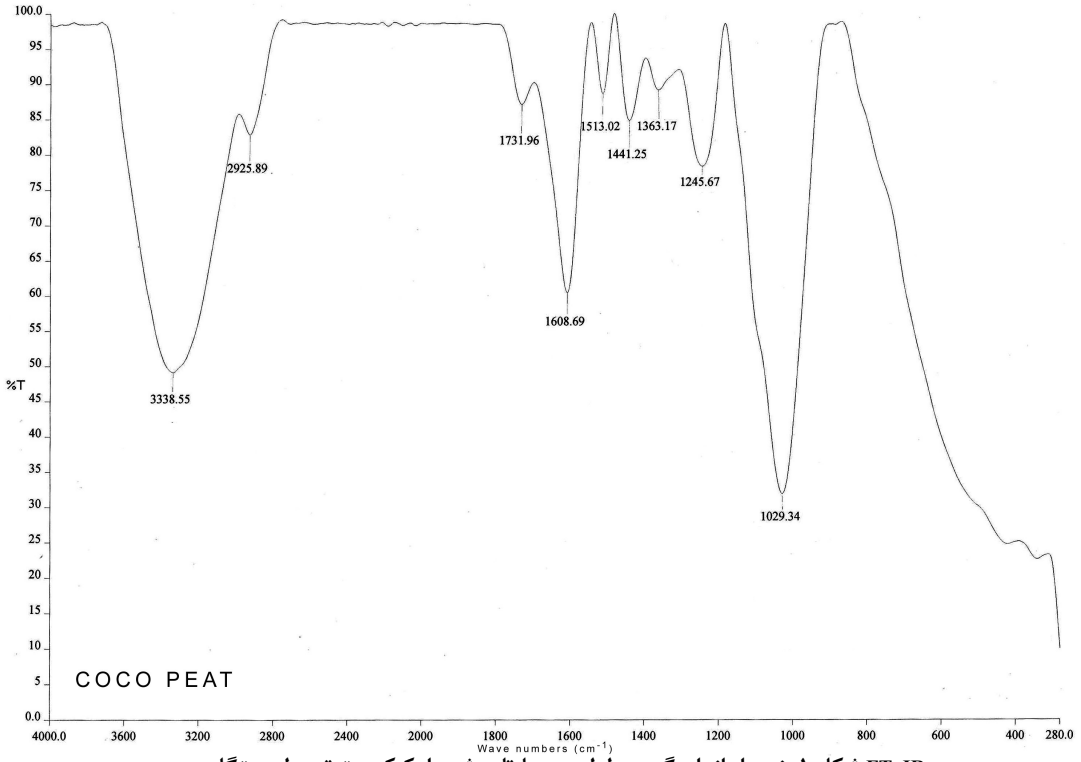
جهت تعیین گروههای عاملی موثر در کوکو پیت از روش FT-IR استفاده شد. حجم خلل و فرج و شعاع متوسـط آن نیـز از روش BJH تعیین گردید.

نتایج و بحث

نتایج حجم خلل و فرج و شعاع متوسط آنها در جدول ۱ آمده است. منحنی نتایج تعیین گروههای عاملی نیـز در شـکل ۱ و تفسـیر گروههای عاملی نیز در جدول ۲ آمده است. گروههای عامل بر اساس واحد طول موج با توجه به منابع علمی و کنترل آنها با توجه بـه ترکیبات تشکیل دهنده کوکوپیت مورد استفاده در آزمایش تعیین گردید.

جدول ۱- نتایج حجم و شعاع خلل و فرج در کوکوپیت

ماده آلی	حجم(cm^3g^{-1})	شعاع(A)
کوکوپیت	۰۰۵/۰	۴۱/۲۱



شکل ۱: نمودار اندازه گیری طول موج بازتاب شده از کوکوپیت توسط دستگاه FT-IR

جدول ۲- ضرایب معادله‌ی فروندلیچ‌برای ایزوترم‌های جذب سطحی نیکل

طول موج ارسالی (cm^{-1})	نام گروه عامل
۳۳۳۸	-N-H (amino)
۲۹۲۵	-C-H
۱۷۳۱.۹۶	-C=O(Ketones, Aldehydes)
۱۶۰۸.۶۹	-C=C-
۱۵۱۳	-N-H
۱۴۴۱	$-CH_2$
۱۳۶۳	-C-O-H
۱۲۴۵	-Si-C-
۱۰۲۹	-P-H or C-N

جدول ۳- پارامترها و ضرایب مدلهای جذب لانگمویر و فرندلیچ برای جذب عنصر روی توسط کوکوپیت

مدل فرندلیچ		مدل لانگمویر	
پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار
R^2	۷۱/۹۰*	R^2	۶۳/۶۴
K_F	۱۲/۰(۰۲/۰)	Q_{max}	۲۰/۵ (۶۳/۰)
n	۲۶/۱ (۱۲/۰)	K_L	۰۲/۰ (۰۰۲/۰)

* سطح معنی داری: < ۰۵/۰
مقادیر داخل پرانتز نشاندهنده میزان خطای استاندارد در محاسبات آماری برای ارزیابی پارامتر مربوطه میباشد.
تعداد نمونه برای هر مدل n=۲۴

مقدار بالاتر ضریب رگرسیون در مدل فرندلیچ نشاندهنده این است که این مدل جذب عنصر روی در کوکوپیت را بهتر از لانگمویر تشریح میکند. بر اساس فرضیات پایه در مدل فرندلیچ، میتوان نتیجه گرفت که جذب عنصر روی بصورت چندلایه میباشد. با توجه به این نتیجه و نیز نتایج نوع گروههای عامل موجود در این بستر کشت میتوان استنباط نمود که مکانیسم جذب بیشتر از نوع جذب فیزیکی میباشد و چند لایه بودن آن نیز بواسطه قدرت متفاوت گروههای عامل در جذب این عنصر میباشد. از سوی دیگر ضریب جذب محاسبه شده بینگر تاثیر این بستر کشت در میزان فراهمی این عنصر میباشد و در نهایت بنظر میرسد که فراهمی این عنصر را برای گیاه کشت شده کاهش میدهد.

منابع

همتی، س.، حسنلویی دیلمقانی، م. ۱۳۹۰. اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان عناصر غذایی، و خصوصیات کیفی توت فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک.

اقتداری نایینی، ع. ۱۳۹۱. فنون پیشرفته در مدیریت کشت بدون خاک(کاربردی). نشر اصفهان: دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

Singh, S. , Singh, B. S. ۲۰۱۲. Hydroponics - A technique for cultivation of egetables and medicinal plants. Horticulture for Food, Nutrition and Livelih,ood Options Bhubaneshwar, Odisha, India. p.۲۲۰

Dang VBH, Doan HD, Dang-Vu T, Lohi A. Equilibrium and kinetics of biosorption of cadmium(II) and copper(II) ions by wheat straw. Bioresource Technology. ۲۰۰۹; ۱۰۰ : ۲۱۱-۹.

Hamidpour, M., Kalbasi, M., Afyuni, M., Shariatmadari, H., Holm, P. E., and Hansen, H. C. B. (۲۰۱۰). Sorption hysteresis of Cd (II) and Pb (II) on natural zeolite and bentonite. Journal of hazardous materials ۱۸۱ (۱), ۶۸۶-۶۹۱.

Brown, S., Chaney, R. L., Hallfrisch, J. G., and Xue, Q. (۲۰۰۳). Effect of biosolids processing on lead bioavailability in an urban soil. Journal of environmental quality ۳۲ (۱), ۱۰۰-۱۰۸.

Krishnani, K. K., Meng, X., Christodoulatos, C., and Boddu, V. M. (۲۰۰۸). Biosorption mechanism of nine different heavy metals onto biomatrix from rice husk. *Journal of hazardous materials* ۱۵۳ (۳), ۱۲۲۲-۱۲۳۴.

Abstract

In soilless culture in the greenhouses, type of substrate and its effect on plant nutrition is important. Coco peat is one of the most popular substrates in the greenhouse. The objective of this study was elucidation the effect of Coco peat on zinc availability due to its sorption capacity. Langmuir and Freundlich models were compared and also the functional groups that associated in sorption process were identified. The results illustrated that the most important functional groups were included -NH (amino), -CH, -C = O, -C = C-, -NH, -CH۲ and -COH. Both models had significant R۲ while the Freundlich model had higher R۲ than the Langmuir model. So the sorption processes was followed by multilayer sorption and it was because of various bounding power of associated functional group. The calculated coefficients of Freundlich model introduced the impact of this growing media on zinc availability for plants.

تأثیر کودشیمیایی و لجن فاضلاب بر تغییرات قابلیت استفاده فسفر در دو خاك آهکی

سمیرا قاسمی پیربلوطی [۱]، علیرضا حسین پور [۲] و شهرام کیانی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد

چکیده
برای بررسی تأثیر کود شیمیایی و لجن فاضلاب بر تغییرات قابلیت استفاده فسفر در دو خاك آهکی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. این تحقیق شامل سه فاکتور لجن فاضلاب (۰، ۲۵ و ۵۰ میلیگرم فسفر بر کیلوگرم)، کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل (۰، ۲۵ و ۵۰ میلي‌گرم فسفر بر کیلوگرم) و نوع خاك (با بافت ریز و درشت) بود. نمونه‌های خاك به مدت پنج ماه در انکوباتور نگهداری شدند. پس از پنج ماه خوابانیدن فسفر قابل استفاده آن‌ها با روش‌های اولسن، کلرید کلسیم و بی‌کربنات آمونیوم- دی‌تی‌پی‌ای تعیین گردید. نتایج مط العه نشان داد که فسفر قابل استفاده خاك‌ها افزایش و تأثیر لجن فاضلاب بیشتر از کود شیمیایی بود. همچنین به دلیل زیاد بودن فسفر در لجن فاضلاب این کود آلی می‌تواند به عنوان منبع فسفر استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: کود شیمیایی فسفره، لجن فاضلاب ، قابلیت استفاده فسفر.

مقدمه
فسفر یکی از عناصر غذایی پر نیاز گیاه بوده و عامل محدودکننده رشد و عملکرد در بسیاری از اراضی کشاورزی می‌باشد. کمبود فسفر یکی از پیچیده‌ترین مسائل در حاصل‌خیزی خاک‌ها است. پیچیدگی فسفر در خاک‌ها به علت پیوندهای قوی فسفات با فازهای جامد آلی و غیر آلی، جذب مداوم توسط گیاهان و ریزجانداران، بازگشت دائمی از موادآلی پوسیده وکند بودن سرعت بسیاری از واکنش‌های فسفر است(سالار دینی،۱۳۸۲). قابلیت دسترسی فسفر در خاك به وسیله تعادل دینامیکی که بین فاز مایع و جامد ترکیبات خاکی که در تغییر و تبدیل فسفر اضافه شده اثر می‌گذارند، کنترل می‌گردد. تثبیت قوی فسفر در خاك‌های آهکی و اسیدی به خوبی شناخته و مشخص شده است و لذا این مسئله مشکلات جدی را در زمینه تغییرات فسفر برای گیاه مطرح ساخته است. علاوه بر این مشخص شده است که فراهمی عناصر غذایی در کودهای شیمیایی و آلی نیز در واکنش‌های رقابتی خاکی مثل تبادل سطحی و رسوب تأثیر بسزایی دارد. همچنین فرایند معدنی شدن فسفر تحت تأثیر شرایط خاک (نظیر pH، دما و رطوبت خاک) طبیعت و نوع کود آلی که به صورت کودی یا بقایای گیاهی و حیوانی به خاک اضافه می‌شود و وضعیت فسفر خاک می‌باشد (جوانمرد و فرقانی، ۱۳۸۴). از طرفی کودهای آلی و شیمیایی لازم و ملزوم یکدیگر بوده و به هر دو نوع کود برای ایجاد شرایط مطلوب جهت رشد گیاهان نیاز می‌باشد. بنابراین استفاده کامل از منابع آلی و یا بیولوژیکی به همراه کاربرد بهینه از کودهای شیمیایی، اهمیت زیادی در حفظ باروری و ساختمان خاك، فعالیت حیاتی و ظرفیت نگهداری آب در خاك دارد (ملکوتی، ۱۳۷۸). در این بین لجن فاضلاب به دلیل ارزان بودن و قرار گرفتن عناصر آن در چرخه غذایی انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و همچنین مقدار ماده آلی به نسبت زیاد لجن می‌تواند اثر مطلوبی بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاك گذارد و این به خصوص برای خاك‌های ایران که با کمبود موادآلی مواجه هستند، دارای اهمیت می‌باشد (افیونی و همکاران، ۱۳۷۷). لبوسکی و لمب (۲۰۰۳) نشان دادند که در کاربرد کودهای حیوانی، فراهمی فسفر با زمان تغییر نمی‌کند (در طول ۹ ماه خوابانیدن) در حالی که در استفاده از کودهای شیمیایی فراهمی فسفر با زمان کاهش پیدا می‌کند. افزون بر این مقدار فسفر فراهم شده از منبع آلی بیشتر از منبع معدنی است. خالید و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعات خود بیان داشتند، با افزایش مدت خوابانیدن فسفر قابل استفاده در خاک با هر دو کودآلی (کودگاوی و کمپوست لجن) و غیرآلی (KH_2PO_4) به طور معنی‌داری کاهش یافت که نتیجه گرفتند که بیشترین مدت بحرانی خوابانیدن درهفته اول بود، در مدت این دوره ۵۰% از فسفر افزوده شده کاهش یافت. استفاده مجدد از ضایعات آلی مانند لجن فاضلاب، روش مناسبی برای بازگرداندن مواد آلی و برخی عناصر غذایی به خاك به شمار می‌رود. اگرچه مطالعاتی در زمینه تأثیر لجن فاضلاب بر خصوصیات خاك و جذب عناصر توسط گیاهان صورت گرفته است، اما مطالعه بر هم‌کنش کود شیمیایی و لجن فاضلاب بر قابلیت استفاده فسفر در دو نوع خاك آهکی در سطح استان چهارمحال و بختیاری انجام نشده است.

مواد و روش‌ها
تهیه و آماده سازی خاک
برای این آزمایش دو خاک آهکی با بافت ریز و درشت از استان چهارمحال و بختیاری و از عمق ۳۰-۰ سانتي‌متری جمع‌آوری گردید. پس از هوا خشک کردن نمونه‌ها را از الک ۲ میلي‌متری عبور داده و سپس ویژگی فیزیکی خاک مانند بافت خاک به روش هیدرومتری (گی و باودر، ۱۹۸۶) تعیین شد. برخی خصوصیات شیمیایی خاك از قبیل قابلیت هدایت الکتریکی (رودز، ۱۹۹۶)، pH

(توماس، ۱۹۹۶)، گنجایش تبادل کاتیونی (سامنر و میلر، ۱۹۹۶)، کربن آلی به روش اکسایش تر (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲)، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی کردن کربنات کلسیم با اسیدکلریدریک و تیتراسیون اسید اضافی با سود (لاپرت و اسپارکز، ۱۹۹۶)، فسفر کل با روش هضم با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک (سامرز و نلسون،۱۹۷۲) و مقدار فسفر قابل استفاده پس از عصاره‌گیری با روش اولسن (اولسن و سامرز،۱۹۸۲) با روش رنگ سنجی اندازه‌گیری شد (مورفی و رایلی، ۱۹۶۲).

تهیه و آماده سازی لجن فاضلاب

لجن مورد استفاده از تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب شهرکرد تهیه شد. لجن هوا خشک شده و از الک ۱ میلیمتری عبور داده شد. قبل از شروع آزمایش برخی خصوصیات شیمیایی لجن فاضلاب اندازه‌گیری شد. این خصوصیات شامل قابلیت هدایت الکتریکی با نسبت ۱:۵ آب به لجن فاضلاب (رودز، ۱۹۹۶)، pH (توماس، ۱۹۹۶)، کربن آلی لجن فاضلاب به روش اکسایش تر (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲)، فسفر کل با روش هضم با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک (سامرز و نلسون،۱۹۷۲) و مقدار فسفر قابل استفاده پس از عصاره‌گیری با روش اولسن (اولسن و سامرز، ۱۹۸۲) با روش رنگ سنجی اندازهگیری شد (مورفی و رایلی، ۱۹۶۲).

مطالعه تاثیر لجن فاضلاب و کودشیمیایی بر فسفر قابل استفاده

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. این تحقیق شامل سه فاکتور : لجن فاضلاب (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم)، کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم) و نوع خاك (با بافت ریز و درشت) بود. پس از اعمال تیمارها رطوبت خاک‌ها به ۲۰ درصد وزنی رسانده شد و خاك‌ها به مدت ۵ ماه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور نگهداری شدند. در این مدت با وزن کردن روزانه نمونه‌ها رطوبت خاك در ۲۰ درصد وزنی ثابت نگه داشته شدند. پنج ماه پس از خوابانیدن نمونه‌های خاک هوا خشک و فسفر قابل استفاده آنها با روش‌های کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار و بی‌کربنات آمونیوم- دی‌تی‌پی‌ای(کو، ۱۹۹۶) استخراج و غلظت فسفر در عصاره‌ها به روش رنگ سنجی (مورفی و رایلی، ۱۹۶۲) تعیین گردید.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و لجن فاضلاب مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های مطالعه شده و لجن فاضلاب

	پ- هاش	بافت	قابلیت هدایت الکتریکی	گنجایش تبادل کاتیونی	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	فسفرقابل استفاده	فسفرکل
			$dS.m^{-1}$	$Cmolc.kg^{-1}$	%	%	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$
خاک ریز بافت	۰۰/۸	رسی	۳۰/۰	۵۰/۲۱	۰۸/۱	۵۲/۴۳	۹۳/۱۶	۰۸/۶۴۱
خاک درشت بافت	۹۲/۷	شنی	۲۶/۰	۸۲/۷	۸۰/۰	۶۰/۲۴	۶۰/۴	۱۷/۹۵۳
لجن فاضلاب	۷۰/۶	-	۸۷/۳	-	۳۶/۲۰	-	۵۱/۲۸۷	۰۷/۵۱۳۱

درعصاره ۱ به ۲ خاک به آب

میانگین اثر تیمارها بر فسفر عصاره‌گیری شده با روش‌های اولسن، کلرید کلسیم و بی‌کربنات آمونیوم دی تی پی ای در پایان انکوباسیون در جدول ۲ نشان داده شده است.

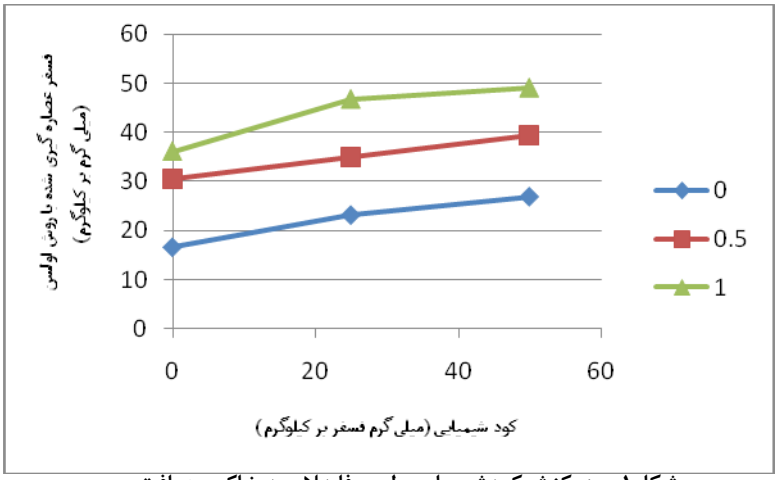
جدول ۲. میانگین اثر تیمارها بر فسفر عصاره‌گیری شده با روش‌های شیمیایی در پایان انکوباسیون

کودشیمیایی $(mg\ P.kg^{-1})$	لجن فاضلاب $(mg\ P.kg^{-1})$							
	۰	۲۵	۵۰	میانگین	۰	۲۵	۵۰	میانگین
	ریز بافت			اولسن	درشت بافت			
۰	i ۶۷/۱۶	f ۴۹/۳۰	d۱۲/۳۶	C۳۶/۲۷	h۲۵/۳ e۲۵/۲۰	d۳۵/۲۷	c۱۶/۳۱	C۹۴/۱۶
۲۵	h ۲۲/۲۳	e ۹۸/۳۴	b۷۳/۴۶	B۹۷/۳۴	g۲۴/۱۲ d۵۱/۲۷	a۳۵/۳۸	b۴۴/۳۴	B ۶۳/۲۳
۵۰	g ۹۵/۲۶	c ۴۷/۳۹	a۰۴/۴۹	A۳۶/۲۷	f۵۳/۱۶	A۲۸/۳۲	B۷۳/۲۷	A۱۰/۳۰
میانگین	C ۸۸/۲۱	B ۹۸/۳۴	A۹۶/۴۳		C۶۷/۱۰			
				کلریدکلسیم				
۰	i ۲۸/۱	g ۴۰/۱	d ۰۱/۲	C۴۰/۱	i ۱۴/۱	d ۶۰/۱	g ۳۰/۱	C۳۴/۱

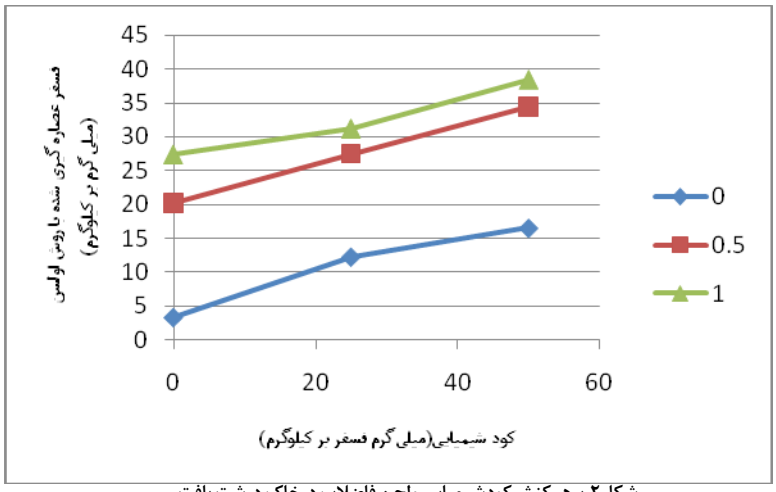
	h ۳۲/۱	e ۱۴/۲	b ۰۳/۳	B۱۶/۲	h ۲۵/۱	e ۵۰/۱	c ۸۱/۱	B۵۱/۱
۲۵								
۵۰	f ۷۰/۱	c ۵۰/۲	a ۳۳/۳		f ۴۵/۱	b ۰۰/۲	a ۳۵/۲	A۹۵/۱
				A۵۱/۲				
میانگین		B			C	B	۹۲/۱ A	
	C۲۷/۱	۰۱/۲	A۷۸/۲		۲۸/۱	۶۱/۱		
				بی‌کربنات آمونیوم دی‌تی‌پی‌ای				
۰	h ۳۱/۵	e ۸۴/۹	d۷۲/۱۲	C۲۹/۹	h ۳۵/۱	e ۸۱/۶	d۴۵/۹	C۸۶/۵
۲۵	g ۴۷/۷	d ۶۷/۱۲	b ۳۱/۱۶	B ۱۴/۱۲	h۲۵/۴	d۲۷/۹	c۱۹/۱۲	B۵۶/۸
۵۰	f ۳۱/۹	c ۴۲/۱۵	a ۷۳/۱۹	A ۸۲/۱۳	f۱۶/۷	b۷۵/۱۴	a۳۷/۱۷	۷۶/۱۳ A
میانگین	C ۳۶/۷	B ۶۴/۱۲	A۲۵/۱۶		C ۲۵/۴	B۲۷/۱۰	A ۰۰/۱۳	

- میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر فسفر عصاره‌گیری شده با سه روش‌های شیمیایی در پایان انکوباسیون نشان داد که اثر نوع خاک بر فسفر قابل استفاده در سطح ۰۰۱/۰ درصد معنی‌دار شده است. این بدین معنی است که اختلاف بین خاک‌های مورد مطالعه به خاطر تفاوت در ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاکها میباشد.فسفرقابل استفاده به روش‌های اولسن، کلریدکلسیم وبی‌کربنات آمونیوم-دی‌تی‌پی‌ای در پایان انکوباسیون باکاربرد کودشیمیایی وآلی نسبت به تیمارشاهدافزایش یافت. درعصاره‌گیراولسن درخاك ریزبافت درتیمارصفردراثراضافه کردن ۲۵ و ۵۰ میلي‌گرم فسفردرکیلوگرم فسفرعصاره‌گیری شده به ترتیب ۲۲/۲۳ و ۹۵/۲۶ میلي‌گرم درکیلوگرم افزایش یافته درحالی که دراثر اضافه کردن ۲۵ و ۵۰ میلي‌گرم فسفردرکیلوگرم به صورت لجن فاضلاب فسفر عصاره‌گیری شده با این روش به ترتیب ۴۹/۳۰ و ۱۲/۳۶ میلیگرم درکیلوگرم افزایش یافته است.مشابه این نتایج دردو عصاره‌گیردیگر وهمچنین درخاك درشت بافت نیز وجوددارد. برهم‌کنش کودشیمیایی ولجن فاضلاب درافزایش فسفرقابل استفاده باروش اولسن درخاك‌های ریزبافت ودرشت بافت درشکل ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱.برهم‌کنش کودشیمیایی ولجن فاضلاب درخاک ریز بافت



شکل۲.برهم‌کنش کودشیمیایی ولجن فاضلاب درخاک درشت بافت

باتوجه به نتایج درخاك ریزبافت درتیمارصفر لجن فاضلاب در عصاره‌گیر بی‌کربنات آمونیوم دی‌تی‌پی‌ای میانگین فسفر عصاره‌گیری شده ۳۶/۷ میلي‌گرم درکیلوگرم و درتیمارصفر کودشیمیایی ۷۲/۱۲ میلي‌گرم درکیلوگرم میباشد.این نتایج درخاك درشت بافت ودوعصاره‌گیرنیزمشاهده می‌شود.این نتایج نشان می‌دهند که کاربردلجن فاضلاب درخاك‌های آهکی می‌تواندعلاوه بربهبودویژگی‌های فیزیکی وبیولوژیکی خاك جانشینی برای کودهای فسفره می‌باشد.حلاج نیاوهمکاران (۱۳۹۲) بیان کردندکه تشکیل کمپلکس‌های آلی-فلزی بافسفربه ویژه کمپلکس‌های آلی روی سطوح کربنات کلسیم و اکسیدهای آهن وآلومنیوم یکی ازدلایل اصلی افزایش فراهمیفسفردرنتیجه کاربرد موادآلی است.بارونی واولسن (۱۹۷۹) اظهارنمودندکه حضورماده آلیدرخاک باعث افزایش جمعیت ریزجانداران وفشارجزئی گازدی‌اکسیدکربندرهوای خاک می‌شود،ریز جانداراننیزباتولیدانواع متابولیت‌هاواسیدهای آلی سبب کاهش پ.هاش خاک شده که این امرباعث افزایش میزان عناصرغذایی پرمصرف به خصوص فسفردرمحلول خاک می‌شوددرنتیجه دسترسی گیاه به این عناصرافزایش می‌یابد.

منابع

افیونی، م. رضایی نژاد، ی. و خیامباشی، ب. ۱۳۷۷. اثر لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین به وسیله کاهو و اسفناج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (شماره ۱)، صفحات ۱۹تا ۳۰.

جوانمرد، ا. و فرقانی، ا. ۱۳۸۴. اثر مواد افزودنی مختلف بر فسفر قابل استفاده در خاک‌های مختلف. صفحه ۲۰۵. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران.

حلاج نیا، ا. حق نیا، غ. ح. فتوت، ا و خراسانی، ر. ۱۳۸۵. تأثیر ماده آلی بر فراهمی فسفر در خاک‌های آهکی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره چهارم، صفحه ۱۳۲-۱۲۱.

سالار دینی، ع. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک (چاپ ششم). انتشارات دانشگاه تهران.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، کرج، صفحه ۴۶۰.

Baruni, B., and Olsen, S.R. ۱۹۷۹. Effect of manure on solubility of phosphorus in calcareous soil. Soil Sci, ۱۲۸: ۲۱۹-۲۲۵.

Gee G. W. and Bauder J. W. ۱۹۸۶. Particle size analysis. In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۱ (۲th Ed.).The American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, pp. ۳۸۳-۴۱۱.

Khalid M., Ghoneim A., Modaihsh A. S., Mahjoub M. O. andZekr M. ۲۰۱۳. Phosphorus availability in calcareous soils amended with organic and inorganic phosphorus sources water, food, energy & innovation for a sustaiable world. ASA, CSSA, & SSSA International Annual Meetings Nov,۳-۶.

Kuo S. ۱۹۹۶. Phosphorus. In: D. L. Sparks (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part ۳, Chemical properties.Soil Science Society of America. Madison, WI, pp. ۸۶۹-۹۲۰.

Laboski C. A. M. and Lamb J. A. ۲۰۰۳. Changes in soil test phosphorus concentration after application of manure. Soil Science Society of America Journal ۶۷: ۵۴۴-۵۵۴.

Loeppert R. H. and Sparks D. L. ۱۹۹۶.Carbonate and Gypsum. In: D. L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Properties. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, pp. ۴۳۷-۴۷۴.

Murphy J. and Rilley H. P. ۱۹۶۲.A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta ۲۷: ۳۱-۳۶.

Nelson D. W. and Sommers L. E. ۱۹۸۲.Total carbon, organic carbon and organic matter. In: sparka, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Soil Science Society of America. Madison, WI, pp. ۵۳۹-۵۷۹.
Olsen S. R. and Sommers L. E. ۱۹۸۲.Phosphorus. In: Klute A. (Ed), Methods of Soil Analysis. Part۱, chemical and biological properties.Soil Science Society of America. Madison, WI.
Rhodes J. D. ۱۹۹۶. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: D. L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Properties. Soil Science Socity of America. Madison, Wisconsin, pp. ۴۱۷-۴۳۵.
Sumner M. E. and Miller W. P. ۱۹۹۶. Cation exchange capacity and exchange coefficient. In: D.L.Sparks (Ed.),Methods of soil analysis. Part ۳,chemical methods. SSSA, Madison, WI, pp. ۱۲۰۱-۱۲۰۳.
Thomas G. W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. In: D. L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Properties. Soil Science Society of America and America Socity of Agronomy. Madison, Wisconsin, pp. ۴۷۵-۴۸۳.

Abstract

To investigate the effect of chemical fertilizers and sewage sludge on changes phosphorous availability in two calcareous soils a factorial experiment done in a completely randomized design with three replications. The study consisted of three factors: sewage sludge (۰, ۲۵ and ۵۰ mg P. $kg^{-۱}$), triple superphosphate fertilizer (۰, ۲۵ and ۵۰ mg P. $kg^{-۱}$) and soil (fine and coarse texture), respectively. Soil samples incubated at ۲۵ ℃ for ۵ months. After that ۵ months incubation, available P was extracted with methods Olsen, $CaCl_۲$ and AB-DTPA. At the end of study available P soils increases and the effect of sewage sludge was higher than chemical fertilizer. Also Due to the higher phosphorus in the sewage sludge, this manure could be used as a source of phosphorus.

تأثیر میکوریزا و کود زیستی فسفاته بارور ۲ بر برخی صفات ریحان تحت تأثیر سطوح کود فسفر

مرضیه رعیت پیشه [۱]، حامد بخرد [۲]، بتول مهدوی [۳]
کارشناسی ارشد علوم خاک از دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان (عج)،۲- کارشناسی ارشد زراعت از دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان (عج)،
۳-استادیار گروه زراعت دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان (عج)

چکیده

به منظور بررسی اثر کود شیمیایی فسفر و کودهای بیولوژیک فسفره بر عملکرد کمی و کیفی گیاه ریحان آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک¬های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال ۱۳۹۳ انجام شد. فاکتور اول کود شیمیایی فسفر شامل ۳ سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور دوم کودهای زیستی در ۳ سطح (فسفات بارور ۲، مایکوریزا و فسفات بارور ۲ + مایکوریزا) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که اثر کود شیمیایی فسفر بر اکثر صفات کمی و کیفی گیاه ریحان به جز طول برگ هزار دانه تاثیر معنی‌داری داشت. هم‌چنین اثر کودهای زیستی اکثر صفات گیاه ریحان به جز طول و تعداد برگ در بوته بر روی سایر صفات تاثیر معنی‌داری داشت. اثر متقابل کود شیمیایی فسفر و کود زیستی نیز بر ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد معنی دار شد. بیشترین ارتفاع بوته، درصد اسانس و عملکرد اسانس مربوط به ترکیب تیماری ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل و کود زیستی فسفات بارور ۲ + مایکوریزا بود. بر اساس نتایج این آزمایش، بهترین ترکیب تیماری که می¬توان توصیه کرد، تیمار ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل با کود زیستی فسفات بارور ۲+ مایکوریزا است. بطور کلی می¬توان گفت که در اثر مصرف کود فسفر و کود های زیستی بهترین شرایط برای رشد گیاه ریحان ایجاد شده است.

واژه های کلیدی: اسانس، ریحان، فسفات بارور ۲، مایکوریزا

مقدمه

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* از خانواده Lamiaceae می¬باشد که هم به¬عنوان یك سبزی و هم به عنوان گیاه دارویی کاربرد فراوانی دارد. استفاده از کودهای آلی و غیر آلی برای اهداف مختلف رشد در سبزی¬ها کاربرد فراوانی دارد. کودهای آلی به علت داشتن اثرات غیر مخرب زیست محیطی کمتر امروزه طرفداران فراوانی یافته اند. نتایج تحقیقات نشان می¬دهد که مقادیر بسیار کم از اسید های آلی اثرات زیادی در خصوصیات فیزیکی ، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به علت وجود ترکیبات هورمونی اثرات زیادی در افزایش عملکرد و تولید محصولات کشاورزی دارد (سمات و ملکوتی، ۱۳۸۴). یکی از مهم¬ترین عوامل موثر در تولید ریحان کود فسفر می¬باشد. فسفر یکی از عناصر مهم برای رشد گیاهان بوده و اساس تشکیل پروتئین و اسید نوکلئیک می¬باشد. با توجه به اهمیت این عنصر تأمین مقدار مورد نیازآن برای گیاه بسیارضروری است، اما از آنجا که قسمت اعظم فسفر در خاک تثبیت می¬شود راندمان مصرف فسفر بسیار پایین است. کودهای زیستی با توجه به ساختار خاص و فعالیت¬های متابولیکی در خاک می¬توانند این فسفر تثبیت شده را قابل استفاده برای گیاه درآورند. بنابراین در نظام کشاورزی پایدر کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه ای در تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است. کود فسفره عالی با نام تجاری بارور-۲ نوعی کود زیستی حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات از گونه‌های باسیلوس لنتوس و سودوموناس پوتیدا می¬باشد که به ترتیب با استفاده از دو ساز و کار ترشح اسیدهای عالی و اسید فسفاتاز باعث حل ترکیب¬های فسفری نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آن برای گیاه می شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۳ در مزرعه مرکز تحقیقات کهنوج در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوك‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از: - فاکتور اول یا سوپرفسفات تریپل شامل ۳ سطح: شاهد (صفر کیلوگرم در هکتار)، ۵۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار- فاکتور دوم یا کود زیستی شامل ۴ سطح شاهد (بدون کود)، مایکوریزا، فسفات بارو ۲ و مایکوریزا + فسفات بارور ۲ بود. بذر ریحان در کرت‌ها به ابعاد نیم متر مربع کشت و پس از سبز شدن، با فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی متر و فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی متر کشت شدند. کاشت بوته¬ها به فاصله ۱۰ سانتی¬متر روی ردیف و ۳۰ سانتی¬متر فاصله ردیف¬ها کاشت شد. قبل از کاشت زمین شخم دیسک و تسطیح شده و پس از کرت‌بندی و آبیاری، کودهای شیمیایی طبق نقشه آزمایش به کرت¬ها اضافه شد. ریشه ریحان با آبی که حاوی مایه تلقیح بود آغشته و بلافاصله کاشت صورت گرفت. سطوح تیمار باکتریهای حل کننده فسفات (بارور ۲) شامل مصرف و عدم مصرف بوده و توام با کود شیمیایی فسفر استفاده شد. هنگامی که گیاه ۵۰% به گلدهی رفت، برداشت انجام و بلافاصله پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل و فاکتورهای مورد نظر ثبت شدند. برای اندازه گیری ارتفاع بوته از محل روئیدن گیاه روی خاک تا زیر گل‌آذین بوسیله ی شاخص ارتفاع اندازه گیری شد.

برای اندازه¬گیری قطر ساقه، توسط کولیس قطر میانگره سوم-چهارم هر بوته اندازه¬گیری شد. وزن تر و وزن خشک گیاه بوسیله ی ترازوی دقیق دیجیتالی محاسبه گردید. هم‌چنین میزان اسانس گیاه نیز بوسیله¬ی لوله¬ی مدرج دستگاه کلونجر صورت گرفت. پس از آسیاب کردن گیاه خشک شده ریحان، مقدار ۵۰ گرم ازماده خشک را در بالن ریخته با آب مخلوط کرده و روی هیتر دستگاه کلونجر به مدت دو ساعت قراردادیم. اسانس از بخار آب درقسمت لوله تقطیر که به جریان آب سرد متصل است به شکل مایع در آمده و اسانس که از آب سبکتر است به صورت قطره روغن روی آب قرار گرفت. دادهای حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین تیمارها در سطح یک و پنج درصد توسط آزمون چند دامنه¬ای دانکن انجام و شکل¬های مربوطه با استفاده از برنامه EXCEL و جدول¬ها توسط نرم افزار WORD رسم شدند.

نتایج و بحث

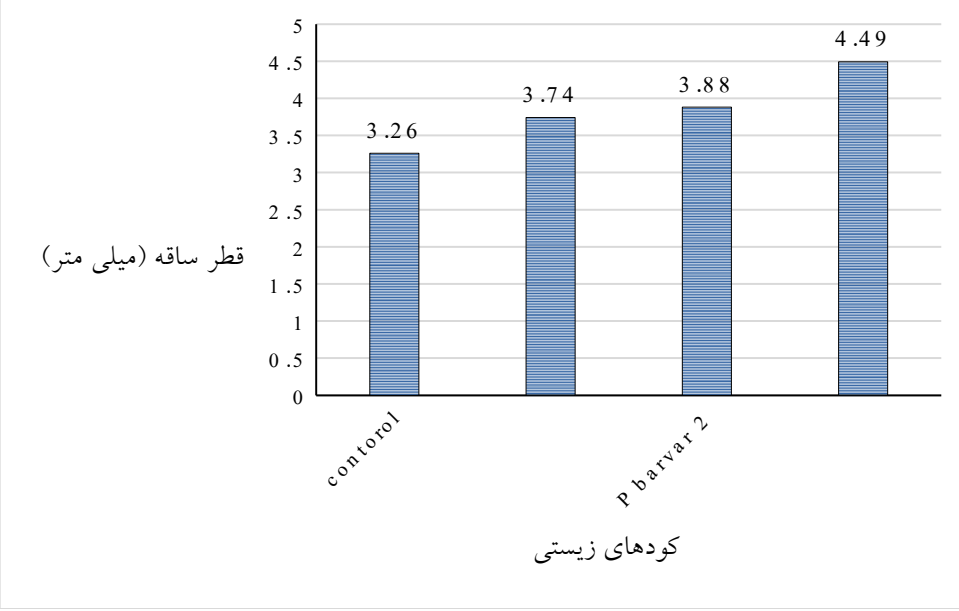
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود شیمیایی فسفر و کودهای زیستیهم‌چنین اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع بوته گیاه ریحانمعنی‌دار شد(جدول ۱).

جدول ۱ -تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی ریحان تحت تاثیر کودهای شیمیایی و زیستی

منابع تغییرات	درجه ازادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد برگ در بوته	تعداد گل در بوته	طول برگ
تکرار	۲	۶/۱۳ ns	۱۹/۲ ns	۲۱/۰ ns	۱۰۹/۰ ns	۳/۶ ns
کود شیمیایی فسفر(A)	۲	۴/۶۵*	۷۹/۴**	۳۱/۸**	۰۷۵/۳**	۵/۲ ns
کود زیستی (B)	۳	۶۳/۴۲**	۳۷/۸**	۲/۱ ns	۷۳۶/۰**	۳/۲ ns
اثرمتقابل A×B	۶	۷/۵۲**	۱۴/۰ ns	۰۲۰/۰ ns	۰۷۵/۰ ns	۳/۸ ns
خطا	۲۲	۶/۱۰	۷۱/۰	۴/۱۱	۰۴۵/۰	۲/۱۱
ضریب تغییرات		۷/۷	۴۹/۶	۵۱/۵	۴۵/۵	۱۶/۱۲

ns* و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معني‌دار، معني‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

نتایج مقایسات میانگین داده‌های ارتفاع ریحان نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۴۲/۵۱ سانتی‌متر متعلق به تیمار ترکیب کود مایکوریزا + سوپر فسفات بارور ۲ با کود شیمیایی فسفر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با (شکل ۱) و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد و با میانگین ۳۲ سانتی‌متر بود. در خصوص اثر کودهای زیستی بر افزایش ارتفاع بوته باید اظهار داشت که این امر احتمالا ناشی از افزایش جذب عناصر غذایی، به ویژه فسفر و نیتروژن و تأثیر آن بر بهبود فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد بوته است. نتایج این آزمایش با نتایج تحقیقات روی گیاه چای (Biswas et al, ۲۰۰۲) روی رازیانه (Azzaz et al., ۲۰۰۹) و روی گیاه ریحان (Swaefy Hend et al., ۲۰۰۷) مطابقت داشت.

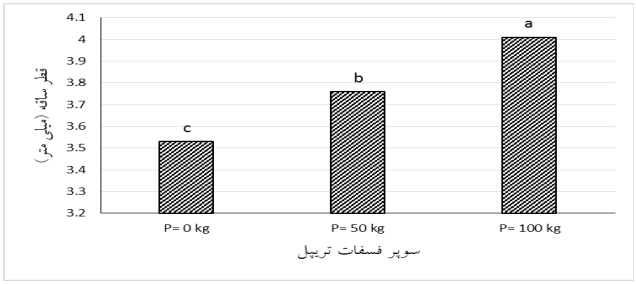


میانگین‌ها با حروف مشابه در هر سطح کود بر اساس آزمون دانکن) شکل ۱ - اثر متقابل کود شیمیایی فسفر و کود زیستی بر ارتفاع گیاه ریحان (.اختلاف معني‌داری با هم ندارند (P<۰.۰۵)

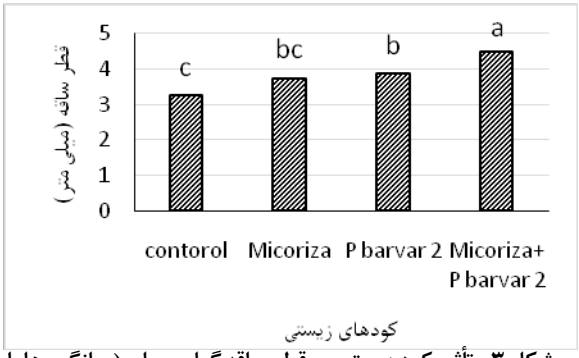
بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) اثر کود شیمیایی و کودهای زیستی بر روی قطر ساقه گیاه ریحاننیز معنی‌دارگردید، اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌های کود شیمیایی فسفر بر روی قطر ساقه

گیاه ریحان دریافت شد که با افزایش سطح کود فسفر بر میزان قطر ساقه افزوده شد به طوری که بیشترین قطر ساقه را سطح ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار سوپر فسفات تریپل با میانگین ۰۱/۴ میلی‌متر به خود اختصاص دادو کمترین میزان قطر ساقه مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۵۳/۳ میلی‌متر بود (شکل ۲). در ارتباط با کودهای زیستی،نتایج نشان داد که بیشترین قطر ساقه مربوط به ترکیب تیماری مایکوریزا و فسفات بارور ۲ بود و کمترین میزانآن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۳).

.

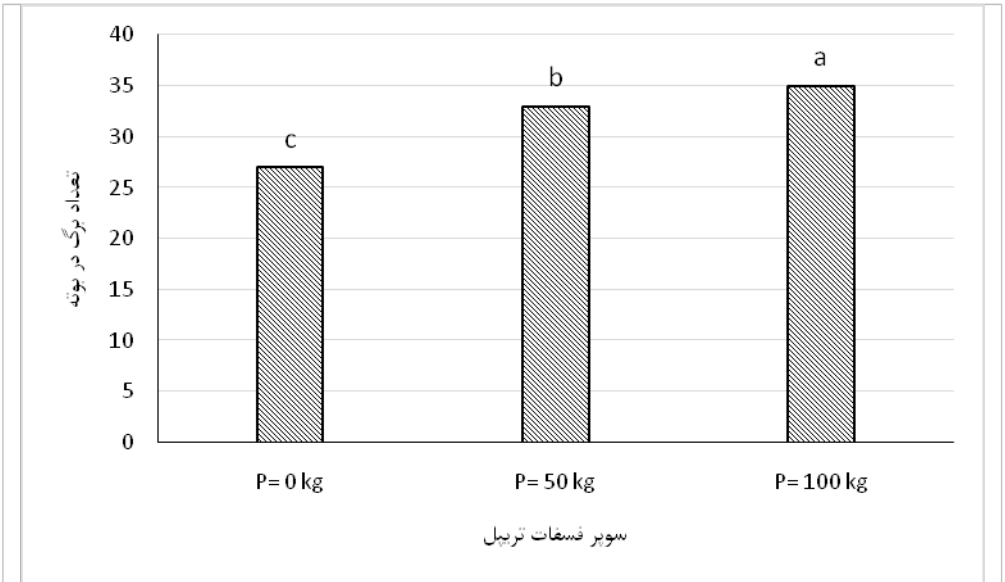


شکل ۲- تأثیر کود شیمیایی فسفر بر قطر ساقه گیاه ریحان (میانگین‌ها با حروف مشابه در هر سطح کود اختلاف معني‌داری با هم ندارند.)



شکل ۳- تأثیر کود زیستی بر قطر ساقه گیاه ریحان (میانگین‌ها با حروف مشابه در هر سطح کود اختلاف معني‌داری با هم ندارند.)

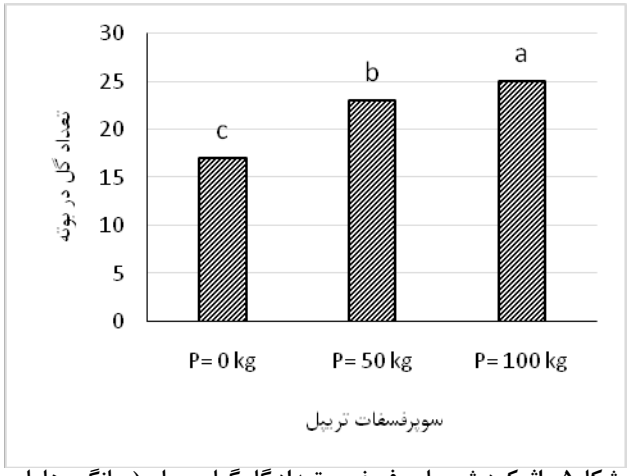
بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس، اثر کود زیستی بر تعداد برگ معنی دار نشد و تنها اثر مصرف کود شیمیایی فسفر برتعداد برگ دربوتهمعنیدارشد (جدول ۱). نتایجنشان دادکهبیشترینتعداد برگ در بوته بهترتیبمتعلقبهتیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر با میانگین ۳۵ عدد برگوکمترینآنمتعلقبه شاهد با میانگین ۲۷ برگ در بوته بود (نمودار ۴).نتایجحاصلازتجزیهواریانسنشاندادکه هیچ یک کدام از کودها تاثیر معنی‌داری بر طول برگ گیاه ریحان نداشت (جدول ۱).



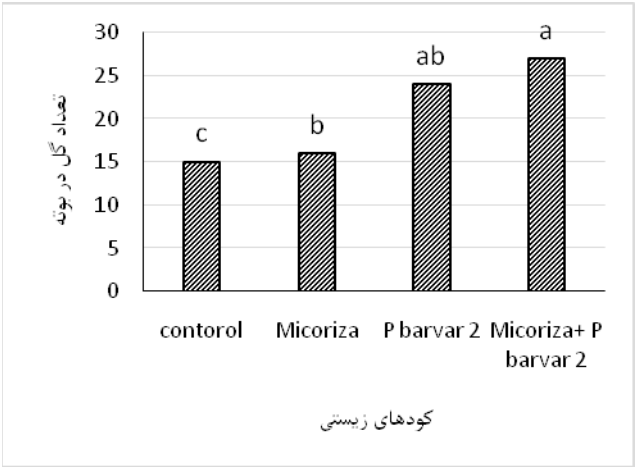
شکل ۴- اثر کود شیمیایی فسفر بر تعداد برگ گیاه ریحان (میانگین‌ها با حروف مشابه در هر سطح کود اختلاف معني‌داری با هم ندارند.)

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس، اثر مصرف کود شیمیایی فسفر برتعداد گل دربوتهمعنیدارشد (جدول ۱). بیشترینتعداد گل در بوته بهترتیبمتعلقبهتیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر با میانگین ۲۷ عدد گلوکمترینآنمتعلقبه

شاهد با میانگین ۱۷ گل در بوته بود. (شکل ۵). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین داده های اثر کود زیستی بر روی تعداد گل در بوته نشان داد که تیمار کود مایکوریزا+فسفات بارور ۲ بیشترین تعداد گل در بوته با میانگین ۲۷ گل در بوته و تیمار شاهد با ۱۵ گل در بوته کمترین تعداد گل را به خود اختصاص داد (شکل ۶).



شکل۵- اثر کود شیمیایی فسفر بر تعداد گل گیاه ریحان (میانگین‌ها با حروف مشابه در هر سطح کود اختلاف معني‌داری با هم ندارند.)



شکل ۶- تأثیر کود زیستی بر تعداد گل گیاه ریحان (میانگین‌ها با حروف مشابه در هر سطح کود اختلاف معني‌داری با هم ندارند.)

بحث و نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد اثر کود شیمیایی فسفر بر ارتفاع بوته در سطح ۵% و عملکرد اسانس در سطح ۱% معنی دار بود. اثر متقابل کود شیمیایی فسفر و کود فسفر زیستی نیز بر وزن خشک اندام هوایی و عملکرد اسانس در سطح ۱% معنی دار بود. هم‌چنین میکوریزا صفات کمی و کیفی ریحان را افزایش داد. بنابراین جایگزینی کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی، نویدبخش کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی های زیست محیطی در آینده می باشد. نتایج آزمایش حاکی از برتری کودهای بیولوژیک و ترکیب آنها نسبت به شاهد در صفات اندازه گیری شده و نیز پاسخ مثبت گیاه دارویی ریحان نسبت به این نوع تیمار بود.

منابع

سماوات س. و ملکوتی م. (۱۳۸۴). ضرورت استفاده از اسیدهای آلی(هیومیک و فولیک) برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی تحقیقات خاک و آب ۴۶۳: ۱-۱۳.

Azzaz, N.A., Hassan, E.A. and Hamad, E.H .۲۰۰۹. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal. Basic and Applied Science. ۳(۲): ۵۷۹-۵۸۷.

Biswas. D., Hazarika, N.C., Hazarika, D., Doloi,P. andMahanta. J. ۲۰۰۲. Study on Nutritional Status of Tea Garden Workers of Assam with Special Emphasis to Body Mass Index (BMI) and Central Obesity. Journal Hum. Ecol. ۱۳(۴): ۲۹۹-۳۰۲ (۲۰۰۲).

Swaefy Hend, M.F., Weaam, R.A., Sakr, A.Z. and Ragab, A.A. ۲۰۰۷.Effect of some chemical and biofertilizers on peppermint plants grown in sandy soil, Agric. Sci. Ain Shams Univ. Cairo, ۵۲: ۴۵۱-۴۶۳.

Abstract

To evaluate effects of chemical phosphorus fertilizer and biological phosphorus fertilizer on yield and the quality of basil a factorial experiment arranged in completely randomized design with three replicates in ۱۳۹۳. The first

factor, chemical phosphorus, had three levels (۰, ۵۰, ۱۰۰ kg/hac-۱) and the second factor, biological Phophorus fertilizer, had three levels too (phosphate fertilizer ۲, mycorrhiza, phosphate fertilizer ۲ + mycorrhiza). Results showed that chemical phosphorus fertilizer had significant effects on quantitative and qualitative characters, except for Leaf length and ۱۰۰۰-seed weight. Effects of biological fertilizers were significant on majority of characters in basil, except for Length and width of leaf and Number of leaves per plant. Interaction effects of chemical phosphorus and biological phosphorus fertilizer was significant on canopy height, essence percentage and essence yield of basil, (p>۰.۰۵). Compare means showed that the highest height, essence percentage and essence yield obtained in ۱۰۰ (Kg/hac-۱) Triple-super- phosphate and biological phosphate fertilizer ۲+ mycorrhiza. Based on results the best fertilizer compound was ۱۰۰ (kg/hac-۱) Triple-super- phosphate with biological phosphate fertilizer ۲ + mycorrhiza. Generally, it could be said that effects of phosphorus fertilizer and biological fertilizer increased availability of nutrients, which is required by plant, and caused the best growing condition for the basil.

مدیریت بهینه کودی گیاهان دارویی (به لیمو) در راستای تحول نظام سلامت

علی اکبر زارع ۱، محمدجعفر ملکوتی ۲، حسینعلی بهرامی ۳، اکبر حسنی ۴
۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۲-استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۳-دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۴-عضو هیئت علمی گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان

چکیده
عمده تحقیقات صورت گرفته در زمینه گیاهان دارویی در ایران، مصرف بهینه کود رعایت نشده وکودهای مصرفی عمدتا اوره و سوپر فسفات تریپل بوده و به عناصر ریزمغذی، گوگرد و کودهای آلی و زیستی توجه نشده است. جهت بررسی نقش مصرف بهینه کود در خصوصیات کمی و کیفی به‌لیمو، آزمایشی شامل چهار تیمار کودی و در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی درگلخانه دانشکده کشاورزی تربیت مدرس، انجام گرفت. تیمار اول = شاهد (بدون مصرف کود)؛ تیمار دوم= عرف زارع (NP)؛ تیمار سوم= مصرف بهینه کود؛ و تیمار چهارم= تیمارسوم + کود زیستی بودند. نتایج با نرم افزار SASمورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که عملکرد وزن خشک و میزان اسانس در تیمار شاهد به ترتیب ۱۳۲۸ و ۳۱/۱۴ کیلوگرم در هکتاربود، این ارقام در تیمارهای دوم به ترتیب ۱۷۸۶، ۷۳/۲۰؛ سوم ۲۳۹۶، ۱/۳۸؛ چهارم ۲۵۲۳، ۹۵/۳۹بود که در سطح یک درصد معنی دار شد.

واژه‌های کلیدی: مصرف بهینه کود، گیاه دارویی، اسانس، کود زیستی

مقدمه
مایر معتقد است که سلامتی از مزرعه می‌آید نه از داروخانه (Mayer, ۲۰۰۸). رتبه سلامت ایران در بین ۱۹۲ کشور جهان ۱۲۳ گزارش گردیده (سخنرانی دکتر ملکوتی در مراسم چهره های ماندگار، ۱۳۸۷) که مهمترین دلیل این امر سوء تغذیه عنوان شده است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). یکی از مهمترین دلایل این امر عدم رعایت مصرف متعادل کودها می‌باشد که استمرار در مصرف نامتعادل کودها (کوددهی بدون توجه به آزمون خاک) سبب شده تا علاوه بر کاهش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی منجر به سوء تغذیه انسان نیز گردیده و بیماری‌های متعددی را در انسان ایجاد نماید (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷; Malakouti, ۲۰۰۷). تغذیه صحیح گیاهان علاوه بر اینکه اثر قابل ملاحظه‌ای بر پیشگیری از مواجهه گیاه با عوامل بیماری‌زا و یا کاهش خسارات آفات و بیماری‌ها دارد (خوشگفتارمنش،۱۳۸۶) همچنین در افزایش سطح سلامت جامعه نیز مؤثر است (ملکوتی و همکاران،۱۳۸۷). یکی از عوامل افزایش تولید و بهبود کیفیت، رعایت اصول مصرف بهینه کودها و مصرف آنها مطابق با نیاز گیاه و نتایج آزمون خاک و آب می‌باشد. به طوری که این دو عامل می‌توانند نقش بسیار مهمی در افزایش تولید داشته باشند. آزمون خاک روشی است که بر مبنای احتیاج گیاه مقدار دقیق نیاز کودی را محاسبه می‌کند. اما مقدار عناصر غذایی مورد نیاز گیاه براساس دو عامل مقدار جذب عناصر غذایی توسط محصول و پتانسیل خاك برای تامین به موقع مواد غذایی برای گیاه تعیین و محاسبه می‌شود. یکی از اصول اولیه تولید پایدار، ارتقاء کیفی خاک از بعد حاصلخیزی و بر گرداندن مجدد عناصر غذایی جذب شده توسط گیاهان به خاک می‌باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). به طور کلی، امروزه ارتباط بین غلظت عناصر غذایی با کیفیت محصول به خوبی مشخص شده و در این زمینه تحقیقات زیادی صورت گرفته است. علاوه بر این، عناصر کم مصرف با وجود نیاز اندک گیاهان به آنها نقش اساسی در تغذیه، واکنش‌های آنزیمی، فرایندهای متابولیکی و مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌ها و شرایط نامساعد محیطی ایفا می‌کنند (Patil et al, ۲۰۰۸). گیاه دارویی به‌لیمو (Lippia citriodora) از خانواده‌ی شاه‌پسند (Verbenaceae)، درختچه‌ای است به ارتفاع ۵/۱ تا ۲ متر (مظفرّیان، ۱۳۸۸؛ Meshkatalsadat et al., ۲۰۱۰)، برگ به‌لیمو دارای خواص ضدّ تشنج، ضدّ انقباض، تب‌بُر، آرام‌بخش بوده و دارای سابقه‌ای طولانی در درمان آسم، اسپاسم، سرماخوردگی، سردرد، تب، نفخ، اسهال، سوء هاضمه، بی‌خوابی و اضطراب می‌باشد (Meshkatalsadat et al., ۲۰۱۰). تولید و مصرف بی رویه نهاده‌های شیمیایی (کودهای شیمیایی، قارچ‌کُش ها و آفت‌کُش‌ها) در کشاورزی متداول در طی چند دهه اخیر مشکلات زیست محیطی بسیار زیادی به همراه داشته است. در این بین می‌توان به آلودگی منابع آب، خاک، کاهش کیفیّت محصولات غذایی و برهم‌خوردن تعادل زیستی در محیط خاک که صدمات جبران‌ناپذیری به اکوسیستم‌ها وارد می‌سازد، اشاره کرد (Melero et al., ۲۰۰۸). یکی از عملیاتی که امروزه مطابق با اصول کشاورزی پایدار در راستای حاصلخیزی خاک رایج شده است، استفاده از کودهای زیستی است. در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخودار است. کودهای زیستی، ریزموجودات باکتریایی و قارچی هستند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول‌کردن فسفر خاک (به ویژه در مناطقی که کلسیم خاک بالا باشد)، با تولید مقادیر قابل ملاحظه‌ای هورمون‌های محرک رشد (عمدتاً انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکنین) بر رشد و نمو و عملکرد گیاهان زراعی و همچنین ویژگی‌های خاک تأثیر می‌گذارند ((Zahir et al., ۲۰۰۴. کودهای زیستی امروزه قادرند در برخی موارد به عنوان جایگزین و در اکثر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی، پایداری تولید را در نظام‌های کشاورزی تضمین کنند (Vessy, ۲۰۰۳). کودهای زیستی شامل مواد متراکم

یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاکزی و یا به صورت فرآورده متابولیکی این موجودات می‌باشد که به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک اکوسیستم زراعی به کار می‌روند. باکتری‌های افزاینده رشد[۴۸] از مهم‌ترین کودهای زیستی می‌باشند (Sharma, ۲۰۰۲ a; Violent et al., ۲۰۰۷). فراهم‌سازی شرایط لازم برای استفاده بیشتر از فرایندهای طبیعی مانند تثبیت بیولوژیکی نیتروژن یکی از راه‌کارهای تولید بهینه محصول و مهم‌تر از آن حفظ سلامت محیط زیست است که امروزه در کشورهای مختلف به طور جدی دنبال می‌شود. از این‌رو به منظور استقرار یک سیستم کشاورزی پایدار، به‌کارگیری کودهای زیستی از اهمیت بسزایی برخوردار است. استفاده از باکتری‌ها به عنوان کود زیستی در افزایش کارایی کودهای نیتروژن و فسفر و در نتیجه بهبود رشد چندین گیاه زراعی معرفی شده اند (Violent et al., ۲۰۰۷). این باکتری‌ها ممکن است در ریزوسفر، سطح ریشه یا حتی فضای درون سلولی گیاهان تجمع یابند (Wu et al., ۲۰۰۵). این باکتری‌ها همچنین از طریق تولید مواد شبه هورمونی، کاهش سطوح اتیلن، فراهم‌کردن مواد غذایی، کنترل زیستی و ایجاد مقاومت گیاه به استرس‌های محیطی مختلف از جمله کمبود آب و عناصر غذایی و کاهش سمیت عناصر سنگین در گیاه را یاری می‌کنند (Violent et al., ۲۰۰۷).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. پس از ریشه دار نمودن قلمه ها سپس در کرت ها یی به ابعاد ۵/۱ در ۳ متر و به فاصله ۶۰ در ۵۰ سانتی متر در گلخانه منتقل شدند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار در ۳ تکرار به شرح (T۱): شاهد)، (T۲: عرف زارع)، (T۳: مصرف بهینه کود و (T۴ : مصرف بهینه کود همراه با کود زیستی، انجام شد. کود زیستی شامل نیتروکسین و فسفاتین مصرف شدند. در تیمار کوددهی سنتی مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل استفاده گردید. در مصرف متعادل کود، ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کلریدپتاسیم و ۶۰ کیلوگرم در هکتار کلات آهن از منبع سکوسترین ۱۳۸ ، ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۲۰ کیلوگرم سولفات منگنز استفاده شد (براساس جدول تجزیه خاک). برداشت گیاهان در مرحله تمام‌گُل صورت پذیرفت.

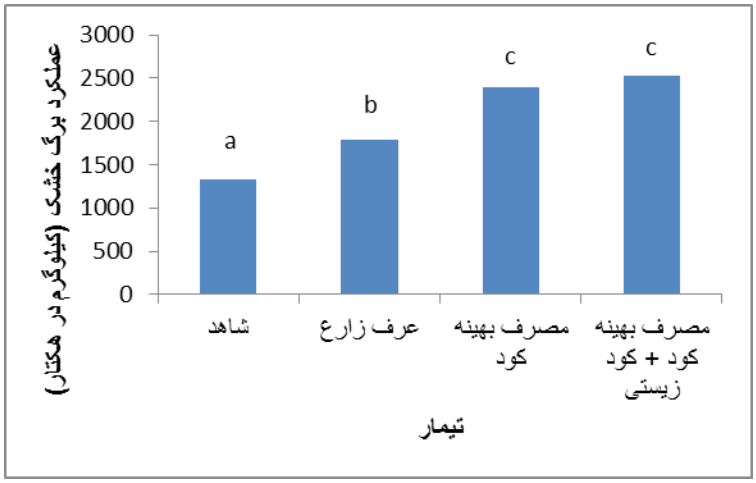
جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش

بافت	pH	EC (dS/m)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
لومی-شنی	۴/۷	۷/۱	۰۶/۰	۱۶/۲۳	۸/۱۳۴	۷۲۰	۰۸۲/۲	۱۲/۲	۹۵۴/۰	۷۵۸/۰	۱۶۲/۲

نتایج و بحث

الف) عملکرد خشک

نتایج نشان داد که از نظر عملکرد برگ خشک تفاوت معناداری در سطح احتمال یک درصد بین تیمار وجود دارد (شکل ۱). بر این اساس عملکرد برگ خشک در تیمار شاهد به مقدار ۱۳۲۸ کیلوگرم در هکتار و در تیمارهای دوم ۱۷۸۶، سوم ۲۳۹۶ و چهارم ۲۵۲۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. در عملکرد خشک این گیاه بهترین تیمارهای کودی تیماهای مصرف بهینه کود و مصرف بهینه کود به همراه کود زیستی بدست آمدند. به طور کلی با توجه به این‌که وجود همه عناصر (پرمصرف و کم‌مصرف) در گیاه ضروری می‌باشد، لذا عناصر کم مصرف طبق گزارش‌های موجود باعث افزایش کارایی عناصر پرمصرف در گیاه می‌گردند و سبب می‌گردند تا عناصر پرمصرف بیشترین کارایی را در گیاه داشته باشند.



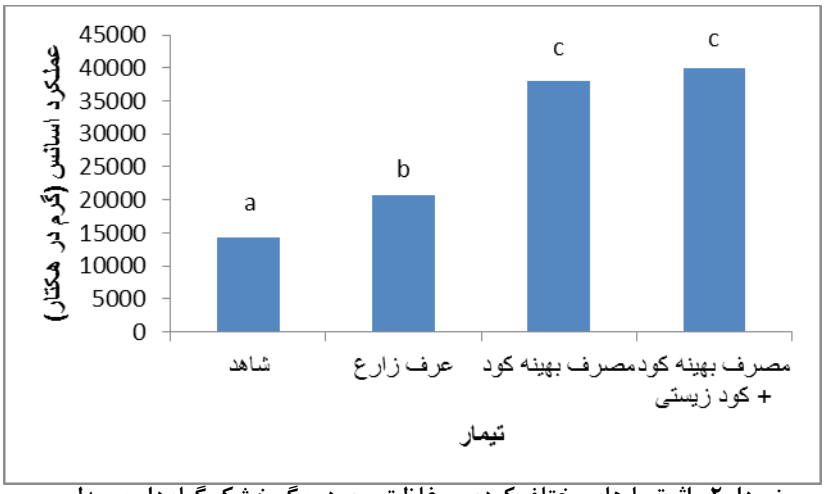
[۴۸].PGPR

شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد برگ خشک گیاه دارویی به‌لیمو

به‌طور مثال عمده وظایف روی در گیاه، سنتز پروتئین می‌باشد و کمبود آن پروتئین را کاهش و آمینواسیدهای آزاد و آمیدها را افزایش می‌دهد. روی در تولید پروتئین، ساخته شدن هورمون اکسین و آنزیم‌های مسؤل تولید نشاسته مؤثر است. روی در فتوسنتز، سوخت و ساز، در فعال‌سازی آنزیم نیترات رداکتاز و آنزیم‌های انتقال‌دهنده فسفات مؤثر است. با افزایش روی، تولید تریپتوفان و هورمون‌های رشد اکسین افزایش می‌یابد. اکسین در فتوسنتز و رشد و توسعه برگ و ساقه گیاه نقش دارد. برای ساخته شدن IAA ، وجود تریپتوفان الزامی است. با افزایش روی، غلظت IAA افزایش یافته و کلروفیل بیشتری ساخته شده، پیری به تاخیر افتاده و میزان فتوسنتز افزایش می‌یابد. با افزایش فتوسنتز، بازدهی کلروپلاست‌ها در جذب انرژی خورشیدی نیز افزایش می‌یابد (Alloway, ۲۰۰۴). عنصر نیتروژن نیز برای آن‌که بتواند در ساختار آلی گیاه قرار گیرد، باید در گیاه به فرم آمونیوم (احیاشدن) تبدیل گردد که این امر توسط یک سری از آنزیم‌ها (نیتروژناز، نیترات رداکتاز و غیره) صورت می‌گیرد. وجود عناصری مانند آهن، مس و مولیبدن جهت فعال‌شدن این آنزیم‌ها ضروری می‌باشد. لذا می‌توان چنین گفت که نقش عناصر در گیاه به یکدیگر (سایر عناصر) وابسته می‌باشد و هنگامی حداکثر عملکرد بدست می‌آید که تمام عوامل محیطی که یکی از مهم‌ترین آن‌ها کود می‌باشد در حالت بهینه باشد. در آزمایشی که فلاحی و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی پرداختند، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس و کامازولن در هکتار، به ترتیب در تیمارهای باکتری حل‌کننده فسفات (۸۶۰۰ کیلوگرم) و نیتروکسین (۹۲۳کیلوگرم) مشاهده شد. به نظر می‌رسد که کودهای بیولوژیک می‌توانند مکمل خوبی برای کود شیمیایی در راستای حفظ محیط زیست باشد. در تحقیق حاضر تیمار کوددهی براساس عرف زارع (کوددهی رایج منطقه) تفاوت قابل ملاحظه‌ای با تیمارهای مصرف بهینه کود و مصرف بهینه کود همراه با کود زیستی دارد. با توجّه به نتایج تجزیه خاک میزان فسفر در خاک مورد مطالعه از حد بهینه خیلی بالاتر بوده و نیاز به دادن کود فسفره وجود ندارد، امّا دادن کود فسفر در کوددهی سنتی که بدون توجّه به تجزیه خاک می‌باشد باعث این امر می‌گردد که غلظت فسفر در خاک بالا رفته و با توجّه به وجود رابطه آنتاگونیستی بین فسفر و روی (Marschner, ۱۹۹۵) و بین سایر عناصر، به نظر می‌رسد یکی از دلایلی که سبب گردیده است تا تیمار حاوی کوددهی براساس عرف زارع و تیمار کوددهی براساس عرف زارع به همراه کود زیستی عملکرد قابل توجهی نسبت به سایر تیمارها نداشته باشند، وجود همین امر باشد. طی تحقیقی آرزمجو و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که تیمار حاوی کود شیمیایی (۹۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل) نسبت به تیمار شاهد و تیمار حاوی کود دامی و کمپوست زباله شهری بیشترین عملکرد گل خشک را تولید نمود.

ب) عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف کودی بر درصد وزنی اسانس به دست آمده از تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود دارد (شکل ۲). بالاترین میزان اسانس در تیمار مصرف بهینه کود به همراه کود زیستی به میزان ۳۹۹۵۰ گرم در هکتار و کم‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد به میزان ۱۴۳۱۰ گرم در هکتار به دست آمد. میزان اسانس در تیمارهای دوم ۲۰۷۳۰ و سوم ۳۸۱۰۰گرم در هکتار به دست آمد. در تحقیقی روی گیاه دارویی رازیانه بیشترین درصد اسانس در تیمار کود زیستی به همراه کود شیمیایی به دست آمد (Kandeel et al., ۲۰۰۱).. به طور کلی باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث ترشح اسیدهای آلی می‌شوند که منجر به تبدیل فسفر تثبیت‌شده به فسفر محلول می‌شوند. این ممکن است سبب افزایش رشد ریشه در خاک گردد که منجر به جذب فسفر شود. بسیاری از تحقیقات درباره نقش باکتری‌ها در افزایش حلالیت عناصر و بخصوص فسفر توضیحاتی داده‌اند که در نتیجه سبب افزایش جذب فسفر و انباشت آن در بافت گیاه می‌گردد (Mahfouz and sharaf - Elddin, ۲۰۰۷). قدر مسلم بسیاری از خصوصیات رشدی گیاه تحت تاثیر تغذیه مناسب و نقش فیزیولوژیک آن‌ها در گیاه قرار دارد. وجود سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم (Cook, ۱۹۸۲) و عناصر کم‌مصرف (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷) سبب بهتر انجام‌شدن واکنش های شیمیایی درون گیاه می‌گردند. نیتروژن در رشد گیاه ضروری بوده و جز ساختار بسیاری از آمینواسیدها، آنزیم‌ها و مواد انتقال دهنده انژی مانند کلروفیل، ADP و ATP می‌باشد.



نمودار ۲- اثر تیمارهای مختلف کودی بر غلظت روی در برگ خشک گیاه دارویی به‌لیمو

گیاهان در حال رشد جهت تشکیل سلول‌های جدید و افزایش سرعت رشد خود به وجود نیتروژن نیازمندند. فرآیند فوتوسنتز سبب تولید قندهای محلول می‌گردد که این قندهای محلول در صورتی که نیتروژن در گیاه به اندازه کافی نباشد، به پروتئین تبدیل نمی‌شوند، لذا وجود نیتروژن هم سبب رشد و هم تولید دوباره در گیاه می‌گردد ((Bidwell, ۱۹۷۴. فسفر نقش کلیدی در تقسیم سلولی و برای توسعه بافت‌های مریستمی بازی می‌کند و جهت تبدیل کربوهیدرات‌ها خیلی مهم می‌باشد (Lambers et al., ۲۰۰۰). در نبود فسفر سلول‌ها نمی‌توانند تقسیم شوند مگر این‌که فسفر به اندازه کافی وجود داشته باشد. کمبود فسفر سبب تاخیر در رسیدگی گیاه می‌گردد) ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). ترکیبات فسفره برای فتوسنتز خیلی مهم می‌باشد. در شرایط کمبود فسفر تبدیل گلوکز به نشاسته و سلولز صورت نمی‌گیرد (Devlin, ۱۹۷۲). در عملکرد اسانس تیمار مصرف بهینه به‌همراه کود زیستی بیشترین و تیمار شاهد در کمترین میزان بوده است. این امر می‌تواند به سبب قابلیت در دسترس قرار دادن مواد غذایی لازم برای گیاه باشد. در این آزمایش تیمارهای حاوی مصرف بهینه کود دارای بیشترین عملکرد اسانس بود

منابع

خوشگفتارمنش، ا ح. ۱۳۸۶ . مبانی تغذیه گیاه . چاپ اول، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

فلاحی ج، ع کوچکی و پ رضوانی مقدم. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی (Matricaria chamomilla). مجله پژوهش های زراعی ایران. جلد ۷، شماره ۱. ص ۱۲۷.

مظفریان، و.، ۱۳۸۸. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، ۷۴۰ صفحه.

ملکوتی، م ج.، کریمیان، ن. و کشاورز، پ. ۱۳۸۷. روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی، توصیه کودی و برآورد نیاز کودی گیاهان «چاپ ششم با بازنگری بنیادی » انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۲۲۲ صفحه. تهران، ایران.

Alloway, B. J. ۲۰۰۴. Zinc in soils and crops nutrition. International Zinc Association (IZA), Brussels, Belgium. ۱۲۷ p.

Bidwell, R. G. S. ۱۹۷۴. Plant Physiology. Macmillan Publishing Go. Inc., New York.

Burce JA, ۱۹۹۱. Comparative response of leaf conductance to humidity in single attached leaves. Journal of Experimental Botany, ۳۲: ۶۲۹-۶۳۴.

Cooke, G. W. ۱۹۸۲. Fertilizing for Maximum yield. Third Edition Granada Publishing limited.

Devlin, R. M. ۱۹۷۲. Plant physiology. Third Edition. Van Nostrand Company, New York, N.Y.

Kandeel, Y. R., Nofal, E. S., Menesi, F. A., Reda, K. A., Taher, M. and Zaki, Z. T. ۲۰۰۱. Effect of some cultural practices on growth and chemical composition of Foeniculum vulgare Mill. Proc. ۵ th Arabian Hort. Conf. March ۲۴-۲۸, Ismailia, Egypt, Zagazig Univ. Press.

Lambers, H., Chapin, F. S. and pons, T. L. ۲۰۰۰. Plant physiology Ecology. Springer-verleg New York. Inc.

Mahfouz, S. and Sharaf-Eldin, M. ۲۰۰۷. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield,and essential oil content of fennel (Foeniculum vulgare Mill.). International Agrophysics, ۲۱: ۳۶۱.

Malakouti, MJ. (۲۰۰۷). Zinc is a neglected element in the life cycle of plants: A review. Middle Eastern and Russian Journal of Plant Sci. Biotechnol., ۱: ۱-۱۲.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plant. Seconded., Academic Press. Harcourt Brace Company, Pub. Co. New York. ۸۹۰ p.

Mayer, JE, Wolfgang, HP and Beyer, P. (۲۰۰۸). Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition. Current Opinion in Plant Biology, ۱۱: ۱۶۶-۱۷۰.

Melero, M., anderlinden, K. V., Ruiz, J. C. and Madejon, E. ۲۰۰۸. Long-term effect on soil biochemical status of a Vertisols under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean condations.European journal of soil biology. ۴۴: ۴۳۷ - ۴۴۲.

Meshkatalsadat MH, Papzan AH and Abdolhadi A, ۲۰۱۰. Determination of bioactive volatile organic components of Lippia citriodora using ultrasonic assisted with headspace solid phase microextraction coupled with GC-MS. Journal of Nanomaterials and Biostructures, ۶: ۳۱۹-۳۲۳.

Patil BC, Hosamani RM, Ajjappalavara PS, Naik BH, Smitha RP and Ukkund KC, ۲۰۰۸. Effect of foliar application of micronutrients on growth and yield components of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, ۲۱: ۴۲۸-۴۳۰.

Sharma, A.K. (۲۰۰۲a). Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India.

Vessy, K. ۲۰۰۳. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizars. Plant and Soil. ۲۵۵: ۵۷۱-۵۸۶.

Violent, H. G. M., Portugal, V. O. ۲۰۰۷. Alternation of tomato fruit quality by root inoculation with plant promoting rhizobacteria (PGPR): Bacillus subtilis BEB- ۱۳bs. Scientia Horticulture. ۱۱۳: ۱۰۳-۱۰۶.

Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G. and Cheung, K.C. ۲۰۰۵. Effect of biofertilizer containing N-fixer, P solubilizers and AM fugi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma. ۱۲۵: ۱۵۵-۱۶۶.

Zahir, A. Z., Arshad, M. and Frankenberger, W. F. ۲۰۰۴. Plant growth promoting rhizobacteria Application and perspectives in agriculture. Adv Agron. ۸۱: ۹۷-۱۶۸.

Abstract

In most studies conducted on medicinal plants in Iran, balanced fertilization has not been practiced and mostly N and P-fertilizers without being based on soil analysis results have been used and hence the obtained results were not correct. Therefore, a study was conducted in greenhouse in the Agricultural College of Tarbiat Modares University during ۲۰۱۲ growing season. In this experiment, four treatments were performed in a completely randomized block design and in three replications as follows: T۱ = control (no fertilization); T۲ = fertilization based on farmers conventional fertilizer use (NP); T۳ = balanced fertilization (fertilizer recommendation on the basis of soiltest) and T۴= T۳+ bio-fertilizer. data were analyzed by SAS software. The differences were shown significant at ۱ percent statistical level. While the amounts of dry weight yield and essential oil content in the first harvest in control treatment were ۱۳۲۸ and ۱۴.۳۱ kgha-۱, respectively, these values in the other treatments, i.e. T۲, T۳ and T۴, were ۱۷۸۶, ۲۰.۷۳; ۲۳۹۶, ۳۸.۱and ۲۵۲۳, ۳۹.۹۵kg ha-۱, respectively.

بررسی وضعیت خاک های استان اصفهان از نظر برخی از عناصر اصلی غذایی

علیرضا مرجوی [۱] ، محمد فیضی [۲]
۱-دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- عضو هیت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده
از ۱۱۹ پایگاه انتخاب شده برای تعیین عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اراضی کشاورزی استان اصفهان نمونه برداری مرکب از لایه‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری برای گیاهان زراعی و برای درختان علاوه بر دو عمق فوق از عمق ۹۰-۶۰ سانتیمتری خاک نیز نمونه برداری انجام شد. برای کلیه نمونه‌ها در آزمایشگاه، فاکتورهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاك اندازه‌گیری گردید. همچنین از منبع آب آبیاری پایگاه ها نمونه تهیه گردید و مورد تجزیه کامل شیمیایی قرار گرفت. بیشترین میانگین اغلب عناصر مورد نیاز و اصلی گیاه در مناطق غرب و جنوب استان اصفهان واقع شده بودند که این مناطق شامل شهرستانهای فریدن، گلپایگان، و سمیرم می باشند و کمترین میانگین عناصر فوق مناطق شمال استان را در بر می گرفتند که شامل شهرستانهای برخوار و کاشان می باشند. با توجه به صفات مورد بررسی در پایگاه های مطالعاتی، مناطق شرق، شمال، شمال شرق اصفهان و در بخش مهیار در جنوب اصفهان بدون اعمال مدیریت های دقیق کشاورزی با خطر تخریب بیش از پیش مواجه است.
واژه های کلیدی: آب آبیاری ، اصفهان ، کیفیت خاک، عناصر اصلی غذایی

مقدمه
کیفیت خاک را می توان از دو بعد مورد مطالعه قرار داد. یکی کیفیت ذاتی خاک و دیگری کیفیت پویای خاک که بعد اخیر بیانگر وضعیت سلامت خاک می باشد. کیفیت خاک عبارت است از قابلیت عملکرد خاک در محدوده اکوسیستم و همکنش مثبت آن با محیط خارج از آن .از دیدگاه گسترده تر کیفیت خاک را به صورت قابلیت عملکرد خاصی از خاک در محدوده اکوسیستم طبیعی یا با اعمال مدیریت، حفظ و نگهداری از باروری گیاه و جانور، افزایش، حفظ کیفیت آب و هوای و حمایت از سلامت انسان بیان می‌شود. شاخص های کیفیت خاک می توانند شامل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باشد. برای ارزیابی کیفیت خاک ازخصوصیاتی تحت عنوان شاخص بهره گیری می شود. آن دسته از ویژگی های قابل اندازه گیری خاک که ظرفیت خاک را برای توانمندی تولید محصول تحت تأثیر قرار می دهند شاخص های کیفیت خاک نامیده می شود. ارزیابی کیفیت خاک باید بتواند اطلاعاتی راجع به مدیریت و تصمیم گیری به کاربران محلی، منطقه‌ای و ملی ارائه نماید. در این ارتباط در کشور تا کنون مطالعه مستمری بر روی اراضی صورت نگرفته است تا بتوان با توجه به روند تغییرات اراضی بر اثر کاربری های مختلف تاثیرات آن را بررسی و نهایتاً به عنوان اطلاعات پایه در بر نامه ریزی و تصمیم گیری های منطقه ای و ملی مورد استفاده قرار داد.
مطالعات محدود منطقه ای در سطح تحقیقات مزرعه ای و گلخانه ای و فقط از جنبه تأثیر کمی و کیفی آب آبیاری و بصورت پایش کوتاه مدت در اصفهان انجام گردیده است. در اینجا به ذکر برخی نتایج آن اشاره می گردد.
مصطفی‌زاده‌فرد و همکاران (۲۰۰۸)، به منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری بر خصوصیات شیمیایی خاك درمنطقه رودشت، آزمایشی در گلخانه دانشگاه صنعتی اصفهان بر روی گندم انجام دادند. نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری، خاك شورتر می‌شود و هم‌چنین نسبت جذبی سدیم افزایش می یابد. این تأثیرات برای افق بالایی خاك بیشتر بود. افزایش شوری در آب آبیاری بر اسیدیته خاک اثری نداشت اما منجر به کاهش ظرفیت نگهداشت آب در خاک شد. فیضی و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش آزمایشگاهی خود، با افزایش شوری آب آبیاری به این نتیجه رسیدند که شوری عصاره اشباع خاك نیز در میانه فصل و انتهای فصل در هر دو عمق ۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ نیز افزایش یافته البته میزان این افزایش در عمق ۰ تا ۱۵ بیشتر می‌باشد.
اتخاذ سیاست‌های اجرایی مناسب در جهت حفظ منابع پایه (آب و خاك و ...) و بهره‌برداری بهینه از این منابع برای افزایش تولیدات کشاورزی مورد تأکید و توجه برنامه‌ریزان بخش کشاورزی می‌باشد. سیاست‌های اجرایی مدیریت منابع خاك مانند تهیه و اجرای پروژه‌های حفاظت خاك، شناسایی آلاینده‌ها و جلوگیری از آلودگی منابع خاک و آب، احیاء اراضی مخروبه کشاورزی حاصل از تخریب‌های فیزیکی و شیمیایی، شناسایی منابع اراضی برای توسعه کشاورزی آبی و دیم با شیوه‌های نوین کشاورزی پایدار از مهم‌ترین این سیاست‌ها می‌باشد.
کیفیت آب از جمله مواردی است که به طور مستقیم کیفیت خاك را تحت تاثیر قرار داده و در اغلب موارد باعث شوری و سدیمی شدن خاك‌ها می‌شود. کیفیت شیمیائی آب به طور منظم در همه جای ایران آزمایش شده و اطلاعات مربوطه در دسترس می‌باشد. کمترین میزان مواد محلول در آب رودخانه‌ها که همراه با بهترین کیفیت آبها می‌باشد در فصل بهار که حجم آبها به حداکثر می‌رسد دیده می‌شود. از طرفی در فصل تابستان که حجم آب رودخانه‌ها به حداقل رسیده و تنها منابع کم عمق زیرزمینی بیشتر آب رودخانه‌ها را تشکیل می‌دهند کیفیت آب نیز به حداقل می‌رسد. کیفیت آبهای زیرزمینی که با پمپ خارج می‌شوند معمولاً در اوائل فصل استخراج که فصل بهار باشد از هر موقع دیگر مطلوب‌تر و در پایان مرحله یا اوائل پائیز به پایین‌ترین حد خود می‌رسد.

مطالعات نسبتاً ناچیزی در رابطه با تغییرات در پارامترهای مشخص از کیفیت آبهای زیرزمینی ایران در دراز مدت انجام شده است. در اثر تشدید در فعالیتهای کشاورزی و صنعتی میزان آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی با کودهای شیمیایی و نظیر آن افزایش یافته است. به علاوه پروژه‌های آبیاری اخیر بلا استثناء همراه با بالا آمدن سریع سطح آبهای زیرزمینی بوده که باعث اشباع و شور شدن خاکها نیز شده است.

مطالعات محدودی در رابطه با کیفیت آب رودخانه‌های کشور و تغییرات پارامترهای کیفی، جدا از شوری گزارش شده است. وزارت نیرو در حدود ۳۰۰ ایستگاه تحقیقاتی هیدرولوژیکی را بمنظور کنترل کیفی و برآورد کیفیت از نظر حجم داده‌ها راه‌اندازی کرده است. (قدرت نما ۱۳۷۸). نتایج اخیر نشان می دهد که حدود ۵ درصد آبهای سطحی (معادل ۴۶۵۰ میلیون متر مکعب) دارای شوری آب بیش از ۵/۳ dS/m می باشد. این در حالی است که ۴۶ در صد آبهای آبیاری از آبهای سطحی تامین می گردد (بنایی و همکاران،۱۳۸۳).

اهداف طرح

- بررسی تغییرات حاصلخیزی خاکها تحت کشت در اثر مدیریت های مختلف
- شناسایی مناطق بحرانی دچار کیفیت خاک

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی روند تغییرات کیفیت خاک و یا به عبارت دیگر ویژگی‌های مختلف خاک ها این مطالعه در استان و در خاک‌های کشاورزی به مورد اجرا قرار گرفته است. برای تعیین نقاط نمونه برداری، از اطلاعات موجود مختلفی نظیر نوع کاربری اراضی، نقشه رقومی استان، نقشه رقومی کاربری اراضی، نقشه رقومی خاک و اطلاعات و نظر کارشناسان مطلع از وضعیت کشت و خاک منطقه مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به پراکندگی اراضی زیر کشت در بسیاری از مناطق استان، انجام شبکه بندی جهت انتخاب پایگاه های مطالعاتی نمی توانست همه اراضی و مناطق تحت کشت را پوشش دهد لذا نقاط نمونه برداری به گونه ای انتخاب شد که تقریباً در هر ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت در استان یک نمونه از مزارع شاخص هر منطقه تهیه گردد. به همین منظور ۱۱۹ پایگاه مطالعاتی در کل اراضی کشاورزی استان انتخاب گردید. این نقاط بصورتی تعیین گردید که کل اراضی آبی، دیم، باغی و آیش را پوشش دهد و سعی گردید از مناطق دارای وضعیت خاص مانند اراضی آلوده و شور که دارای سطح قابل توجهی بود علاوه بر نقاط پیش‌بینی شده نمونه‌برداری بیشتری برداشت گردد.

انتخاب هر پایگاه به گونه ای انجام شد که حتی الامکان قطعه ای ۳-۱ هکتاری با مدیریت واحد باشد و تغییرات شدید همانند تغییر کاربری، تسطیح اراضی و ... در طول مطالعه در آن انجام نگردد. پس از انتخاب پایگاه های مطالعاتی، نمونه برداری از آنها یک بار در سال انجام گرفت و برخی از عناصر ضروری آن که شامل نیتروژن ، فسفر و پتاسم بود اندازه گیری گردید و پرسشنامه مشخصات پایگاه نیز برای هر پایگاه تکمیل شد. پس از انتخاب هر پایگاه، مختصات جغرافیایی مرکز زمین انتخابی شامل طول و عرض جغرافیایی آن بر حسب درجه، دقیقه و ثانیه و ارتفاع از سطح دریا برحسب متر توسط دستگاه GPSمدل گارمین مشخص شده است. بمنظور تهیه یک نمونه مرکب که بتواند نشان دهنده خصوصیات هر پایگاه باشد نمونه برداری خاک در هر پایگاه از دایره ای به شعاع حدود ۲۵ متر(قطر ۵۰ متر) که مرکز آن مختصات جغرافیایی آن پایگاه بود انجام پذیرفت. نمونه برداری با استفاده از اوگر یا بیل انجام شد و سعی گردید وسایل تهیه نمونه از هر گونه آلودگی به دور باشد. برای نمونه برداری دایره نمونه برداری به قطر ۵۰ متر را به حداقل ۵ قطعه مساوی تقسیم و از مرکز هر یک از این قطعات یک زیر نمونه حدود یک کیلوگرمی از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتر(برای اراضی زراعی) و سه نمونه از عمق های ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰ -۶۰ سانتیمتر(برای باغها) گرفته می شد. سپس زیر نمونه های هم عمق را به خوبی با هم مخلوط نموده و یک نمونه ۲ کیلوگرمی تهیه می شد و به آزمایشگاه بخش خاک و آب اصفهان ارسال گردد. همچنین از منبع آب آبیاری هر پایگاه نمونه آب تهیه گردید و خصوصیات کامل شیمیایی آنها مورد تجزیه قرار گرفت. پس از اندازه گیری خصوصیات هر پایگاه اطلاعات بر اساس شهرستان های مختلف استان و وضعیت یکنواختی و انتخاب تعداد پایگاهها در هر منطقه کلیه خصوصیات اندازه گیری شده بوسیله نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. خصوصیات آماری از قبیل حداکثر، حداقل، میانگین، میانه، نما، واریانس، انحراف معیار و نظایر آن ها توسط نرم افزار تجزیه و سپس بوسیله نرم افزار اکسل نمودار های مورد نیاز رسم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به پراکنش نقاط نمونه برداری و تعداد نمونه ها در هر شهرستان و به منظور امکان بررسی خصوصیات اندازه گیری شده در مناطق مختلف استان، نتایج ۲۳ شهرستان در قالب ۸ منطقه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

کیفیت آب آبیاری در پایگاه های مطالعاتی

در صورت ارزیابی کیفیت آب های استان بر اساس معیار ارایه شده توسط آیرز و وستکات (۱۹۸۵) بخش قابل توجهی از منابع آب استان در حد دارای محدودیت در آبیاری قرار می گیرند. بدین منظور لازم است ارزیابی کیفیت آب آبیاری هر منطقه بر اساس شرایط محلی و با توجه به محدوده شوری محل و رعایت کلیه جوانب و در جهت استفاده پایدار از منابع صورت پذیرد و ارزیابی کیفیت آب بر اساس این معیار های تنها می تواند وضعیت کلی را برای ما ارایه دهد. معیار های دیگری جهت استفاده از آب در کشاورزی ارایه شده است که از آن جمله معیار تفسیر آب توسط نی ریزی، ۱۳۷۷ می باشد. بر اساس این معیار در شرایط رعایت ضریب آبشویی ۲۰% ، مناطق مهیار، فریدن،گلپایگان، زرین شهر و سمیرم از لحاظ شوری آب آبیاری دارای شوری کم و اغلب گیاهان زراعی متحمل و نیمه متحمل به شوری در این مناطق محصول مناسب خواهند داشت. بعضی از گیاهان حساس به شوری نظیر ذرت حدود ۳۰% و

گیاهان خیلی حساس نظیر لوبیا ممکن است حدود ۵۰% محصول پتانسیل خود را از دست بدهند. مناظق اصفهان، برخوار و کاشان در محدوده آب لب شور قرار می گیرند. در این مناطق گیاهان مقاوم به شوری نظیر چغندر، پنبه و جو محصول مناسب می دهند. گیاهان نیمه‌مقاوم نظیر گندم حدود ۳۰% و یونجه حدود ۵۰% محصول را از دست می‌دهند.

بررسی خصوصیات شیمیایی خاک در مناطق مطالعاتی

جدول ۱ میانگین میزان بیشترین و کمترین پارامترهای اندازه گیری شده در خاک در عمق ۰-۳۰ سانتیمتر را در مناطق مختلف مورد مطالعه استان اصفهان نشان می دهد. بر اساس این جدول منطقه کاشان را می توان جزء مناطق ضعیف کشاورزی از لحاظ عناصر لازم برای رشد گیاه لحاظ نمود. و منطقه سمیرم را نیز جزء مناطق نسبتا مناسب کشاورزی قلمداد نمود.

جدول ۱ - میانگین میزان بیشترین و کمترین پارامترهای اندازه گیری شده در تمامی اعماق مناطق مورد مطالعه استان اصفهان

		میانگین بیشترین میزان			میانگین کمترین میزان		
پارامتر / منطقه		N	P	K	N	P	K
اصفهان	۰-۳۰						
	۳۰-۶۰		a				
	۶۰-۹۰						
برخوار	۰-۳۰						
	۳۰-۶۰					a	
	۶۰-۹۰						
مهیار	۰-۳۰						
	۳۰-۶۰						
	۶۰-۹۰						
کاشان	۰-۳۰				a	a	a
	۳۰-۶۰				a		a
	۶۰-۹۰		a				
فریدن	۰-۳۰						
	۳۰-۶۰			a			
	۶۰-۹۰						
گلپایگان	۰-۳۰	a					
	۳۰-۶۰						
	۶۰-۹۰						
زرین شهر	۰-۳۰						
	۳۰-۶۰						
	۶۰-۹۰						
سمیرم	۰-۳۰		a	a			
	۳۰-۶۰	a					
	۶۰-۹۰				a		a

با توجه به موقعیت و تعداد نمونه ها در هر شهرستان و تشابه نسبی شهرستان ها با همدیگر آنها را در ۸ گروه مورد بررسی قرار دادیم که هر گروه بر حسب شرایط از یک تا چند شهرستان را در می گیرد.

با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین میانگین عناصر نیتروژن، فسفر، در اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ در مناطق غرب و جنوب استان اصفهان را در بر می گیرد که این مناطق شامل شهرستانهای فریدن،فریدون شهر، چادگان، گلپایگان، خوانسار و سمیرم می باشند و کمترین میانگین عناصر فوق در شمال استان واقع شده اند که این مناطق شامل شهرستانهای برخوار، شاهین شهر، میمه، کاشان، اردستان، آران و بید گل و نطنز می باشند.

با توجه به صفات مورد بررسی در پایگاه های مطالعاتی، مناطق شرق، شمال، شمال شرق اصفهان و در بخش مهیار در جنوب اصفهان بدون اعمال مدیریت های دقیق کشاورزی با خطر تخریب بیش از پیش مواجه است.

منابع

۱-بنایی، م. ح.، ع. مومنی، م. بای بوردی و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۳. خاکهای ایران، تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره برداری، ۴۸۱ص، انتشارات سنا، تهران، ایران.

۲-قدرت نما،ق. ۱۳۷۸. گردآورنده"طرح ملی آب در ایران"چاپ سوم با تجدید نظر.تهران،ایران.

۳-Ayers, R. S., Westcot, D. W., ۱۹۸۵. Water quality for agriculture. FAO. Irrig. and Drain. Paper No. ۲۹. Rev. ۱, FAO, Rome.

۴-Feizi, M., Aghakhani, A., Mostafazadeh-Fard, B., Heidarpour, M., ۲۰۰۷. Salt tolerance of wheat according to soil and drainage water salinity. Pakestan Journal of Biological Sciences. ISSN ۱۰۲۸-۸۸۸۰.

۵-Mostafazadeh-Fard, B., Heidarpour, M., Aghakhani, A., Feizi, M., ۲۰۰۸. Effects of leaching on soil desalinization for wheat crop in an arid region. Editorial Board for publication in plant Soil and Environ journal, ۵۴: ۲۰-۲۹.

Abstract

In ۱۱۹ selected sites in agricultural lands of Isfahan, soil samples were collected and some soil characteristics such as, Nitrogen, phosphorus and potassium were measured. The results show that the greatest and most necessary elements in ۰-۳۰ , ۳۰-۶۰ and ۶۰-۹۰ cm soil depths were in west and south regions of the province, including Frayden, Golpaygan and Semirom county and the lowest elements were included in the north of province, including Borkhar and Kashan county. According to the soil characteristics, special agricultural management should be considered to prevent soil degradation in the East, North, North East and in some parts of the south Isfahan such as Mahyar region of the studied sites.

بررسی جذب کادمیوم از محلول‌های آبی توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده

بتول ذاکری ۱، اعظم جعفری ۲، سمیه بختیاری ۳
۱: دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲-استادیارگروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان،۳-استادیار گروه مهندسی عمران دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سیرجان

چکیده
حذف ترکیبات سمی از محیط زیست بسیار مهم است. فرآیند جذب سطحی به عنوان یک روش موثر وکارا برای حذف فلزات سنگین از پساب ها در نظر گرفته شده است. کارآیی این روش بستگی به انتخاب جاذب مناسب دارد. در این مطالعه، مدل سازی ایزوترم های جذب یون های کادمیم از محلول های آبی بررسی شده است.نمونه‌های اصلاح شده با سود یک نرمال و دو نرمال سرباره ذغال سنگحاصل از معدن ذغال سنگ شهرستان زرند استان کرمانبه‌عنوان جاذب در نظر گرفته شد. از محلول فلزی کادمیم با غلظت های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر به‌عنوان عنصر جذب شونده استفاده گردید. نتایج نشان داده‌داده های آزمایش ازهر دو مدل لانگ‌مویر و فروندلیچ تبعیت می‌کنند. با افزایش غلظت کادمیم راندمان جذب کاهش و ظرفیت جذب افزایش یافته است. بنابراین این جاذب می‌تواند به‌عنوان جاذبی مناسب جهت حذف کادمیم از محلول‌های آبی مورد استفاده قرار گیرد.
کلمات کلیدی: جذب سطحی، کادمیوم، سرباره ذغال سنگ

مقدمه
رشد روز افزون بشر، صنایع تولیدی،ماشینی شدن و استفاده از سموم وکودها به منظور بالا بردن سطح زیر کشت محصولات منجر به افزایش آلودگی‌های محیط زیست و منابع طبیعی از جمله آب‌ها شده است.این آلودگی‌ها شامل فلزات سنگین و سمی حاصل از پساب کارخانه‌ها و صنایع تولیدی می‌باشند که اثرات خطرناکی در بدن موجودات زنده به جای می‌گذارند.فلزاتسنگین از جمله رایج ترین آلاینده هایی هستند که در پساب فاضلاب های صنعتی دیده می شوند. این فلزات نسبت به تجزیه مقاوم اند از این جهت نیاز به روش هایی برای حذف ویا جداسازی آن‌ها از محلول آبی است. یکی از این فلزات کادمیم است که از طریق فاضلاب صنایع وارد منابع آب شدهو باعث آسیب های کبدی، ریوی، عصبی، فشار خون، نقص جنینی، سرطان زایی و جهش زایی و...می‌شود. منابع اصلی آلودگی کادمیم شامل منابع انسانی و منابع طبیعی می‌باشد. به طور طبیعی سالانه حدود ۲۵۰۰۰ تن کادمیم وارد محیط می‌شود که در اثر هوازدگی سنگ ها،آتش سوزی جنگل‌ها،آتشفشانها، فعالیت بشر، شیرابه زباله های صنعتی، کودهای فسفاته و ... می‌باشد.روش‌هایی که برای حذف این فلزات مورد مطالعه قرار گرفته شامل، رسوبدهی با هیدروکسید یا سولفید، اسمز معکوس، تعادل یونی، الکتروفلوتاسیون، روش‌های بیولوژیکی و جذب روی مواد جاذب می‌باشد که مورد آخر یعنی فرایند جذبنسبت به روش‌های دیگر مورد توجه بسیاری قرار گرفته است و نتایج مثبت زیادی در این زمینه به دست آمده است. تاریخچه مطالعه جذب در تصفیه آب و فاضلاب سابقه طولانی (۱۸۸۳ در آمریکا) دارد. جذب، یک روش فیزیکی با مزیت هایی مانند: راندمان بالا، مقرون به صرفه بودن، طبیعی،آسان و قابل دسترس می‌باشد و به طور کلی یک گزینه کارآمد در مقابل بقیه روش‌ها می باشد.هر جامدی که تمایل به جذب محیط سیال روی سطحش را داشته باشد جاذب است.جذب بیشتر به صورت غیر انتخابی عمل می‌کند.جاذب‌ها دارا منشاهای معدنی،آلی وبیولوژیکی می‌باشند. جاذب‌های مختلف ومتنوعی برای جذب کادمیم از محلول های آبی صورت گرفته است. Li-Huawang,Chun-I Lin(۲۰۰۸)،از خاکستر پوست برنج برای جذب عناصر سنگین استفاده نمودند و دریافتند خاکستر پوست برنج(۹۸درصدجذب)، نسبت به کربن فعال جاذب بهتری برای فلز کادمیم می‌باشد. نیوبائر و همکاران)۲۰۰۰) نشان دادند، سیدروفر دس فری اکسامین بی، جذب کادمیم را روی مونت موری لونایت تشدید کرد ولی از جذب این عنصر روی کائولینایت جلوگیری می‌کند. شیروانی و همکاران(۲۰۰۶)، افزایش جذب کادمیم را روی دو نوع کانی مهم خاک‌های مناطق خشک ونیمه خشک (سپیولایت و پالگورسکایت) در حضور سیدروفر را گزارش کردند. قربانی و یونسی(۱۳۸۷) جذب زیستی یون‌های کادمیم از محلول آبی با استفاده از بیومس ساکارومایسس سرویسیه در مقایسه با تحقیقی که آبیار و همکاران از باکتری اکرو موباکتر به عنوان جاذب یونهای کادمیم استفاده کرده اند به نتیجه بهتری رسیدند که جلبک ها دارای کارایی جذب بالاتری نسبت به قارچ و باکتری ها می‌باشند. معتمدی و همکاران (۱۳۹۳) دریافتند نانورس جاذب بسیار خوبی برای حذف کادمیم از محیط‌های آبی حتی در غلظت‌های بالا می باشدآن‌ها بیان کردند که با افزایش pHو زمان تماس راندمان جذب افزایش یافته و در ۲۰ دقیقه اول به حداکثر خود می‌رسد که افزایش زمان بعداز این تأثیری بر جذب ندارد. اکافور و همکاران در سال ۲۰۱۲ در نیجریه حذف کادمیم از محلول‌های آبی توسط پوست آناناسانجام دادند.در مطالعه ای توسط پاتل در سال ۲۰۱۳ در هند، حذف کادمیم از محلول های آبی توسط دو نوع پوسته نخود فرنگی و برنج انجام گرفت. سعیدی و همکاران(۱۳۸۸) جذب کادمیم توسط ذغال ساخته شده از پوست گردو و بادام را بررسی نمودندآن‌ها دریافتند، بیشترین میزان حذف کادمیم مربوط به کربن پوست گردو و به میزان ۹۸ درصد

بود. جاودانیو همکاران(۲۰۱۳)روی خاکستر ذغال سنگ کار کردند و دریافتند که کانی زئولایت سنتز یافته از ذغال سنگ به میزان ۸۴% از کادمیم را به خود جذب کرده بود.
در این پژوهش برای اولین باراز جاذب سرباره ذغال سنگ به منظور حذفیون های کادمیم از محلول‌های آبی استفاده شد.

مواد وروش ها

یک نمونه سرباره ذغال سنگ از ضایعات کارخانه ذغال سنگ واقع در شهرستان زرند تهیه شد. بعد از اطمینان از خالص بودن آن از هر گونه عنصر سنگین،با آسیاب پودر شده و سپس از الک ۲۳۰ مش عبور داده شد.
محلول مادر (۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) از نمک کادمیم تهیه گردد و سپس از این محلول، محلول‌های مورد نیاز ساخته شدند. در این روش ۱/۰ گرم از جاذب‌ها با ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده با غلظت مشخص بعد از انتقال به لوله‌های سانتریفیوژ(فالکون)،در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان ۲۴ ساعت شیک خواهند شد.پس از تعادل، محلول‌ها سانتریفیوژ شده و بعد از صاف کردن محلول رویی، مقدار کادمیم جذب شده از تفاوت بین غلظت اولیه این عناصر و غلظ ت نهایی موج ود در محلول محاسبه شد. در این آزمایش از یک شاهد که در واقع تیمار بدون سرب و کادمیم است نیز استفاده مي‌گردد. برای هر سطح، یک نمونه شاهد بدون جاذب هم لازم است. هر آزمایش در سه تکرار انجام خواهد گرفت. غلظت‌ها توسط دستگاه جذب اتمیک اندازه‌گیری شدند. برای مدل سازی ایزوترم جذب یون‌های کادمیم از مدل‌های لانگمویر و فروندلیچ استفاده شد. مدل ایزوترم جذب لانگ موير مربوط به جذب تک لایه‌ای است و فرض می‌شود مکان‌های سطح جاذب دارای انرژی یکسانی می باشند معادله لانگ موير بصورت زیر می باشد:

(۱)

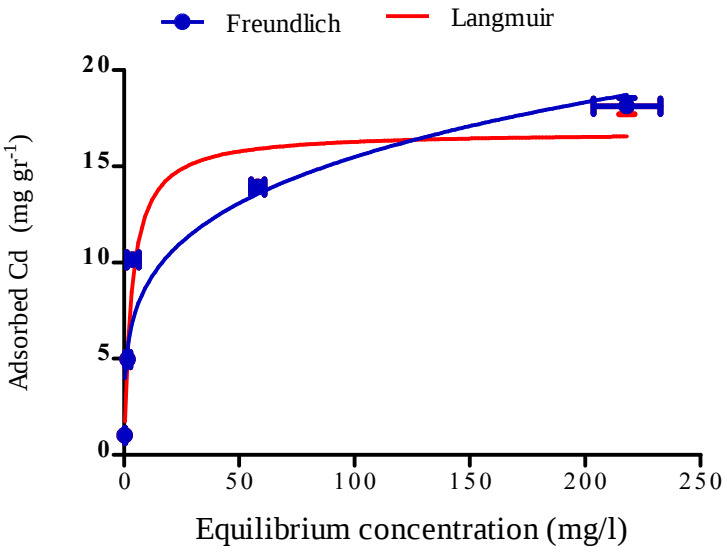
که دراین رابطه q_eمقدار یونهای جذب شده ((mg/gr
q_m بیشنه ظرفیت جذب یونهای جذب شده((mg/gr
b ثابت تعادلی جذب لانگ موير((mg/gr
C_e غلظت تعادلی یونهای فلزی ((mg/l
ایزوترم جذب چند لایه برای سطوح ناهمگن توسط معادله ایزوترم فرندلیچ بصورت رابطه :

$$Qe=K_F.Ce^{1/n}$$ (۲)

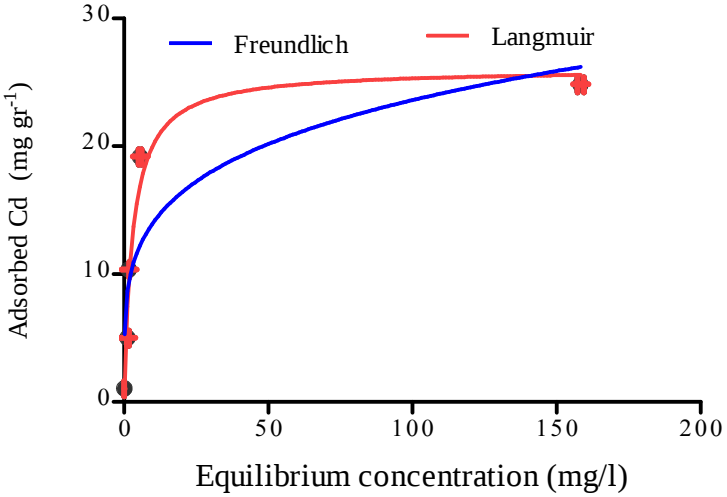
که: Ceغلظت تعادلی یونهای فلزی ((mg/l
Qeمقدار یونهای جذب شده ((mg/gr
K_F و n ثابت های فروندلیچ و به ترتیب شاخص‌های ظرفیت شدت جذب می باشند.

نتایج و بحث

داده های جذب تعادلی یون‌های کادمیم با ایزوترم‌های جذب لانگمویر و فروندلیچ مطابقت دارند (شکل ۱ و شکل ۲).بهترین مدل جذب برای سرباره اصلاح شده با سود یک نرمال مدللانگمویر بوده که دارای ضریب همبستگی ۹۵/۰ وکمترین SEE(۴/۱) می‌باشد.همچنینداده‌های جذب کادمیوم در حضور سرباره اصلاح شده با سود دو نرمال با مدل لانگمویر برازش بهتری پیدا کردند(R^2=۹۶/۰ =) و(SEE=۱.۸۴۳). در فرآیند جذب، غلظت اولیه یون های کادمیم نقش مهمی برای غلبه بر مقاومت انتقال جرم بین فاز مایع و فاز جامد را به عهده دارند. با زیاد شدن غلظت تا ۴۰۰ شدت جذب به تدریج کم شده و به مقدار ثابتی رسیده است. بنابراین همان‌گونه که درشکل ۱ مشاهده می شود، مقدار جذب یون‌های کادمیم با افزایش غلظت کاهش می یابد به طوریکه ظرفیت جذب سرباره با افزایش غلظت کادمیم در محلول افزایش یافته اما با روند کاهشی.

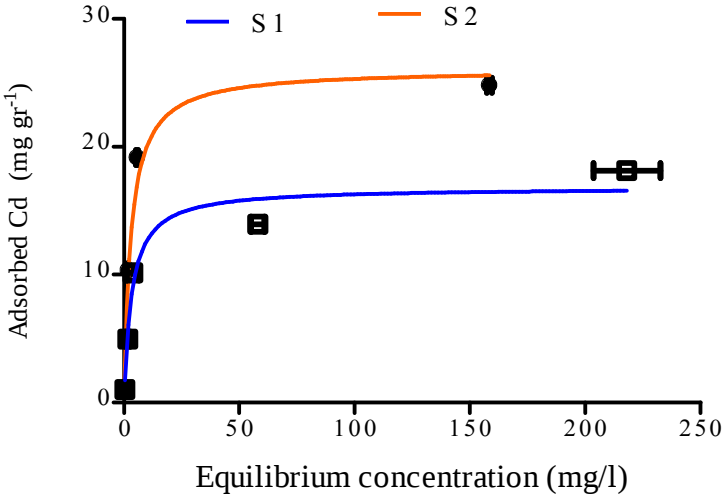


شکل ۱ - همدماهای جذب لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۱ نرمال



شکل ۲ - همدماهای جذب لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۲ نرمال

در شکل شماره ۳ مقایسه ای بین تاثیر نرمالیته شود بر جذب کادمیوک صورت گرفته است. بررسی فرایند جذب کادمیوم ابتدا در حضور سرباره بدون اصلاح کردن صورت گرفت. نتایج نشان‌دهنده جذب خیلی کم کادمیوم توسط این نمونه بود. بنابراین به منظور تغییر در ساختار سلولی سرباره و رسیدن به یک ساختار با دوام با ظرفیت جذب بالا برای فلز کادمیم از سود ۱ نرمال و ۲ نرمال استفاده شد. نتایج نشان داد هر چه غلظت محلول سود بیشتر باشد تخریب سطح جاذب آشکارتر و قدرت جذب بالاتری خواهد داشت. نتایج نشان داد، حداکثر ظرفیت جذب سرباره ذغال سنگ یک نرمال برای کادمیم در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر، ۸۱/۱۶ میلی گرم در گرم بوده و حداکثر ظرفیت جذب در سرباره دو نرمال در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم، ۰۶/۲۶ ، میلی گرم بر گرم بوده است.



شکل ۳- مقایسه همدمای جذب لانگمویر برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۱ نرمال و ۲ نرمال

نتیجه گیری

سرباره ذغال سنگ از قابلیت بالایی برای حذف وجذب عنصر کادمیوم از محلول‌های آبی برخوردار است.

منابع

سعیدی،م. جمشیدی،ا. عابسی،ع. و بیات،ج. ۱۳۸۸. جذب کادمیم محلول از آب توسط زغال ساخته شده از پوست گردو و بادام ومقایسه آن با کربن فعال گرانولی.فصلنامه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب،دوره ۲۰، شماره ۲، صفحه‌های ۱۶ تا ۲۲.

قربانی،ف. و یونسی، ح. ۱۳۸۷. جذب زیستی یون‌های کادمیم از محلول‌های آبیبا استفاده از بیوماس ساکاروماسیس سرویسیه. مهندسی آب و فاضلاب، جلد ۶۸، صفحه‌های ۳۳ تا ۳۹.

معتمدی، ف.، معضد، ه.، جعفرزاده حقیقی‌فرد، ن. و امیری، م. ۱۳۹۳. بررسی سینتیک و ایزوترم جذب کادمیم از محلول‌های آبی توسط نانورس‌ها. فصلنامه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب، دوره ۲۵، شماره ۳، صفحه‌های ۱۱۸ تا ۱۲۶.

Abyar H., Safahieh A., Zolgharnein H. and Zamani I. ۲۰۱۲.Cadmium biosorption by Achromobacterpiechaudii isolated from Persian Gulf sediments.J. Oceanography, ۳(۱۰),۱۹-۲۵.

Javadian H.,Ghorbani F., Tayeby H. and Hosseini S.M. ۲۰۱۴. Study of the adsorption of Cd (II) from aqueous solution using zeolite-based geopolymer, synthesized from coal fly ash; kinetic, isotherm and thermodynamic studies.Arabian Journal of Chemistry, ۲: ۱-۱۳.

Neubauer U., Nowack B., Furrer G. andSchulin R. ۲۰۰۰. Heavy metal sorption on clay minerals affected by the siderophoredesferrioxamine B. Environmental Science and Technology, ۳۴: ۲۷۴۹-۲۷۵۵.

Okafor P., Okon P., Daniel E. andEbenso E. ۲۰۱۲.Adsorption Capacity of Coconut (Cocosnucifera L.) Shell for Lead, Copper, Cadmium and Arsenic from Aqueous Solutions.Int. J. Electrochemical Science, ۷: ۱۲۳۵۴-۶۹.

Patel, K.P., Tank, S., Patel, K.M. and Patel, P. ۲۰۱۳.Removal of Cadmium and Zinc ions from aqueous solution by using two types of husks. APCBEE Procedia, ۵: ۱۴۱-۱۴۴.

Shirvani M.,Shariatmadari H.,Kalbasi M.,Nourbakhsh F. and Najafi B. ۲۰۰۶. Sorption of cadmium on palygorskite, sepiolite and calcite: Equilibria and organic ligand affected kineticsColloids and SurfacesA, ۲۸۷: ۱۸۲-۱۹۰.

Wang L.H.and Lin C.I. ۲۰۰۸.Adsorption of chromium (III) ion from aqueous solution using rice hull ash. Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers, ۳۹: ۳۶۷-۳۷۳.

Abstract

Removal of toxic compounds from the environment is very important. The efficiency of this method depends on the selection of appropriate absorbent. In this study, the modeling of adsorption isotherms of cadmium ions from aqueous solutions has been investigated. Modified samples of coal ash with ۱N and ۲N NaOH was selected as absorbentfrom coal mining of Zarand city, Kerman province. Then, metal solution of Cd with concentrations of ۱۰, ۵۰, ۱۰۰, ۲۰۰, ۳۰۰ and ۴۰۰ mg/l was used as absorbed element. The results showed that data were fit with Langmuir and Freundlich models. With increasing concentrations of Cd, the absorption efficiency decreased and the absorption capacity increased. Thus, the absorbent can be used as an suitable absorbent for the removal of Cd

اثر تغذیه برگی با ورمی واشبر غلظت کلسیم و منیزیم در کیویرقم هایوارد

مهسا شریعتی راد [۱]، رضا ابراهیمی [۲]
۱-دانشجوعلوم خاک دانشگاه گیلان،۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان

چکیده
بمنظوربررسی اثر تغذیه برگی باورمی واش بر غلظت کلسیم و منیزیم در کیوی هایوارد (Hayward) ، دو نوع تیمار شامل شاهد که فقط با آب مقطر محلول پاشی شد و تیمار محلول پاشی شده با کود مایع ارگانیک رقیق شده انجام شد. در تابستان سال ۱۳۹۳ ، ردیف دوم و چهارم باغ کشت و صنعت کیوی لاکان رشت به ترتیب با کود مایع ارگانیک رقیق شده و آب مقطر محلول پاشی شد و در زمان بلوغ تجاری کیوی به صورت تصادفی از ده درخت اول هر ردیف و از هر درخت دو عدد میوه نمونه برداری و به سردخانه انتقال داده شد. پس از یک هفته، از آنها عصاره گیری و مقادیر کلسیم و منیزیم میوه ها اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که محلول پاشی با کود مایع ارگانیک بر افزایش غلظت کلسیم و منیزیم مثبت بود.

واژه های کلیدی: کیوی هایوارد، محلول پاشی کود مایع ارگانیک، کیفیت، کلسیم و منیزیم

مقدمه
کیوی با نام علمی Actinidiadeliciosa از نظر تولید جهانی پس از موز، پرتقال و سیب در رتبه ی چهارم قرار دارد (Tavarini et al., ۲۰۰۸) . این گیاه از تیره ی Actinidiaceae و جنس Actinidia است. این جنس گونه های زیادی دارد.گونه A.deliciosaمهم ترین گونه کیوی جهان است و به طور تجاری در تعداد زیادی از کشورها برای مصارف داخلی و خارجی پرورش داده می شود (Throp et al., ۱۹۹۰) . در کشور ما رقم های مختلفی از A.deliciosa نظیر هایوارد، آبوت، برونو و مانتی کشت می شود (Mohammadian et al, ۱۳۷۸) . رقم هایوارد مهم ترین رقم تجاری کیوی است. عملیات مختلف کشاورزی، عوامل ژنتیکی، شرایط محیطی قبل و پس از برداشت بر ترکیبات شیمیایی میوه ی کیوی اثر می گذارند (Ferguson and Ferguson, ۲۰۰۳). تغذیه صحیح گیاهان باغی نقش مهمی در کاهش ضایعات، بهبود کیفیت و افزایش عمر انبارمانی محصولات برداشت شده دارد(Hargreaves et al., ۲۰۰۸) .ترکیب معدنی میوه کیوی یکی از عوامل اثرگذار بر کیفیت پس از برداشت است(Prasad and Spiers,۱۹۹۱) . کوددهی مهم ترین عامل موثر بر عملکرد و ترکیب معدنی میوه ها است. مصرف بهینه ی عناصر معدنی موجب افزایش کیفیت و عملکرد و مصرف نامتعادل آنها منجر به کاهش کیفیت و عملکرد می شود(Pacheco et al., ۲۰۰۸). این تحقیق به منظور بررسی اثر محلول پاشی کود مایع ارگانیک (ورمی واش) بر مقدار عناصر غذایی کلسیم و منیزیم در میوه ی کیوی در شرایط کشت تجاریانجام گرفت.ورمی واش (Vermiwash) یک نوع کود مایع ارگانیک استکه حاوی ترشحات بدن کرم خاکی است.این کود ارگانیک دارای هورمون های رشد گیاه شامل اکسین، سیتوکینین، جیبرلین، میکرو ارگانیسم های مختلف مانند باکتری های مفید مثل ازتوباکتر، ترکیباتی که از بیماری های قارچی و میکروبی جلوگیری می کند و آنزیم های متعدد است. همچنین حاوی عناصر غذایی پرمصرف مانند ازت، فسفر، پتاسیم،کلسیم، منیزیم و عناصر کم مصرف مانند آهن، منگنز، روی و مس است.

مواد و روش ها
در تابستان سال ۱۳۹۳ از باغ کشت و صنعت لاکان رشت با مساحت ۱۰۰ هکتار که در سال های متوالی تحت کشت کیوی رقم هایوارد بوده، نمونه خاک مرکبی از دو عمق ۳۰-۰ سانتی متری و ۶۰-۳۰ سانتی متری با اگر، تهیه و نمونه ها به آزمایشگاه شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه گیلان منتقل و هوا خشک شد. سپس خاک ها را کوبیده و از الک دو میلی متری عبور داده شد. درصد کربن آلی،کلسیم، منیزیم و آمونیوم خاک ها به روش تیتراسیون، نیترات خاک با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر،نیتروژن کل نمونه خاک هابه روش کجلدال، فسفر به دو روش Olsen و Bray، سدیم و پتاسیم خاک با استفاده از دستگاه فلیم فوتومتر اندازه گیری شد. به منظور مطالعه تاثیر محلول پاشی ورمی واش بر غلظت کلسیم ومنیزیم میوه ی کیوی، از کود ورمی واش تولیدی شرکت فناور کود طبیعتاستفاده شد. این دارای غلظت بالا و EC حدود ۱۲-۱۰ دسی زیمنس بر متر می باشد و به هنگام اسپری،به نسبت ۱۰ برابر رقیق و سپس بر روی برگ های کیوی محلول پاشی شد. تیمارهای مورد بررسی در این پژوهش شاملشاهد: محلول پاشی با آب مقطر و تیمار کودی: محلول پاشی با ورمی واش رقیق شده بود که در دو مرحله در خرداد و تیر سال ۹۳ انجام شد.سپس در آبان ماه سال ۱۳۹۳ به صورت تصادفی از میان ردیف تیمار شده با کود مایع ارگانیک و تیمار شده با آب مقطر، ده درخت ابتدایی انتخاب گردید و از هر درخت دو عدد میوه برداشت شد. پس از یک هفته نگهداری میوه ها در سردخانه آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه گیلان، تعداد پنج عدد میوه از هر تیمار را انتخاب نموده و ۱۲-۱۰ میلی متر وسط میوه ها را با چاقو برش زده و بخش سفید داخل میوه که همراه با دانه ها است را جدا نموده و پوست دور میوه جدا شد. باقی مانده را وزن و مقادیر وزن تر، وزن خشک، درصد رطوبت وزنی و درصد ماده خشک کیوی ها محاسبه شد. سپس در هاون کوبیده و از الک ۴۰ مش عبور داده شد. مقدار یک گرم از هر یک از تیمارها

را وزن و داخل کروزه های چینی ریخته و برای تهیه خاکستر در کوره ی الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه ی سانتی گراد به مدت چهار ساعت قرار دادهشد. پس از تهیه خاکستر با استفاده از اسید کلریدریک سه نرمال عصاره تهیه شد. کلسیم و منیزیم این عصاره ها کیوبیه روش تیتراسیون اندازه گیری شد (ادهمی و همکاران، ۱۳۹۲).در نهایت با استفاده از نرم افزار Excell گراف های مربوطه رسم شد.

نتایج و بحث

طبق اندازه گیری ها مشخص شد که خاک باغ مورد نظر، دارای خاک سطحی اصلاح شده بود که در عمق ۳۰-۰ سانتی متری دارای بافت لوم شنی و در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری دارای بافت لوم رسی شنی بود و لذا دارای بافت خاک مناسبی است، همچنین ازنظر میزان مقادیر EC، درصد کربن آلی و مواد آلی در حد مطلوبی قرار دارد. pH خاک در حدود خنثی تا کمی قلیایی بود و در این خاک مقدار بسیار کم سنگ و سنگریزه داشت (جدول ۱ و ۲).

جدول ۱ - ویژگی های خاک باغ کشت و صنعت کیوی لاکان رشت

عمق نمونه (cm)	بافت خاک	pH(dS/m)	OM (%)	ECOC (%)	نیتروژن کل (%)	سنگریزه(%)
۳۰-۰	Sandy loam	۲۰/۱	۴۸/۱	۵۵/۲	۱۵/۷	۰۹۲/۰	۱
۶۰-۳۰	Sandy Clay loam	۲۲/۱	۱۷/۱	۰۲/۲	۱۷/۷	۰۹۰/۰	۵/۰

جدول ۲ -مقدارعناصر غذاییدر خاک باغ کشت و صنعت کیوی لاکان رشت (میلی گرم بر کیلوگرم)

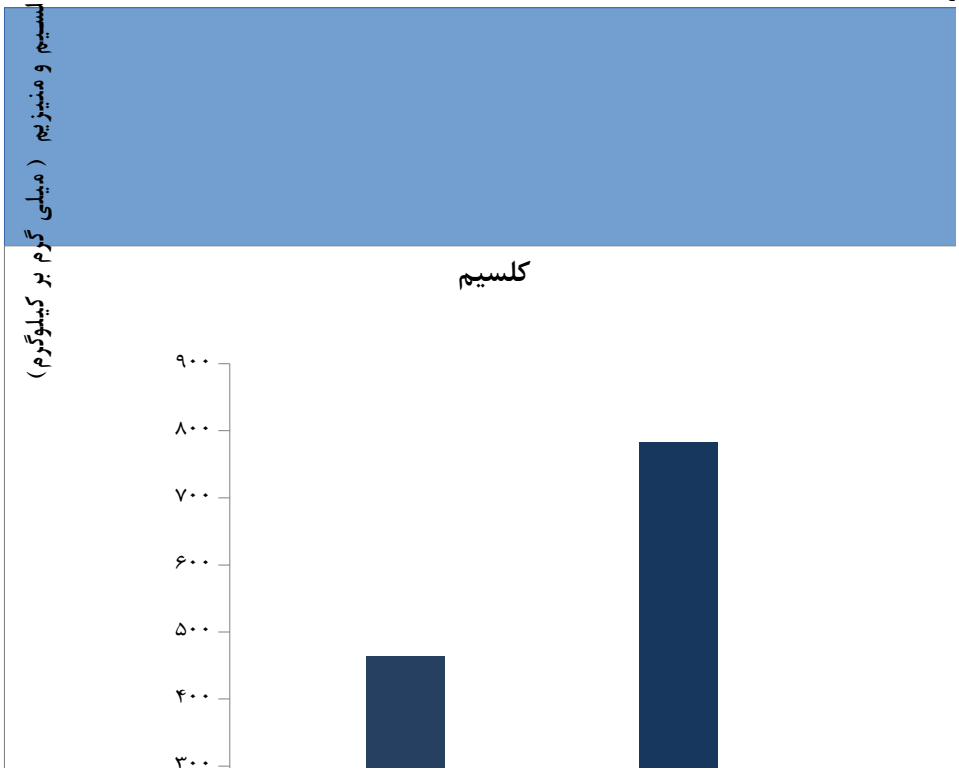
عمق نمونه (cm)	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	نیترات	آمونیوم	فسفر (اولسن)	فسفر (بری)
۳۰-۰	۶۰۰	۱۲۰	۹۶	۲۱۲	۲/۱۴	۰۰۵/۰	۲/۰	۶/۲
۶۰-۳۰	۴۰۰	۱۲۰	۷۰	۱۶۴	۱/۱۵	۰۲۲/۰	۷/۰	۸/۱

بطور کلی مواد معدنی بخش کوچکی از وزن خشک میوه ها را تشکیل می دهند، اما بر کیفیت میوه بسیار موثرند (Ferguson and Boyd, ۲۰۰۱) . میزان کلسیم میوه در تیمار با آب مقطر ۴۶۴ و در تیمار با کود آلی مایع ۷۸۴ میلی گرم بر کیلو گرم، همچنین میزان منیزیم میوه ی کیوی در تیمار با آب مقطر ۴۲۰ و در تیمار با کود آلی مایع ۶۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. بطور کلی مقدار کلسیم در میوه های این باغ ناکافی است و این ضرورت تغذیه برگی با کلسیم را تایید می کند. همچنین میزان ماده خشک میوه ی کیوی تیمار شده با کود آلی مایع بیشتر بدست آمد که می تواند سفتی بافت میوه را افزایش و همچنین میوه های بالغ با ماده خشک بیشتر پتانسیل انبارمانی بالاتری خواهند داشت(Feng et al., ۲۰۰۳)

جدول ۳- ویژگی های میوه کیوی باغ کشت و صنعت کیوی لاکان رشت

مشخصات نمونه	وزن تر(g)	وزن خشک(g)	رطوبت وزنی(%)	ماده خشک (%)
شاهد	۸۳/۹۹	۹۹/۱۳	۹۸/۸۵	۰۱۴/۱۴
تیمار کودی	۹۲/۹۶	۹۵/۱۳	۵۹/۸۵	۴۰۳/۱۴

کلسیم نقش مهمی در حفظ کیفیت میوه ها دارد. کلسیم یک ماده ی معدنی مهم در کیوی است که با کیفیت میوه ارتباط دارد، به طوری که غلظت کم کلسیم در آن به نرم شدن پیش از مؤعد میوه منجر می شود(Clark et al., ۱۹۸۷). قابلیت دسترسی کلسیم در خاک اسیدی کم و حرکت آن در آوند آبکش محدود است (Mengel and Kirkby., ۲۰۰۱). علاوه بر پایین بودن قابلیت دسترسی گیاهان به کلسیم در خاک های اسیدی، کمبود آن ممکن است به دلیل رابطه ی آنتاگونیسمی با یون آمونیوم که جذب کلسیم از محلول خاک را کاهش می دهد و نیز به علت رقابت بین میوه و اندام های رویشی هنگامی که نیتروژن اضافی به کار برده می شود، ایجاد شود(Tagliavini et al., ۱۹۹۵)



منابع

ادهمی، آ.، م. مفتون و ر. مولوی. ۱۳۹۳. راهنمای آزمایشگاهی آزمون خاک و تجزیه گیاه (ترجمه). انتشارات دانشگاه یاسوج.

Ferguson, A. R. and L. R. Ferguson. ۲۰۰۳. Are kiwifruit really good for you.Acta Horticulture. ۶۱۰:۱۳۱-۱۳۸.

Hargreaves, J. C., M. S. Adl and P. R. Warman. ۲۰۰۸. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment ۱۲۳: ۱-۱۴.

Pacheco, C., F. Calouro and S. Vieira. ۲۰۰۸. Influence of nitrogen and potassium on yield, fruit quality and mineral composition of kiwifruit. International Journal of Energy and Environment ۲: ۵۱۷-۵۲۱.

Prasad, M. and T. M. Spiers. ۱۹۹۱. The effect of nutrition on the storage quality of kiwifruit (a review). ActaHorticulturae ۲۹۷: ۵۱۹-۵۸۵.

Tagliavini, M., Toselli, M., Marangoni, B. Stampi, G. and Pelliconi, F. ۱۹۹۵. Natrotionalstatusof kiwifruit affects yield and fruit storage. ActaHorticulturae ۳۸۳: ۲۲۷-۲۳۷.

Throp, T. G., Z. Jie and M. Layyee. ۱۹۹۰. Horticultural characteristics of ۷ pistillate and ۳ staminate New-Zealand cultivar of kiwifruit. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science ۱۸: ۲۳۳-۲۴۰.

Tavarini, S., E. Degl'Innocenti, D. Remorini, R. Massai and L. Guid. ۲۰۰۸. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of 'Hayward' kiwifruit. Food Chemistry ۱۰۷: ۲۸۲-۲۸۸.

Ferguson, I. B. and Boyd, L. M. ۲۰۰۱. Inorganic nutrient of fruit. In: M. Knee. Ed. Fruit quality and its biological basis. Sheffield, UK: Sheffield academic press, pp: ۱۷-۴۵.

Mengel, k. and Kirkby, E. A. ۲۰۰۱. Principles of plant nutrition. Kluwer Academic Publishers, Dordecht.

Feng, J. ۲۰۰۳. Segregation of 'Hayward' kiwifruit storage potential. PhD Thesis of Massey Universit. Massey University ,Plamerston North, New Zealand.

Abstract

A study about determining effect of vermiwash foliar on concentration of Calcium and Magnesium on 'Hayward' kiwifruit with two treatments including: the control treatment sprayed with distilled water and the treatment sprayed with organic liquid fertilizer diluted. In summer of ۱۳۹۳ the second and fourth rows of the kiwi agro industrial garden of Lakan districts in Rasht, at the time of kiwi commercial maturity, the first ten trees of every row were sprayed with organic liquid fertilizer diluted and distilled water respectively and two fruits per tree were sampled. Fruits were taken to the fridge and after a week, they were extracted and Calcium and Magnesium were measured. The results showed that organic liquid fertilizer increased the concentration of Calcium, Magnesium in kiwifruit.

مقایسه زیتوده درشت‌ریشه (*Coarse root*) و ریز ریشه (*Fine root*) خاک در توده‌های جنگلی پهن‌برگ و سوزنی‌برگ

فاطمه روستایی [۱]، یحیی کوچ [۲]، سید محسن حسینی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور دانشگاه تربیت مدرس ، ۲-استادیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور دانشگاه تربیت مدرس، ۳-استاد گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور دانشگاه تربیت مدرس

چکیده
مطالعه‌ی حاضر به منظور بررسی تاثیر برخی ویژگی‌های روزمینی درختان و مشخصه‌های خاک بر زیتوده‌ی درشت‌ریشه و ریزریشه در توده‌های جنگل‌کاری توسکا، صنوبر، دارتالاب و توده‌ی آمیخته‌ی طبیعی در شهرستان محمودآباد انجام پذیرفت. بدین منظور، ۱۶ نمونه‌ی خاک (عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر) برداشت و ارتفاع کل (متر) و قطر برابر سینه (سانتی‌متر) درختان اندازه‌گیری شد. توده‌های آمیخته و دارتالاب به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر زیتوده درشت‌ریشه و ریزریشه‌ها را دارا بودند. نتایج تحلیل PCA نشان داد توزیع مکانی فاکتورهای محیطی pH، نیتروژن خاک، رطوبت، فاکتورهای رویشی قطر برابر سینه و ارتفاع کل همسو با زیتوده‌ی ریز ریشه‌ها و درشت‌ریشه‌های خاک می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: درشت‌ریشه، ریزریشه، زیتوده، جنگل‌کاری.

مقدمه
امروزه نقش جنگل‌ها در بهبود تغییرات جهانی اقلیم به واسطه‌ی عملکرد آنها به عنوان منبع و سینک کربن بر کسی پوشیده نیست. با توجه به نرخ بالای تخریب این اراضی طبق گزارش فائو در سال ۲۰۱۲ که بالغ بر ۱۳ میلیون هکتار در سال می‌باشد، جنگل‌کاری، شیوه‌ی کاربردی در کاهش و بهبود عواقب ناشی از این تخریب‌ها محسوب می‌شود (Bijak et al ۲۰۱۳,.). ریشه‌ها به عنوان فاکتور بیولوژیکی شکل‌گیری خاک با تفاوت در اندازه، ساختار، عمق نفوذ و فعالیت، اثرات متفاوتی بر محیط اطراف خود دارند (Leny,. ۲۰۱۱) تقریبا ۲۰ تا ۲۶ درصد از کل زیتوده‌ی سالانه مربوط به تولید این بخش درختان است (Mismir, ۲۰۱۲ and Mismir). ریشه‌های درختان از دو بخش، ریشه‌های درشت (*Coarse root*) با قطر بالای ۲ میلیمتر و ریز ریشه‌ها (*Fine root*) با قطر کمتر از ۲ میلی‌متر تشکیل شدند که متناسب با عمق نفوذ بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک موثر می باشند (Tufekcioghlu et al ۱۹۹۹,.). ریزریشه‌ها با تاثیر بر پویایی کربن، عامل کلیدی در پاسخ بوم‌سازگان به تغییر اقلیم محسوب می‌شوند (Fukuzawa et al ۲۰۱۳,.). درشت‌ریشه‌ها با اندازه‌ی بزرگ‌تر و نقش ساختاری، موجب پایداری بخش روزمینی درختان می‌شوند و پراکنش آنها در فاصله‌ی اندکی از ساقه‌ی درختان انجام می‌شود. میزان زیتوده‌ی تولیدی آنها در برخی بوم‌سازگان‌های خشکی بیش از ریزریشه‌ها است، هر چند برخی مطالعات نشان می‌دهد سهم ریز ریشه‌ها تا ۶۶ درصد کل تولید زیر زمینی است (Tamooh et al.,. ۲۰۰۸). با وجود اهمیت زیتوده‌ی زیرزمینی در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی از طریق تاثیر بر چرخه‌های کربن و نیتروژن، به علت مسائلی همچون اندازه‌گیری و محاسبه‌ی دشوار، مطالعات اندکی در ارتباط با این بخش انجام گرفته است. هدف تحقیق حاضر، تعیین تفاوت در زیتوده‌ی تولیدی توسط ریز ریشه‌ها و درشت‌ریشه‌های خاک در توده‌های جنگلی پهن‌برگ و سوزنی برگ و ارتباط آن با برخی فاکتورهای محیطی و زیستی می‌باشد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه
نمونه‌برداری‌ها از ایستگاه تحقیقاتی مرکز بذر آمل واقع در روستای کلوده و شهرستان محمودآباد و در ارتفاع ۳۰ متری از سطح دریا انجام شد. در حدود ۵۰ سال پیش منطقه تحت پوشش جنگل طبیعی شامل گونه‌های بلوط (*Q. Castaneifolia* C. A. M.)، ممرز (*C. betulus* L.)، انجیلی (*P. persica* C. A. Meyer) و تک پایه‌های آزاد (*Z. carpinifolia* Dipp & M macranthera F.) بوده است. در سال ۱۳۷۷ گونه‌های درختی غالبی موجود در منطقه شامل توسکا ییلاقی (*Alnus subcordata* C. A. M)، صنوبر دلتوییدس (*Poplus deltoids* L.) و سرو دارتالاب (*Taxadium distichum* L. Rich) بوده است که در فاصله ی ۴×۴ کاشته شدند و از نظر شرایط اقلیمی و شیوه‌ی مدیریتی بسیار مشابه هستند (Soleimany Rahimabady et al., ۲۰۱۵).

روش نمونه‌برداری و تجزیه آزمایشگاهی

در هر عرصه از توده‌های جنگلی اشاره شده، مساحتی به اندازه‌ی ۲۰۰ × ۲۰۰ متر مورد توجه قرار گرفت. در هر یک از توده‌های مورد بررسی ۴ ترانسکت به طول ۲۰۰ متر و بر روی هر ترانسکت ۴ قطعه نمونه با ابعاد ۲۰ ×۲۰ متر مربع پیاده شد. به منظور اندازه‌گیری مشخصه‌های رویشی درختان در هر قطعه نمونه، ارتفاع کل (متر) و قطر برابر سینه (سانتیمتر) هر درخت اندازه‌گیری شد (Salehi et al ۲۰۱۳,). در تمامی قطعات نمونه هر توده جنگلی، تعداد سه پروفیل خاک (ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی‌متر تا عمق ۱۰ سانتی‌متری) بصورت تصادفی برداشته و از هر قطعه نمونه یک نمونه ترکیبی خاک جهت بررسی به آزمایشگاه منتقل شد. با همین روش از عرصه‌ی طبیعی مجاور منطقه‌ی جنگل‌کاری شده که شامل توده آمیخته طبیعی (بلوط، ممرز و انجیلی) بوده نمونه‌برداری خاک انجام گردید. مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک شامل درصد رطوبت، واکنش خاک، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم با استفاده از روشهای استاندارد (غازان‌شاهی، ۱۳۸۵) در محیط آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. پس از برداشت نمونه‌های خاک و انتقال به آزمایشگاه، درشت‌ریشه‌ها و ریزریشه‌ها به روش دستی از نمونه‌ها جداسازی و با استفاده از الک ۲ میلی‌متری شستشو داده شدند. سپس این نمونه‌ها در آون و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و در مدت زمان ۲۴ ساعت خشک گردیدند. در نهایت پس از توزین نمونه‌های خشک شده، مقدار زیتوده آنها در هکتار هر توده محاسبه شد (Neatrour et al ۲۰۰۵,).

تحلیل آماری داده‌ها

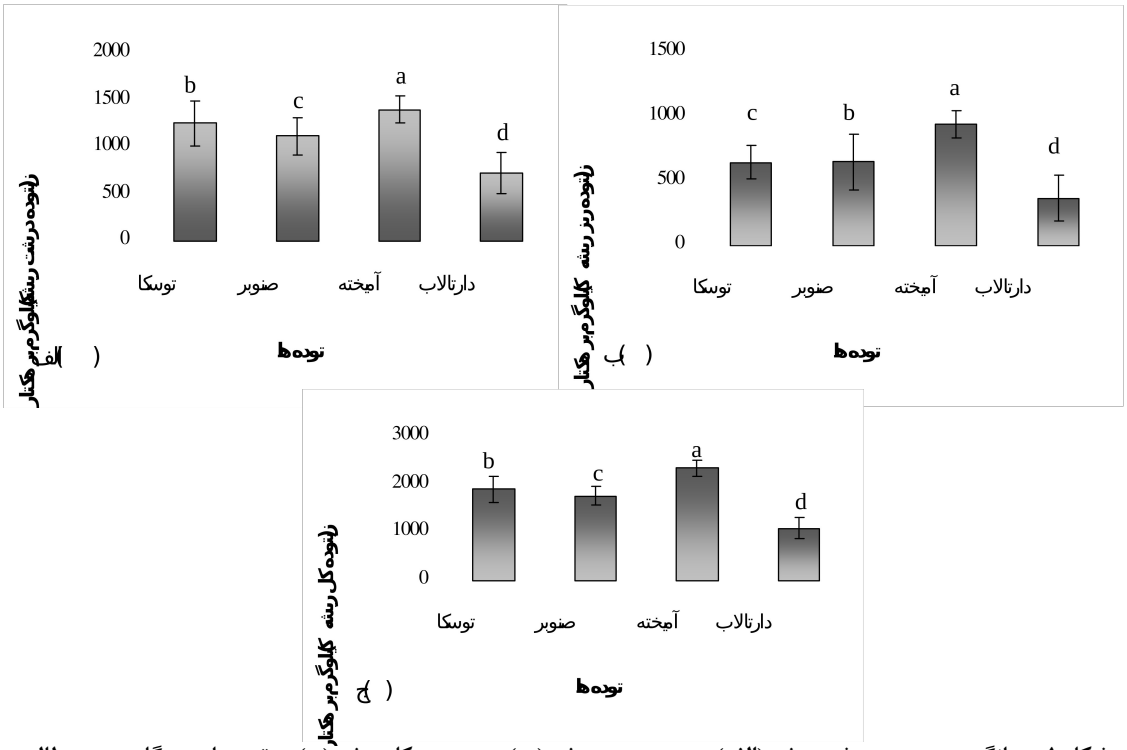
در اولین مرحله، نرمال بودن داده‌ها بوسیله آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگن بودن واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی تفاوت یا عدم تفاوت زیتوده درشت‌ریشه و ریز ریشه‌ها در توده‌های مورد مطالعه از آزمون تجزیه واریانس استفاده شد. آزمون دانکن نیز به منظور مقایسه چندگانه میانگین بکار گرفته شد. تجزیه و تحلیل آماری کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۶ صورت پذیرفت. همچنین به منظور انجام آنالیز چند متغیره و تعیین ارتباط مقادیر مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاك، زیتوده روزمینی با زیتوده درشت‌ریشه و ریز ریشه‌ها در توده‌ه ای جنگلی مورد مط العه، تحلیل مؤلفه‌های اصلی (*PCA*) با ایجاد ماتریس حاصله در برنامه *PC- ORD* تحت *Windows* بکار گرفته شد.

نتایج و بحث

مطابق با نتایج بدست آمده، مقادیر زیتوده‌ی درشت‌ریشه‌ها، ریزریشه‌ها و زیتوده‌ی کل ریشه‌ها در توده‌های مورد مطالعه تفاوت آماری معنی‌داری را به نمایش گذاشته‌اند (جدول ۱). زیتوده‌ی درشت‌ریشه‌ها در توده‌ی آمیخته بیشترین و در توده‌ی دارتالاب کمترین مقدار را دارا بود (شکل ۱ الف). بیشترین و کمترین زیتوده‌ی ریزریشه‌ها به ترتیب به توده‌های آمیخته و دارتالاب اختصاص داشته است (شکل ۱ ب). بیشترین و کمترین زیتوده‌ی کل ریشه‌ها نیز به ترتیب در توده‌ی آمیخته و دارتالاب مشاهده شد (شکل ۱ ج). مطابق با نتایج بدست آمده، زیتوده‌ی درشت‌ریشه‌ها بیشتر از ریز ریشه‌ها بوده است (شکل ۱الف و ب).

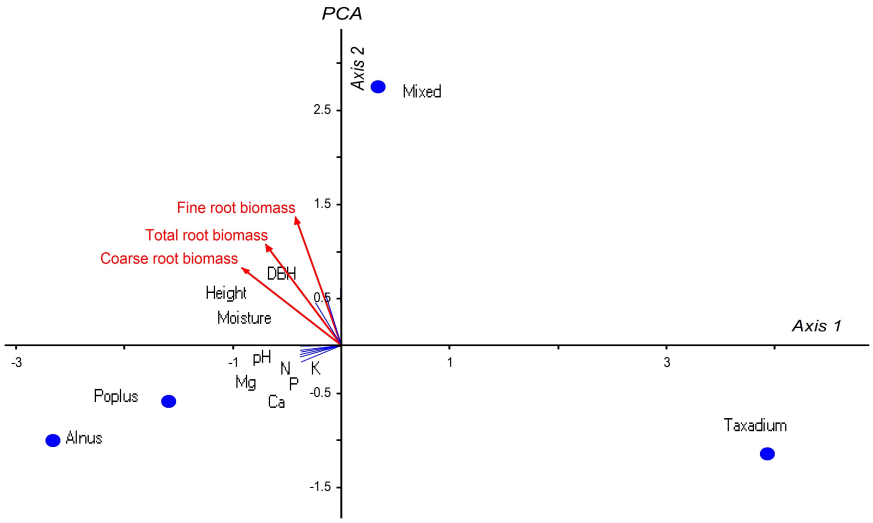
جدول ۱ - تجزیه واریانس زیتوده‌ی درشت‌ریشه، ریز ریشه و زیتوده‌ی کل ریشه در توده‌های جنگلی مورد مطالعه

مشخصه‌ی آماری/ زیتوده ی ریشه	زیتوده درشت ریشه	زیتوده ریز ریشه	زیتوده کل ریشه
مقدار F	۳۷/۲۵۰	۹۹/۲۹۲	۷۹/۷۸۷
میزان معنی‌داری	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰



شکل ۱ - میانگین زیتوده‌ی درشت‌ریشه (الف)، زیتوده‌ی ریز ریشه (ب) و زیتوده‌ی کل ریشه (ج) در توده‌های جنگلی مورد مطالعه

نتایج حاصل از تحلیل *PCA* نشان داد توزیع مکانی فاکتورهای محیطی *pH*، نیتروژن، رطوبت، فاکتورهای رویشی قطر برابر سینه و ارتفاع کل همسو با زیتوده‌ی ریزریشه‌ها و درشت ریشه‌ها هستند (شکل ۲). زیتوده‌ی درشت‌ریشه‌ها در تمام توده‌های مورد بررسی بیش از ریز ریشه‌ها بوده است که طبق مطالعه‌ی Zhang et al. (۲۰۱۳)، افزایش قطر موجب افزایش زیتوده‌ی تولیدی درشت‌ریشه‌ها می‌شود. با توجه به بررسی‌های انجام شده زیتوده‌ی درشت‌ریشه‌ها را با توجه به قطر برابر سینه و ارتفاع درختان می‌توان پیش‌بینی کرد (Ottorini and Legoff, ۲۰۰۱). طبق یافته‌ی Brassard et al (۲۰۱۱) قطر برابر سینه نسبت به ارتفاع فاکتور مناسب‌تری در تعیین زیتوده‌ی درشت‌ریشه می‌باشد، به شکلی که افزایش قطر برابر سینه‌ی درختان موجب افزایش زیتوده‌ی درشت‌ریشه‌ها می‌شود (Bolte et al., ۲۰۰۸). با توجه به قطر بیشتر و ارتفاع بالاتر درختان توده‌ی آمیخته به منظور استحکام و پایداری توده‌ی مذکور نیاز است که زیتوده‌ی درشت‌ریشه بیشتر باشد (Kuznetsova et al., ۲۰۱۴). سن توده‌ی آمیخته نسبت به توده‌های جنگل‌کاری بیشتر است و به گفته‌ی Mismir and Mismir (۲۰۱۳) افزایش سن توده موجب افزایش زیتوده‌ی درشت‌ریشه‌ها می‌شود. کمترین زیتوده‌ی درشت‌ریشه در توده‌ی دارتالاب مشاهده شده است. مطالعات مختلف تاثیر حاصلخیزی و اسیدیته را در تراکم درشت‌ریشه‌ها نشان داده است. یافته‌های Blue et al. (۲۰۱۱) نشان داد افزایش نیتروژن موجب افزایش زیتوده‌ی درشت‌ریشه می‌شود. Jentschke et al. (۲۰۰۱) تاثیر منفی افزایش اسیدیته در تراکم و توسعه‌ی افقی درشت‌ریشه‌ها، همچنین کاهش عناصر غذایی منیزیم و کلسیم که موجب کمبود ترکیبات کربوهیدراته‌ی زیتوده ریشه می‌شود را بیان کردند. این محققین به افزایش زیتوده‌ی درشت‌ریشه تحت تاثیر افزایش نیتروژن خاک نیز اشاره کردند و شاید بتوان حضور بیشتر درشت‌ریشه در توده‌های توسکا و صنوبر نسبت به دارتالاب را به غلظت بیشتر نیتروژن و اسیدیته‌ی پایین‌تر آنها نسبت داد (شکل ۲).



فاکتور اول: مقدار ویژه = ۲۹/۶، درصد) PCAشکل۲- توزیع مکانی زیتوده ریشه‌ها، مشخصه‌های خاک و توده‌های جنگلی مورد مطالعه در تحلیل واریانس متناظر با عامل = ۹۳/۶۹، درصد واریانس تجمعی = ۹۳/۶۹ و فاکتور دوم: مقدار ویژه = ۵۵/۲، درصد واریانس متناظر با عامل = ۳۲/۲۸، درصد واریانس تجمعی = ۲۶/۹۸).

مطابق با نتایج Lee and Jose (۲۰۰۳)، زیتوده‌ی ریزریشه‌ها در توده‌های پهن‌برگان بیش از سوزنی‌برگان می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که تولید ریزریشه در توده‌های پهن‌برگ مورد مطالعه نسبت به دارتالاب بیشتر می‌باشد. زیتوده‌ی ریشه ارتباط مثبتی با رطوبت خاک دارد (Dipesh, ۲۰۱۳ and Schulder)، چرا که وجود آب موجب جذب بهتر عناصر غذایی توسط زیتوده‌ی زیرزمینی می‌شود (Quan et al., ۲۰۱۰) و شاید غلظت کمتر عناصر غذایی در توده‌ی طبیعی نسبت به جنگل‌کاری توسکا و صنوبر جذب بیشتر توسط پایه‌های درختی است. مانند آنچه در ارتباط با درشت ریشه‌ها بیان شد زیتوده‌ی ریزریشه هم مرتبط با زیتوده رو زمینی است و قطر برابر سینه و ارتفاع درختان از فاکتورهای مهم در تعیین زیتوده‌ی ریز ریشه محسوب می‌شوند (Hertel et al., ۲۰۰۹). هرچند به گفته‌ی Jentschke et al. (۲۰۰۱)، زیتوده‌ی ریزریشه در توده‌هایی با تاج پوشش بسته مستقل از اندازه‌ی درختان است و تحت تاثیر وضعیت عناصر غذایی است. توده‌ی آمیخته با توجه به دارا بودن تنوع گونه‌ای نسبت به توده‌های خالص جنگل‌کاری، سیستم ریشه‌ای توسعه یافته‌تری دارد و متناسب با گونه ساختار ریشه‌دوانی متفاوتی دارند که تولید را نسبت به توده‌ی خالص افزایش می‌دهند (Cordinal et al., ۲۰۰۷). تولید ریزریشه‌ها نسبت به شرایط محیطی حساس می‌باشند و افزایش عناصر غذایی و حاصل‌خیزی توده موجب افزایش زیتوده‌ی ریزریشه می‌شود (Wang et al., ۲۰۱۴)، به طوری که مطالعه‌ی Noguchi et al. (۲۰۰۷) نشان داد، استفاده از کودهای نیتروژنه در جنگل‌کاری بالغ *C .japonica* تولید ریزریشه را تا ۱۰ برابر بیشتر از توده‌های شاهد افزایش داده است. Helmissari et al. (۲۰۰۹) در بررسی عوامل موثر بر تولید ریز ریشه‌ها به رابطه‌ی منفی اسیدیته‌ی خاک و ریز ریشه اشاره کردند. همانطور که نتایج نشان می‌دهد می‌توان کمتر بودن تولید ریزریشه تحت جنگل‌کاری دارتالاب را به اسیدی بودن خاک آن ارتباط داد (Yuan et al. ۲۰۱۰). به طور کلی در ارتباط با درشت‌ریشه‌ها زیتوده‌ی تولیدی همبستگی مثبت با زیتوده روزمینی دارد و عملکرد آن بیشتر جنبه‌ی ساختاری و استحکام پایه‌های درختی را دارد، در مقابل زیتوده‌ی ریزریشه موثر بر چرخه‌های عناصر غذایی بوده و سهم بالایی در تولید اولیه بوم‌سازگان جنگل دارد (Fukuzava et al., ۲۰۱۳).

منابع

غازان‌شاهی ج.، ۱۳۸۵. آنالیز خاک و گیاه، انتشارات هما، ۲۷۲ص.

Bijak S., Zasada M., Bronisz A., Bronisz K., Czajkowski M., Ludwisiak ., Tomusiak R. and Wojtan R. ۲۰۱۳. Estimating coarse roots biomass in young silver birch stands on post-agricultural lands in central Poland. Silva Fennica, ۴۲: ۱۲۳ - ۱۴۵.

Blue J. D., Souza L., Classen A. T., Schweitzer J.A. and Sanders N.S. ۲۰۱۱. The variable effects of soil nitrogen availability and insect herbivory on aboveground and belowground plant biomass in an old Weld ecosystem. Oecologia, ۳۴: ۲۷۸ - ۲۸۱.

Bolte A., Rahmann T., Kuhr M., Pogoda P., Murach D and Gadow K.V. ۲۰۰۴. Relationships between tree dimension and coarse root biomass in mixed stands of European beech and Norway spruce. Plant and Soil, ۲۶۴:۱-۱۱.

Brassard B. W., Chen H. Y. H., Bergeron Y. and David P. ۲۰۱۱. Coarse root biomass allometric equations for Abies balsamea, Picea mariana, Pinus banksiana, and Populus tremuloides in the boreal forest of Ontario, Canada. Biomass and Bio energy, ۳۵: ۴۱۸۹-۴۱۹۶.

Cardinale B. J., Wright J.P., Cadotte M. W., Carroll I.T., Hector A., Srivastava, D.S., Loreau M. and Weis J. J. ۲۰۰۷. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA ۱۰۴, ۱۸۱۲۳-۱۸۱۲۸.

Dipesh K. C. and Schuler J. L. ۲۰۱۳. Estimating fine-root production and mortality in the biomass plantations. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۴: ۲۵۱۴-۲۵۲۳.

Fukuzawa K., Shibata Takagi K., Satoh F., Koike T. and Sasa, K. ۲۰۱۳. Temporal variation in fine-root biomass, production and mortality in a cool temperate forest covered with dense understory vegetation in northern Japan. Forest Ecology and Management, ۳۱۰: ۷۰۰-۷۱۰.

Helmisaari H. S., Saarsalmi A. and Kukkola M. ۲۰۰۹. Effects of wood ash and nitrogen fertilization on ne root biomass and soil and foliage nutrients in a Norway spruce stand in Finland. Plant and Soil, ۳۱۴: ۱۲۱-۱۳۲.

Hertel D., Harteveld M, A. and Leuschne Ch. ۲۰۰۹. Conversion of a tropical forest into agroforestry alters the fine root-related carbon flux to the soil. Soil Biology and Biochemistry, ۴۱: ۴۸۱-۴۹۰.

Jentschke G., Drexhage M., Fritz H.W., Fritz E., Schella B., Lee D.H, Gruber F., Heimann J., Kuhr M., Schmidt J., Schmidt S., Zimmermann R. and Douglas L. Godbold D. L. ۲۰۰۱. Does soil acidity reduce subsoil rooting in Norway spruce (Picea abies)? Plant and Soil, ۲۳۷: ۹۱-۱۰۸.

Kuznetsova T., Lukjanova A., Mandre M. and L hmus K. ۲۰۱۱. Aboveground biomass and nutrient accumulation dynamics in young black alder, silver birch and Scots pine plantations on reclaimed oil shale mining areas in Estonia. Forest Ecology and Management, ۲۶۲: ۵۶-۶۴.

Le Goff N. and Ottorini J. M. ۲۰۰۱. Root biomass and biomass increment in a beech (*Fagus sylvatica* L.) stand in northeast France. Annual Forest Science, ۵۸: ۱-۱۳.

Lee K. H. and Jose S. ۲۰۰۳. Soil respiration, fine root production, and microbial biomass in cottonwood and loblolly pine plantations along a nitrogen fertilization gradient. Forest Ecology and Management, ۱۸۵: ۲۶۳-۲۷۳.

Leny S. M. ۲۰۱۱. Construction Calculations Manual. Elsevier, ۶۹۲ pages.

Mismir N. and Mismir M. ۲۰۱۲. Root biomass and carbon storage in Abies nordmanniana Stands. Journal of Forestry Faculty, ۶: ۲۲۵-۲۲۷.

Neatrour, M. A., Jones, R. H. and Golladay, S.W. ۲۰۰۵. Correlations between soil nutrients availability and fine-root biomass at two spatial scales in forested wetlands with contrasting hydrological regimes, NRC Research Press, ۳۵: ۲۹۳۴-۲۹۴۱.

Noguchi K., Konôpka B., Satomura T., Kaneko S. and Takahashi M. ۲۰۰۷. Biomass and production of fine roots in Japanese forests. Journal of Forest Research, ۱۲: ۸۳-۹۵.

Quan X., Wang Ch., Zhang Q.,Wang X., Luo Y. and Lamberty B. B. ۲۰۱۰. Dynamics of ne roots in ve Chinese temperate forests. Journal of Plant Research, ۱۲۳: ۴۹۷-۵۰۷.

Salehi A., Ghorbanzadeh N. and Salehi M. ۲۰۱۳. Soil nutrient status، nutrient return and retranslocation in poplar species and clones in northern Iran. IForest Journal, ۶:۳۳۶-۳۴۱.

Soleimany Rahimabady M., Akbarinia M. and Kooch Y. ۲۰۱۵. The effect of land covers on soil quality properties in the Hyrcanian regions of Iran. Journal of Biosciences and Biotechnology, ۳۲: ۱۲۸ - ۱۳۶.

Tamooh F., Huxhamd M., Karachi M., Mencuccini M., Kairo J. G. and Kirui B. ۲۰۰۸. Below-ground root yield and distribution in natural and replanted mangrove forests at Gazi bay, Kenya. Forest Ecology and Management, ۲۵۶:۱۲۹۰-۱۲۹۷.

Tufekcioglu A., Raich J.W., Isenhart T. M. and Schultz R.C. ۱۹۹۹. Fine root dynamics, coarse root biomass, root distribution, and soil respiration in a multispecies riparian buffer in Central Iowa, USA. Agroforestry Systems, ۴۴: ۱۶۳-۱۷۴.

Wang X., Ma L., and Jia Z. ۲۰۱۴. Root inclusion net method: novel approach to determine fine root production and turnover in Larix principis - rupprechtii Mayr plantation in North China. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, ۳۸: ۳۸۸-۳۹۸.

Yuan Z.Y. and Chen H. Y. H. ۲۰۱۰. Fine root biomass, production, turnover rates, and nutrient contents in boreal forest ecosystems in relation to species, climate, fertility, and stand age: Literature review and meta-analyses. Critical Reviews in Plant Sciences, ۲۹: ۲۰۴-۲۲۱.

Zhang CH., Chen L., and Jiang J. ۲۰۱۳. Vertical root distribution and root cohesion of typical tree species on the Loess Plateau. China Journal Arid Land, ۶: ۶۰۱-۶۱۱.

Abstract

This study was carried out to examine the effect of tree above ground parameters and soil features on fine and coarse root biomass in Cypress, Poplar, Alder plantation and Mixed Natural forest in Mahmudabad region, northern Iran. Sixteen samples (۰-۱۰cm) were taken per stand. The vegetation structure (diameter at breast height and total height) were determined. There were significant differences in coarse and fine root biomass between the plantations and mixed forest. Coarse and fine root biomasses were highest under mixed forest and lowest under Cypress plantation. The PCA results suggest that the coarse and fine root biomass were positively correlated with soil nitrogen, pH and moisture. Diameter at the breast height and total height of trees had significant effect on coarse and fine root biomass.

بررسی رفتار جذبی علف کش متری بیوزین در برخی از خاک های ایران

محمدرضا ریگی [۱]، محسن فرح بخش [۲]
۱-عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی سراوان، ۲-عضو هیات علمی گروه خاکشناسی دانشگاه تهران

چکیده
مصرف بی‌رویه و نادرست آفت‌کش‌ها سبب آلودگی محیط زیست شده است. تعیین سرنوشت علف‌کش‌های مصرف شده در خاک برای به حداقل رساندن تحرک آن‌ها در خاک ضروری می‌باشد. رفتار جذبی علف‌کش‌ها در خاک یکی از مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده اثرات محیطی مانند تجزیه، انتقال و آبشویی می‌باشد. در این تحقیق برای بررسی جذب متری‌بیوزین در هشت خاک مختلف از روش تعادلی استفاده گردید. تحت شرایط آزمایشی، مقدار جذب متری‌بیوزین در خاک‌ها همبستگی مثبتی با مقدار ماده آلی خاک داشت. داده‌های جذب مطابقت بهتری با مدل همدمای فروندلیچ داشتند. مقادیر تمایل جذبی فروندلیچ در دامنه ۱۶/۰ تا ۵۳/۲ لیتر در کیلوگرم قرار داشتند. مقدار کربن آلی و pH خاک عوامل اصلی موثر بر جذب می‌باشند. نتایج نشان داد که مقادیر K_f و n متری بیوزین در خاک های مورد آزمایش با pH تغییر یافت. در مقادیر pH پایین، مقدار ضریب K_f متری بیوزین بالاست و با افزایش میزان pH، مقدار این ضریب کاهش می یابد.
واژه‌های کلیدی: متری‌بیوزین، ، جذب، pH، خاک.

مقدمه

استفاده از آفت‌کش‌ها در کشاورزی برای تامین کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی امری اجتناب ناپذیر است. مصرف بی‌رویه و رو به افزایش آفت‌کش‌ها باعث نگرانی‌های زیست محیطی به ویژه آلودگی منابع آب و خاک گردیده است و بررسی اثرات جانبی کاربرد آن‌ها بر محیط زیست امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. تعیین سرنوشت آفت‌کش‌ها در محیط زیست نیازمند مطالعه رفتار جذبی آن‌ها در خاک می‌باشد (Hutson & Roberts, ۱۹۹۰). جذب سطحی، تعیین کننده‌ی مقدار عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، فلزات، سموم و آفت‌کش‌ها و سایر ترکیبات شیمیایی نگهداری شده در خاک بوده و بنابراین یکی از فرآیندهای اصلی و موثر در انتقال عناصر غذایی و آلاینده‌ها در خاک می‌باشد (Stumm, ۱۹۹۲). لاگات و همکاران (۲۰۱۱) در یک آزمایش تعادلی در خاک‌لوم نشان داده شد که در بین متری‌بیوزین و متابولیت‌های آن، دای‌کتو متری‌بیوزین گونه‌ای با بیشترین شدت جذب می‌باشد.این ممکن است بعلت وجود انواع مختلفی از مکان‌های جذبی در خاک‌های به شدت رسی باشد. جذب متری‌بیوزین با pH همبستگی منفی دارد. لیچون و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که مدل فروندلیچ به خوبی با داده‌ها برازش داده شده است و شیب معادله خطی فروندلیچ در دامنه ۶۷/۰ تا ۸۴/۰ و ضریب کربن آلی نرمال شده بین ۲۷ تا ۳۸ لیتر در کیلوگرم بدست آمد. بررسی جذب متری بیوزین در دو خاک نشان داد ثابت جذب فروندلیچ در دو خاک لوم شنی و رسی به ترتیب ۲/۰ و ۰۲/۱ می‌باشد که بیانگر جذب ضعیف این علف‌کش در خاک می‌باشد. همچنین اظهار داشتند که ماده آلی عامل اصلی در جذب متری‌بیوزین است. (Khoury et al., ۲۰۰۳).
با توجه به این‌که طی سالیان متمادی علف‌کش متری‌بیوزین در مزارع سیب زمینی، نیشکر، یونجه و ... در ایران استفاده شده و عملا علی‌رغم مصرف مقادیر بالایی از این علف‌کش، تاثیر قابل توجهی بر حذف علف‌های هرز این مزارع نداشته است. در این رابطه مطالعه همدمای جذب این علف‌کش در خاک، اطلاعات سودمندی را در مورد تاثیر ویژگی‌های خاک بر سرنوشت متری‌بیوزین می تواند در اختیار ما قرار دهد. از آن‌جایی‌که تاکنون در کشور مطالعه‌ای در خصوص رفتار جذبی این علف کش در خاک صورت نگرفته است در این تحقیق با توجه به مسایل فوق مطالعه ای در این خصوص در برخی از خاک‌های کشور مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

نمونه‌های خاک هشت منطقه از استان های البرز، قزوین، همدان، خراسان رضوی و کرمان با توجه به نوع آزمایش طراحی شده از عمق مناسب (۲۵-۰ سانتی‌متر) و از مکان‌هایی که تحت تیمار متری‌بیوزین نبوده، نمونه‌برداری شدند. جهت آماده‌سازی، نمونه‌ها را در دمای اتاق هوا خشک کرده و پس از کوبیدن و عبور از الک دو میلی‌متری در کیسه‌های پلاستیکی ریخته و تا زمان مصرف در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردیدند. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری گردیدند (جدول ۱). علف‌کش متری‌بیوزین مورد استفاده در این مطالعه دارای خلوص ۹/۹۹ % بود. کلیه مواد شیمیایی با خلوص بالا و از حلال‌های آلی با خلوص کروماتوگرافی استفاده گردید.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	بافت خاک	pH	کربن آلی	رس (گرم (درکیلوگرم	شن	سیلت	ظرفیت تبادل کاتیونی سانتی مول بار در (کیلوگرم	سطح ویژه مترمربع در) (گرم
۱	لوم	۷۳/۷	۳/۲۳	۲۵۴	۶/۴۰۹	۴/۳۳۶	۱۵/۲۳	۴۵/۵۲
۲	لوم	۰۱/۸	۷۵/۴	۲۳۴	۶/۳۸۹	۴/۳۷۶	۲۳/۲۲	۸۵/۴۶
۳	لوم رسی	۸۲/۷	۲/۶	۳۷۴	۶/۳۶۹	۴/۲۵۶	۳۵/۳۰	۳۲/۱۰۳
۴	لوم رسی	۶۴/۷	۸/۱۳	۲۹۴	۶/۳۲۹	۴/۳۷۶	۳۶/۲۵	۵۱/۴۷
۵	رس سیلتی	۷۸/۷	۶/۷	۴۵۴	۶/۱۴۹	۴/۳۹۶	۹۷/۳۴	۴۱/۱۱۹
۶	لوم رسی	۹۶/۷	۷۵/۴	۳۱۴	۶/۳۶۹	۴/۳۱۶	۴۸/۱۷	۵۷/۵۱
۷	لوم	۶۰/۷	۷۵/۴	۱۳۴	۶/۵۰۹	۴/۳۵۶	۷۷/۱۲	۵۵/۲۲
۸	لوم شنی	۹۷/۷	۲/۶	۱۹۴	۶/۵۸۹	۴/۲۱۶	۶۲/۲۰	۳۸/۴۰

آزمایش جذب سطحی متری‌بیوزین در خاک‌های مورد مطالعه

آزمایشات جذب با استفاده از روش تعادلی انجام گرفت. جذب متری‌بیوزین در نمونه‌های خاک (خاک‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸) در شرایط آزمایشگاهی و در دمای ۲۵±۲/۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. از این محلول پایه، غلظت‌های ۰۷/۰، ۱/۰، ۳/۰، ۵/۰، ۷/۰ و ۱ میکروگرم در میلی‌لیتر در محلول ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم تهیه گردید. محلول ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیمبعنواناالکترولیت زمینه انتخاب شده که قدرت یونی محلول خاک را ثابت نگه داشته و سبب سهولت در هماوری ذرات می‌گردد. سدیم آزید با غلظت ۰۱/۰ مولار نیز به محلول الکترولیت برای جلوگیری از تجزیه میکروبی اضافه گردید. مقدار پنج گرم از نمونه‌های خاک را در لوله‌های سانتریفیوژ ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و ۲۵ میلی‌لیتر از هر محلول متری‌بیوزین با آن اضافه کردیم (نسبت خاک به محلول کلرید کلسیم ۱:۵ می‌باشد). یک نمونه شاهد با افزودن ۲۵ میلی‌لیتر از محلول ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم نیز به خاک اضافه کرده و برای مقایسه مورد استفاده قرار گرفت. آزمایشات در دو تکرار انجام شد. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت و در تاریکی، شیک شده و در پایان زمان تعادل، نمونه ها در ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. محلول رویی بدون بهم‌خوردگی خاک از فیلتر ۴۵/۰میکرون عبور داده و غلظت علف‌کش متری‌بیوزین را در آن با استفاده از کروماتوگرافی اندازه‌گیری می‌کنیم. از اختلاف بین غلظت اولیه و غلظت آفت کش در محلول، مقدار متری‌بیوزین جذب شده بدست می‌آید.

بررسی اثر pH بر جذب سطحی متری‌بیوزین در خاک

این آزمایش به منظور بررسی اثر اسیدیته محلول خاک بر جذب متری‌بیوزین انجام گرفت. مقادیر pH محلول‌های متری‌بیوزین (با شش غلظت: ۰۷/۰، ۱/۰، ۳/۰، ۵/۰، ۷/۰ و ۱ میکروگرم در میلی‌لیتر در محلول ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم) در سه مقدار (۵/۴، ۵/۶ و ۵/۸) با استفاده از اسید کلریدریک یا هیدروکسید کلسیم تنظیم گردیدند. سه نوع خاک که دارای اختلاف در ماده آلی، pHو بافت می‌باشند، برای این آزمایش انتخاب شدند. در این شرایط، آزمایشات جذب آزمایش جذب متری بیوزین در حضور و عدم حضور ماده آلی محلول انجام گرفت.

استخراج نمونه محلول و اندازه گیری متری‌بیوزین

یک میلی‌لیتر از محلول رویی برداشته و دو میلی‌لیتر اتیل‌استات به‌آن اضافه شده و به مدت یک دقیقه بهم‌زده شد. بعد از اتمام زمان شیک، نمونه‌ها به مدت یک دقیقه به حال خود رها شده و یک میلی‌لیتر از لایه بالایی (اتیل‌استات) برداشته و به میکروتیوب انتقال داده شد. به منظور حذف رطوبت باقی‌مانده در نمونه یک گرم سولفات سدیم بدون آب به هر نمونه اضافه گردید. نمونه‌ها قبل از اندازه‌گیری با دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز جذب الکترون در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. غلظت‌های متری‌بیوزین در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل ۷۸۹۰A مجهز به آشکارساز جذب الکترون با ستون HP-۵ تعیین گردیدند.

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS آنالیز گردیدند و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد. آنالیز رگرسیون مرحله‌ای برای تعیین همبستگی بین جذب متری‌بیوزین و ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی خاک‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

همدماهای جذب متری‌بیوزین

مقادیر پارامترهای فروندلیچ و لنگ‌موير در جدول (۲) آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که ضرایب تبیین و ثابت‌های لنگ‌موير (K, b) بیشتر خاک‌ها معنی‌دار می‌باشند در حالی‌که در مورد فروندلیچ تمامی ضرایب تبیین و ثابت‌های معادله (K, n) معنی‌دار می‌باشند.

نتایج نشان می‌دهد که همدمای فروندلیچ مطابقت بیشتری با داده‌های جذب دارد. جذب متری‌بیوزین در خاک‌ها با افزایش غلظت علف‌کش، افزایش یافت که نشانگر این موضوع می‌باشد که مکان‌های جذبی با غلظت‌های مورد استفاده در این مطالعه اشباع نشده اند (به جز خاک ۱ و ۷). افزایش جذب علف‌کش متری‌بیوزین در خاک‌های مورد مطالعه به این ترتیب می باشد:

خاک ۱ > خاک ۸ > خاک ۴> خاک ۵ > خاک ۳ > خاک ۶ > خاک ۲ خاک ۷

بنابراین می‌توان به این نتیجه دست یافت که خاک‌های ۱، ۸ و ۴ دارای تمایل جذبی قوی به متری‌بیوزین می‌باشند و خاک‌های ۲، ۶ و ۷ دارای تمایل جذبی ضعیف‌تری می‌باشند. قوی‌ترین تمایل جذبی (K_f=۲.۵۳) که مربوط به خاک یک می‌باشد، ۱۶ برابر ضعیف‌ترین تمایل جذبی (K_f= ۰.۱۶) (مربوط به خاک ۷) می‌باشد. مقادیر بدست آمده برای k_f با نتایج لاگات و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت.

جدول ۲- ثابت‌های جذب و ضریب تبیین متری‌بیوزین در هشت خاک بر اساس معادلات فروندلیچ و لنگ‌موير

شماره خاک	لنگ‌موير			فروندلیچ			
	R^2	b	K	K_{OC} (Lkg^{-1})	R^2	$1/n_{f\text{-}ads}$	$K_{f\text{-}ads}$ (Lkg^{-1})
۱	۶۷۳/۰*	۴۰۷/۷*b	۴۴۵/۰**	۵۸۴/۱۰۸	۹۹۷/۰**	۹۰۸/۰**	۵۳/۲**a
۲	۸۶۱/۰**	۲۷۴/۰**	۷۲۱/۱**	۸۹۵/۳۷	۹۸۹/۰**	۶۰۹/۰**	۱۸/۰**
۳	۹۱۹/۰**	۸۷۴/۰**	۳۹۱/۱**	۹۳۵/۹۱	۹۹۱/۰**	۷۲۷/۰**	۵۷/۰**
۴	۸۴/۰**	۱۵۵/۲**	۸۵۳/۰**	۲۶۱/۷۸	۹۹۷/۰**	۸۰۴/۰**	۰۸/۱**
۵	۶۸۵/۰*	۱۱۵/۴*	۳۵۱/۰**	۶۸۴/۹۸	۹۸۹/۰**	۷۴۱/۰**	۷۵/۰**
۶	۸۹۵/۰**	۵۰۴/۰**	۴۵۲/۱**	۳۶۸/۶۷	۹۹۷/۰**	۶۷۸/۰**	۳۲/۰**
۷	۸۱۷/۰	۶۶۷/۰	۴۹۷/۱**	۶۸۴/۳۳	۹۸۲/۰**	۸۹۵/۰**	۱۶/۰**
۸	۸۹۵/۰**	۳۴۸/۴**	۵۹۷/۰**	۹۳۵/۲۹۱	۹۹۹/۰**	۸۷۳/۰**	۸۱/۱**

(a)** همبستگی در سطح ۰۱/۰ معنی‌دار می‌باشد. (b)* همبستگی در سطح ۰۵/۰ معنی‌دار می‌باشد.

ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های خاک و پارامترهای جذب فروندلیچ (K, n) برای متری‌بیوزین در جدول (۳) خلاصه شده است. رابطه معنی‌دار مثبتی بین K_f و مقدار کربن آلی (r= ۰.۸۰۹, p<۰.۰۱)، و رابطه منفی بین مقدار n و مقدار کربن آلی (r= ۰.۵۰) مشاهده گردید. جذب تریازین‌ها بر روی کربن آلی در اثر پیوندهای هیدروژنی و انتقال پروتون بین تریازین‌ها و گروه‌های اسیدی مواد هیومیکی صورت می‌گیرد (Garcia-Valcarcel&Tadeo,۱۹۹۹). مقادیر ضریب کربن آلی نرمال شده متری‌بیوزین در هشت خاک در دامنه بین ۶۸۴/۳۳ تا ۹۳۵/۲۹۱ لیتر در کیلوگرم می‌باشند (جدول ۲). مقادیر ضریب کربن آلی نرمال شده نسبتا" بالای خاک‌های ۸، ۱ و ۵ نشان‌دهنده نقش و تاثیر اجزای معدنی همانند کربن آلی خاک در این ارتباط می‌باشد.

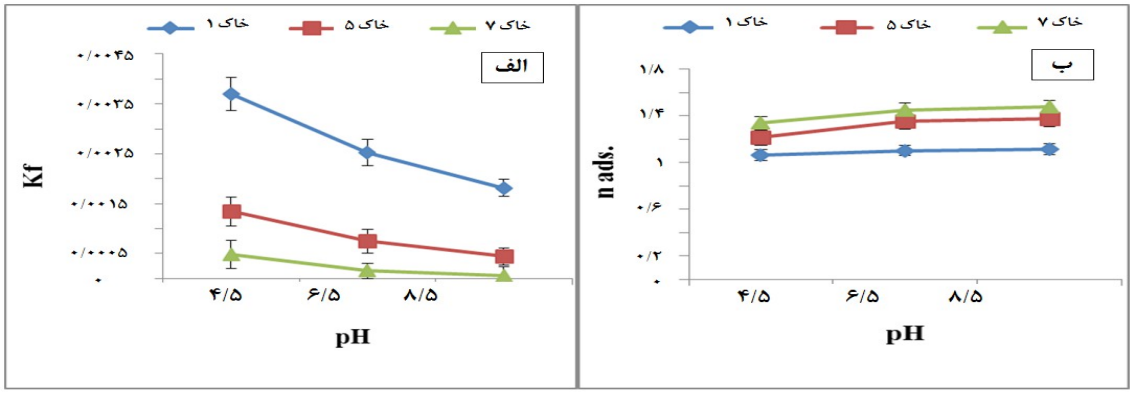
جدول ۳- همبستگی دومتغییره بین K_f، n و ویژگی‌های خاک (N=۸)

	کربن آلی	pH	رس	شن	سیلت	ظرفیت تبادل کاتیونی
K_f	۸۰۹/۰**a	۰۹۹/۰-	۰۸۹/۰-	۲۱۹/۰	۳۰۵/۰-	۱۳۴/۰
n	۵۰۰/۰-	۶۴۰/۰*b	۳۷۲/۰	۴۰۸/۰-	۲۳۹/۰	۲۱۲/۰

(a)** همبستگی در سطح ۰۱/۰ معنی‌دار می‌باشد. (b)* همبستگی در سطح ۰۵/۰ معنی‌دار می‌باشد.

اثر pH بر جذب متری‌بیوزین

جذب متری‌بیوزین در سه خاک (خاک‌های ۱، ۵ و ۷) مورد مطالعه در این آزمایش، تحت تاثیر تغییرات pH محلول قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که مقادیر K_f و n متری‌بیوزین مطابق با مقادیر pH در خاک‌های انتخابی تغییر نمودند (شکل ۳). در pH پایین، ضریب K_f جذب متری‌بیوزین در خاک‌ها نسبتا" بالا می‌باشد و با افزایش مقادیر pH سوسپانسیون، کاهش می‌یابد (شکل ۳ الف). همانطور که در شکل (۳ ب) نشان داده شده، دامنه پارامتر n از مقادیر کم، در pH برابر ۵/۴ تا مقادیر بیشتر، در pH برابر ۵/۸ می‌باشد که نشان‌دهنده تمایل جذبی بالا در pH های کم و تمایل پایین در pH بالا، در جذب متری‌بیوزین در خاک‌ها می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که قابلیت دسترسی مولکول‌های متری‌بیوزین به مکان‌های جذبی با افزایش pH، کاهش می‌یابد. افزایش pH محلول سبب افزایش گونه‌های متری‌بیوزین دارای بار مثبت کمتر می‌گردد. بنابراین جذب علف‌کش کاهش می‌یابد. گاوو و همکاران (۱۹۹۸) نتایج مشابه‌ای را برای علف‌کش‌های تریازین گزارش کردند.



(ثابت‌های جذب معادله فروندلیچ می باشند. n_{ads} و K_f) بر جذب متری‌بیوزین در خاک‌ها pH شکل ۳- اثر مقادیر

منابع

Gao J.P., Maguhn J., Spitzauer P. and KettrupA. ۱۹۹۸. Sorption of pesticides in the sediment of the Teufelsweiher Pond (Southern Germany) I. Equilibrium assessments, effect of organic carbon content and pH. Water Res., ۳۲(۵):۱۶۶۲-۱۶۷۲.

Garcia-Valcarcel A. and TadeoJ. ۱۹۹۹. In uence of soil moisture on sorption and degradation of hexazinone and simazine in soil. J. Agr. Food Chem.,۴۷(۹):۳۸۹۵-۳۹۰۰.

Hutson D.H. and Roberts T.R. ۱۹۹۰. Environmental Fate of Pesticides. John Wiley & Sons Ltd., Chi Chester.

Khoury R., Geahchan A., Coste C.M., Cooper J.F. andBobe A. ۲۰۰۳. Retention and degradation of metribuzin in sandy loam and clay soils of Lebanon. Weed Research, ۴۳: ۲۵۲-۲۵۹.

Lagat S.C., Lalah J.O., KowenjeC.O. andGeteng Z.M. ۲۰۱۱. Metribuzin mobility in soil column as affected by environmental and physico-chemical parameters in Mumias sugarcane zone, Kenya. Journal of Agricultural and Biological Science, ۶(۳): ۲۷-۳۳.

Lechon Y., Garcia-Valcarcel A.I., Matienzo T., Sanchez-Brunete C. andTadeo J.L. ۱۹۹۷. Comparison of analytical procedures for determination of soil sorption coefficients of some triazine herbicides. Commun. Soil Sci. Plant Anal., ۲۸(۱۹&۲۰): ۱۸۳۵-۱۸۴۴.

Stumm W. ۱۹۹۲. Chemistry of the Solid-Water Interface. John Wiley & Sons. Inc., New York.

Abstract

The environment is contaminated through intensive or inappropriate use of pesticides. Quantifying the fate of applied herbicides in the soil is essential for minimizing their mobility in the soil environment. The adsorption-desorption behavior of a soil-applied herbicides is one of the most important factors governing its environmental

impacts such as degradation, transition and leaching.In this study, the batch equilibrium method was used to conduct metribuzin adsorption experiments with the eight different soils. Under the experimental conditions, the adsorption amount of metribuzin on soils was positively correlated with the content of soil organic matter. Freundlich adsorption isotherm provided the best t for all adsorption data. The values of $K_{f\text{-}ads}$, adsorption affinity, ranging from ۰.۱۶ to ۲.۵۳. Soil organic carbon content and pH were the main factors in uencing adsorption. The results showed that the K_f values and nfor metribuzin were changed in dependence of pH values in the three selected soils. The K_f coefficient of metribuzin adsorption on soils was rather high at low pH values and decreased with the increasing pH values of the suspension

توزیع شکل های مختلف روی و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک در برخی از خاک های آهکی رفسنجان

سیما بابائی بافقی [۱]، احمد تاج آبادی پور [۲]، عیسی اسفندیارپور بروجنی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده
مقدار روی کل خاك، ضرورتا بیانگر قابلیت استفاده روی برای گیاه نیست، بنابراین شناخت شکل‌های مختلف روی در خاک، اطلاعات مفیدی برای ارزیابی وضعیت روی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در اختیار می‌گذارد. به‌منظور کسب چنین اطلاعاتی، روی کل و توزیع آن به شکل‌های مختلف در ۲۸ نمونه خاک آهکی رفسنجان به روش عصاره‌گیری دنباله‌ای تعیین و رابطه این شکل‌ها با ویژگی‌های خاک مطالعه شد. این پژوهش نشان داد که هیچ یک از ویژگی‌های خاک با روی متصل به مواد آلی همبستگی معنی داری ندارند. درصد رس و سیلت با روی کل و روی باقی‌مانده همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. بین روی قابل استفاده برای گیاه با روی کربناتی همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. همچنین شکل‌های مختلف شیمیایی روی در خاک‌های مورد مطالعه به ترتیب زیر کاهش می‌یابد :
تبادلی > آلی > جذب شده > کربناتی >باقی‌مانده

واژه های کلیدی: اسپوزیتو، پسته، شکل‌های شیمیایی روی، عصاره‌گیر دنباله ای

مقدمه
مساحت زیادی از زمین‌های کشاورزی شهرستان رفسنجان، زیر کشت پسته قرار دارد و با توجه به اینکه پسته یکی از محصولات استراتژیک کشور محسوب می‌شود توجه به کمبودها و نیازهای این گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین لازم است وضعیت فراهمی روی مورد بررسی قرار گیرد تا در صورت نیاز برای رفع این کمبود و تأمین نیاز تغذیه ای گیاه اقدامات لازم انجام گیرد. میزان کل روی در خاک بین ۱۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است که کانی‌های مختلفی از آن در خاک وجود دارد. عناصر به شکل‌های شیمیایی مختلفی در خاک‌ها وجود داشته و زیست‌فراهمی همه این شکل‌ها یکسان نیست. عصاره‌گیری دنباله‌ای یا پی‌درپی عناصر سنگین در خاک‌ها، روشی مناسب برای تعیین شکل‌های محلول و تبادلی، آلی، کربناتی متصل به اکسیدها و سولفیدها و تتمه آن‌ها در خاک‌هاست که نتایج آن در پیش‌بینی زیست‌فراهمی، سرعت آبشویی و تغییر شکل عناصر در خاک‌های کشاورزی و آلوده ارزشمند می‌باشد (Miller *et al*, ۱۹۸۶). در سال‌های اخیر روش‌های عصاره‌گیری دنباله‌ای یکی از راه‌های تخمین شکل‌های شیمیایی عناصر می‌باشد که به‌عنوان کامل‌ترین روش توصیفی رفتار کلی فلزات در خاک نام برده می‌شود و می‌تواند تخمین خوبی از تحرک بالقوه عناصر در اختیار ما قرار دهد (Keller and Vedy, ۱۹۹۴). Xian (۱۹۸۹) بیان کرد که در عصاره‌گیری دنباله‌ای، قابلیت دسترسی عناصر با هر مرحله از عصاره‌گیری دنباله‌ای کاهش می‌یابد. بنابراین، عناصر به شکل‌های محلول در آب و قابل تبادل خیلی سریع قابل دسترس می‌شوند در حالی که عناصر به شکل باقی‌مانده، پیوندهای محکمی دارند و انتظار نمی‌رود که در شرایط طبیعی رها شوند. عصاره‌گیر دنباله‌ای توانایی استخراج شکل‌های واقعی فلزات در خاک را ندارد، اما می‌تواند روش مناسبی برای تفکیک و مقایسه شکل‌های مختلف فلزات در خاک باشد (Graft *et al*, ۲۰۰۷). بنابراین تحقیق حاضر به منظور ارزیابی شکل‌های شیمیایی روی و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک جهت تعیین شکل غالب روی در خاک های مورد مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان انجام شد. از مناطق مختلف پسته‌کاری شهرستان رفسنجان ۱۰۰ نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری گردید در نمونه‌های جمع‌آوری شده برخی از خصوصیات خاک ازجمله بافت، آهک ماده آلی روی قابل استفاده و ... اندازه‌گیری شد و در نهایت ۲۸ نمونه خاك که دارای دامنه‌ی وسیعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بود برای آزمایش گلخانه‌ای انتخاب شد. پس از جوانه زدن، تعداد ۸ بذر (رقم بادامی ریز زرند) در هر گلدان در عمق ۳ سانتی‌متری کشت و گلدان‌ها با آب مقطر آبیاری و رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی رسانده شد. شش هفته پس از کشت، تعداد نهال‌ها در هر گلدان به پنج بوته کاهش یافت. در پایان دوره‌ی رشد نهال‌ها از محل طوقه قطع شدند. در پایان آزمایش، خاک هر گلدان پس از هوا خشک کردن الک شده و روی موجود در خاک با

استفاده از روش عصاره‌گیر دنباله‌ای (Sposito *et al*., ۱۹۸۲) استخراج (جدول ۱) و سپس به‌وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. در پایان نتایج حاصل از تجزیه گیاه و خاک توسط نرم‌افزارهای SPSS تجزیه و تحلیل آماری شدند.

جدول ۱: دستور و ترتیب روش عصاره‌گیری دنباله‌ای و مشخصات شکل روی استخراج شده

شکل شیمیایی روی	محلول	نسبت خاک به عصاره‌گیر	مدت تکان دادن
تبادلی	۰.۵M KNO_3	۲:۲۵	۱۶ ساعت
جذب شده	Deionized Water	۲:۲۵	۲ ساعت (۳ بار تکرار)
آلی	۰.۵M NaOH	۲:۲۵	۱۶ ساعت
کربناتی	۰.۰۵M Na_4EDTA	۲:۲۵	۶ ساعت
تتمه	۴M HNO_3	۲:۲۵	۱۶ ساعت در دمای ۸۰ درجه سلسیوس

*سه مرتبه با اب دو بار تقطیر عصاره‌گیری می‌شود

نتایج و بحث

شکل‌های شیمیایی روی به روش اسپوزیتو و همکاران (۱۹۸۲) در خاک‌های مورد مطالعه استخراج و با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. با توجه به جدول ۲، میانگین روی تبادلی ۶۰/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد، که این شکل از روی ۲/۱ درصد از کل روی خاک را در برمی‌گیرد. اسپوزیتو و همکاران (۱۹۸۲) در خاک‌های آلفی‌سول و اریدی‌سول مجموع شکل‌های تبادلی و جذبی را کمتر از ۲ درصد تعیین کردند. میزان روی جذب سطحی شده با میانگین ۸۳/۱میلی‌گرم در کیلوگرم خاک‌های مختلف متغیر است. Emmerich و همکاران (۱۹۸۲) در خاک‌های آلفی‌سول و اریدی‌سول مقدار روی جذبی را کمتر از یک درصد گزارش کردند. میزان روی آلی با میانگین ۹۹/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد. Leclaire و همکاران (۱۹۸۴) درصد روی موجود در بخش آلی خاک را کمتر از یک درصد تعیین کردند. میزان روی کربناتی با میانگین ۰۷/۱۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک‌های مختلف قرار دارد، این بخش از روی بیش از ۲۲ درصد از روی کل خاک را شامل می‌شود. هم‌چنین میانگین روی باقی‌مانده ۰۸/۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد. Chang و همکاران (۱۹۸۴) مقدار نسبی روی باقی‌مانده را بیش از ۸۰ درصد گزارش نمودند. میزان روی کل با میانگین ۸۰/۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک‌های مختلف متغیر است. Iyengner و همکاران (۱۹۸۱) مقدار روی کل را در خاک های مورد مطالعه خود با میانگین ۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک تعیین کردند.

به‌طور کلی در این پژوهش میانگین شکل‌های مختلف روی دارای ترتیب زیر است:

تبادلی > آلی > جذب شده > کربناتی >باقی‌مانده

این یافته که بیشترین میزان شکل روی در خاک‌های مورد مطالعه به صورت روی باقی‌مانده و سپس روی کربناتی است با گزارش قانع وکریمیان (۱۳۸۲) و یثربی و همکاران (۱۹۹۴) در استان فارس مطابقت می کند

جدول۲- میانگین شکل های شیمیایی روی در خاک های مورد مطالعه

	روی تبادلی	روی جذب شده	روی آلی	روی کربناتی	روی باقی‌مانده	روی کل
میانگین (mg/kg)	۶۰/۰	۸۳/۱	۹۹/۰	۰۷/۱۱	۰۸/۳۳	۸۰/۴۹
مقدار نسبی(%)	۲۰/۱	۶۷/۳	۹۹/۱	۲۳/۲۲	۴۳/۶۶	۱۰۰

نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان داد که بین شکل‌های شیمیایی روی و برخی از ویژگی‌های خاک، همبستگی معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). روی باقی‌مانده با شن (r=۴۹۶/۰)، رس (r=۴۸۳/۰) و همچنین با ظرفیت تبادل کاتیونی (r=۴۸۱/۰) همبستگی مثبت و معنی داری با ضریب اطمینان ۹۹ درصد نشان داد. روی تبادلی با ماده آلی (r=-۳۷۸/۰) همبستگی منفی و معنی داری با ضریب اطمینان ۹۵ درصد دارد. روی جذب شده با میزان روی قابل استفاده (r=۵۷۷/۰) همبستگی مثبت و معنی داری با ضریب اطمینان ۹۹ درصد نشان داد. روی کربناتی با سیلت (r=۴۷۰/۰) همبستگی مثبت و معنی داری با ضریب اطمینان ۹۵ درصد و نیز با ماده آلی (r=۵۴۸/۰)، کربنات کلسیم معادل (r=۵۸۵/۰) و روی قابل استفاده (r=۹۳۴/۰) همبستگی مثبت و معنی داری با ضریب اطمینان ۹۹ درصد نشان داد. روی کل با ماده آلی (r=۴۵۹/۰) و کربنات کلسیم معادل (r=۴۱۵/۰) همبستگی مثبت و معنی داری با ضریب اطمینان ۹۵ درصد و با سیلت (r=۴۹۷/۰) و ظرفیت تبادل کاتیونی (r=۵۳۴/۰) همبستگی مثبت و معنی داری با ضریب اطمینان ۹۹ درصد دارد.

هیچ یک از ویژگی‌های خاک با روی متصل به مواد آلی همبستگی معنی داری نشان ندادند. برای عدم مشاهده همبستگی روی متصل به مواد آلی دو احتمال را می‌توان ذکر کرد: ماهیت ماده آلی و متفاوت بودن اجزای آن در خاک‌های مختلف (Harter, ۱۹۹۱) و دیگر این‌که میزان روی استخراجی متصل به مواد آلی در اکثر خاک‌های مورد مطالعه کم بوده و اعداد بدست آمده از دامنه تغییرات کافی برای مطالعات آماری برخوردار نبوده است. از دیگر نتایج پژوهش حاضر، بالا بودن ضریب همبستگی بین روی قابل استفاده برای گیاه با روی کربناتی می‌باشد. این امر را می‌توان نشان از آن دانست که روی متصل به کربنات‌ها نه‌تنها تاثیر منفی بر قابلیت استفاده روی ندارند، بلکه احتمالا می‌تواند منبع بالقوه‌ای برای روی قابل استفاده در خاک‌های مورد مطالعه باشند.

جدول۳- همبستگی بین شکل های شیمیایی روی و ویژگی‌های خاک

ویژگی‌های خاک	روی تبادلی	روی‌جذب شده	روی الی	روی کربناتی	روی‌باقی‌مانده	روی کل
شن (%)	-۱۴۶/۰ ns	-۱۹۲/۰ ns	۰۵۷/۰ ns	-۲۸۲/۰ ns	-۴۹۶/۰**	-۴۸۶/۰**
رس (%)	۲۶۵/۰ ns	۲۱۲/۰ ns	-۰۳۷/۰ ns	۰۱۹/۰ ns	۴۸۳/۰**	۳۳۲/۰ ns
سیلت (%)	-۰۲۲/۰ ns	۱۱۲/۰ ns	-۰۶۰/۰ ns	۴۷۰/۰*	۳۵۷/۰ ns	۴۹۷/۰**
ظرفیت تبادل کاتیونی ($Cmol^+/kg$)	-۰۰۳/۰ ns	۲۱۲/۰ ns	۰۰۳/۰ ns	۳۶۲/۰ ns	۴۸۱/۰**	۵۳۴/۰**
ماده آلی (%)	-۳۷۸/۰*	۰۴۵/۰ ns	۰۶۳/۰ ns	۵۴۸/۰**	ns۲۳۴/۰	۴۵۹/۰*
کربنات کلسیم معادل (%)	-۱۶۱/۰ ns	۳۰۵/۰ ns	۱۶۳/۰ ns	۵۸۵/۰**	-ns۱۲۴/۰	۴۱۵/۰*
روی قابل استفاده (mg/kg)	-۱۱۶/۰ ns	۵۷۷/۰**	۰۲۱/۰ ns	۹۳۴/۰**	۱۱۰/۰ ns	۸۳۴/۰**

* و ** در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار می‌باشد. ns: از لحاظ اماری معنی‌دار نیست.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش و با توجه به فقیر بودن خاک‌های تحت کشت پسته در مناطق مورد مطالعه و مصرف مداوم کودهای شیمیایی در آن‌ها می‌توان به این واقعیت اشاره کرد که روی اضافه شده به خاک می‌تواند به فرم کربناتی تبدیل شود که در درازمدت بر روی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه اثرات مثبتی خواهد گذاشت.

منابع

قانع، ه. و کریمیان، ن. ۱۳۸۲. توزیع شکل‌های مختلف روی در خاک‌های آهکی استان فارس و رابطه آن‌ها با ویژگی‌های خاک. صفحه‌های ۶۰۱-۶۰۲. هشتمین کنگره علوم خاک ایران، رشت

Chang A.C., Page A.L., Warneke J.E., and Grgurevic E. ۱۹۸۴. Sequential extraction of soil heavy metals following a sludge application. Journal of Environmental Quality. ۱۳:۳۳-۳۸.

Emmerich W.E., Lund L.J., Page A.L. and Chang. A.C. ۱۹۸۲. Solid phase from of heavy metals in sewage sludge treated soils. Journal of Environmental Quality. ۱۱: ۱۷۸-۱۸۱.

Graft M., Lair G.J., Zehenter F. and Gerzabek M.H. ۲۰۰۷. Geochemical fractions of copper in soils chronosequences of selected European flood plains. Environmental Pollution, ۱۴۸(۳): ۷۸۸-۷۹۶.

Harter, R. D.۱۹۹۱. Micronutrient adsorption-desorption reactions in soils. pp.۵۹-۸۷. In J. J. Mortvedt *et al.* (ed). Micronutrients in Agriculture. ۲nd ed., Soil Science Society of America Journal, Madison, WI.

Iyenger S., Martens D.C. and Miller W.P ۱۹۸۱. Distribution and plant availability of soil zinc fractions. Soil Science Society of America Journal. ۴۵:۷۳۵-۷۳۹.

Keller C. and Vedy J.C. ۱۹۹۴. Distribution of copper and cadmium fractions in two forest soil. Journal of Environmental Quality, ۲۳: ۹۸۷-۹۹۹.

Leclaire J.P., Chang A.C., Levesque C.S. and Sposito. G. ۱۹۸۴. Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge: IV.Correlation between zinc uptake and extracted soil zinc fractions. Soil Science Society of America Journal, ۴۸:۵۰۹-۵۱۳.

Miller W.P., Martens D.C. and. Zelazny L. W. ۱۹۸۶. Effect of sequence in extraction of trace metals from soils. Soil Science Society of America Journal, ۵۰ :۵۹۸-۶۰۱.

Sposito G., Lund L.J. and Chang A.C. ۱۹۸۲. Trace metal chemistry in arid-zone field soil, amended with sewage sludge. I .Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in solid phases. Soil Science Society of America Journal, ۴۶:۲۶۰-۲۶۴.

Xian, X. ۱۹۸۹. Effect of chemical forms of cadmium, zinc, and lead in polluted soils on their uptake by cabbage plants. Plant and Soil, ۱۱۳:۲۵۷-۲۶۴

Yasrebi J., Karimian N., Maftoun M., Abtahi A. and Sameni A.M. ۱۹۹۴. Distribution of zinc forms in highly calcareous soils as influenced by soil physical and chemical properties and application of zinc sulfate. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۲۵: ۲۱۳۳- ۲۱۴۵.

Abstract

The total zinc content in soil doesn't necessarily indicate Zinc availability for plants. Therefore, recognizing different forms of zinc in the soil provides useful information for assessing the status of zinc, soil fertility and plant nutrition. For obtain such information, total zinc and its distribution to different forms were determined with sequential extraction in ۲۸ calcareous soil of Rafsanjan and relationships between these forms and soil characteristics were studied. The study indicated that none of the characteristics had no significant correlation with organic zinc. Howere, Clay and silt percent had significant positive correlation with total and residual zinc. Also, a significant positive correlation was seen between available zinc and zinc carbonate. The different chemical forms of zinc in soils were reduced as follow:

Zn- Res > Zn- Car > Zn-OM > Zn- EX > Zn- Sorb

تأثیر شکل نیتروژن و بازدارنده نیترات سازی ۳و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر میزان کلروفیل برگ و عملکرد کاهو

عاطفه بیگی هرچگانی و شهرام کیانی
به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد

چکیده
برای بررسی اثرات شکل‌های مختلف نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ و عملکرد کاهو، آزمایشی با نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات با و بدون بازدارنده نیترات سازی DMPPدر قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بر روی دو رقم کاهو ترساو کالیفرنیادر شرایط هیدروپونیک در دانشگاه شهرکرد انجام گرفت. نتایج نشان داد در رقم ترسا، بالاترین وزن تر بوته با کاربرد نسبت آمونیوم به نیترات ۱۰۰:۰ حاصل شد، در حالی که در رقم کالیفرنیا، کاربرد آمونیوم به میزان ۱۵ درصد نیتروژن مصرفی، بیشترین وزن تر را ایجاد کرد. در هر دو رقم کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPPدر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات تأثیری بر وزن تر بوته نداشت.

واژه‌های کلیدی: شکل نیتروژن، بازدارنده نیترات سازی DMPP، کاهو.

مقدمه
نیتروژن از جمله عناصر ضروری مورد نیاز گیاه بوده که در سطح گسترده‌ای از طبیعت پراکنده شده است. این عنصر در ساختمان بسیاری از ترکیبات ضروری گیاهی از قبیل اسیدهای نوکلئیک، پروتئینها، آنزیمها، چربیها، کلروفیل، هورمونهای گیاهی، ویتامینها و ترکیبات آلکالوئیدی نقش دارد. نیترات و آمونیوم دو شکل اصلی جذب نیتروژن توسط گیاهان هستند. نیتروژن به طور عمده به صورت نیترات و در شرایط احیایی نیز مقداری به شکل آمونیوم جذب گیاه می‌شود. گیاهان نیترات را برخلاف شیب غلظت جذب کرده و بنابراین جذب نیترات محتاج انرژی بوده و بایستی فعالانه صورت گیرد. در حالی که جذب آمونیوم به صورت غیرفعال بوده و نیاز به انرژی ندارد (مارشنر، ۱۹۹۵). کاهو (*Lactuca sativa L.*) از جمله محصولاتی است که پرورش آن به روش هیدروپونیک در بسیاری از گلخانه‌های تجاری دنیا انجام می‌شود. کاهوگیاهی از خانواده *Asteraceaecompositae* است که یکساله و روز بلند بوده و در تابستان به گل می‌نشیند(نظری، ۱۳۷۱).

بازدارنده‌های نیترات‌سازی ترکیب‌هایی هستند که اکسایش زیستی یون آمونیوم به نیتریت را به‌واسطه کاهش فعالیت باکتری نیتروزموناس به تأخیر می‌اندازند (پاسدا و همکاران، ۲۰۰۱). یکی از بازدارنده‌های نیترات سازی که در سالهای اخیر وارد بازار شده است ۳ و ۴- دي متيل پيرازول فسفات (DMPP) است که توسط شرکت باسف آلمان تولید شده‌است. استفاده از DMPPهمراه با کودهای نیتروژنه توانسته است عملکرد محصولات کشاورزی را بهبود بخشد (زرولا و همکاران، ۲۰۰۱). عبدالمنعم و همکاران (۱۹۹۶) عنوان کردند گیاهان کاهو تغذیه شده در کشت هیدروپونیك با آمونیوم وزن تر و غلظت نیترات کمتری در مقایسه با گیاهان تغذیه شده با نیترات داشتند. آنها علت این امر را تفاوتهای موجود در فرایند جذب و آسیمیلاسیون شکلهای مختلف نیتروژن توسط گیاه کاهو دانستند. استفاده از تغذیه آمونیومی در مقایسه با تغذیه نیترات، سبب کاهش رشد دو گیاه کاهو و اسفناج روییده در کشت هیدروپونیک شد. همچنین مقدار کلروفیل a و b در گیاهان اسفناج و کاهوی تغذیه شده با آمونیوم بسیار بیشتر از گیاهان تغذیه شده با نیترات بود (روستا، ۱۳۸۹).

تحقیقات چندانی در مورد کاربرد این بازدارنده در محلولهایی غذایی مورد استفاده در کشت هیدروپونیك نشده است. با توجه به مصرف سبزیها در رژیم غذایی انسان و تأثیر زیاد آنها بر سلامتی انسان‌ها، تحقیق حاضر سعی دارد تأثیر شکل نیتروژن و کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴- دی متیل پیرازول فسفات را بر میزان کلروفیل برگ و عملکرد دو رقم کاهو در کشت هیدروپونیك مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روشها
این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات در محلول غذایی و نوع رقم کاهو با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی شامل ۵ سطح ۱۰۰:۰، ۸۵:۱۵ با و بدون بازدارنده نیترات سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات و ۷۰: ۳۰ با و بدون بازدارنده نیترات سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفاتبود. ارقام کاهوی مورد استفاده نیز شامل دو رقم تجاریترساو کالیفرنیابودند. مقدار مصرف بازدارنده نیترات سازی DMPP در تیمارهای حاوی بازدارنده برابر با ۲ میلی‌گرم در لیتر بود. به منظور اجرای آزمایش بذرهای کاهو پس از ضدعفونی توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد، در بستر کشت نشا حاوی کوکوپیت و پرلیت کاشته شده و روزانه توسط آب مقطر آبیاری شدند. حدود سه هفته پس از جوانه‌زنی، نشاهای کاهو به گلدانهایپلاستیکی ۲ لیتری حاوی کوکوپیت و پرلیت منتقل شدند. برای هر پلات آزمایشی ۲ ظرف در نظر گرفته شده و در داخل هر ظرف یک بوته کشت شد. برای تهیه محلول غذایی از آب شرب دانشگاه

شهرکرد استفاده شد. با لحاظ کردن غلظت عناصر غذایی موجود در آب، محاسبات لازم برای حصول به غلظت‌های مورد نظر در محلول‌های غذایی مورد استفاده انجام شد. فرمولاسیون عناصر غذایی مورد استفاده برای تهیه محلول غذایی بدین صورت بود. غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد در محلول غذایی به ترتیب برابر با ۰/۱۹، ۰/۲، ۰/۱۱، ۵/۴، ۰/۱ و ۲/۱ میلی‌مولار بود. همچنین غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف برای مس، بور، آهن، منگنز، روی و مولیبدن به ترتیب برابر ۷۵/۰، ۳۰، ۴۰، ۰/۵، ۰/۴ و ۵/۰ میکرومولار بود. لازم به ذکر است pHمحلول غذایی روی ۴/۵ تنظیم شد. پس از انتقال نشاهای کاهو به ظروف حاوی مربوطه از محلول یک چهارم قدرت استفاده شد که به تدریج و با افزایش رشد گیاه از محلول تمام قدرت استفاده شد.

در فاصله زمانی قبل از برداشت، شدت رنگ کاهو (یکی از شاخصهای کیفی مهم) در ۱۰ برگ از قسمت‌های مختلف بوته در هر تیمار با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج اندازه‌گیری شد. همچنین در همین زمان از گیاهان نمونه‌برداری شده و مقدار کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و مقدار کاروتنوئیدهای برگ با استفاده از روش مربوطه اندازه‌گیری شد(سانی و همکاران، ۲۰۰۱). پس از گذشت ۸ هفته، بوته‌ها برداشت شده و قسمت هوایی (شاخساره) و ریشه گیاه از یکدیگر جدا شدند. به دنبال آن وزن تر نمونه‌ها توسط ترازوی رقومی اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها پس از شستشو توسط آب معمولی و آب مقطر به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. سپس وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شده و درصد ماده خشک آنها محاسبه شد. در نهایت نتایج حاصله توسط نرم افزارآماری SASتجزیه و تحلیل شده و برای مقایسه و کلاسهبندی میانگینها از آزمون حداقل تفاوت معني‌دار (LSD) استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر نسبت آمونیوم به نیتراتمحلول غذایی بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه کاهو

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی را بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه نشان می‌دهد. نتایج نشان داد تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی،نوع رقم کاهو و برهمکنش آنها با همدیگر بر وزن تر اندام هوایی در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار بود.همچنین اثر نوع رقم و برهمکنش نسبت آمونیوم به نیترات با نوع رقم کاهو بر وزن خشک اندام هوایی در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار بود.تنها اثر نسبت آمونیوم به نیترات بر وزن تر ریشه در سطح ۵ درصد آماری معنی‌دارشد. جدول ۲ نتایج برهمکنش نسبت آمونیوم به نیتراتبا رقم کاهو را بر وزن تر اندام‌هوایی نشان می‌دهد.در رقم ترساافزایش نسبت آمونیوم در محلول غذایی تا ۳۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار وزن تر اندام هوایی در مقایسه با محلول بدون آمونیوم شد. در این رقم کاربرد بازدارنده DMPP در هر دو نسبت ۸۵:۱۵ و ۷۰:۳۰ آمونیوم به نیترات، تفاوت معنی‌داری در وزن تر اندام هوایی در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPP ایجاد نکرد. بیشترین وزن تر اندام هوایی در رقم ترسادر نسبت ۱۰۰:۰ آمونیوم به نیترات به دست آمد. اما در رقم کالیفرنیاافزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی تا ۱۵ درصد منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم و محلول‌های غذایی دارای نسبت ۷۰:۳۰ آمونیوم به نیترات شد. در این رقم نیز کاربرد بازدارنده در هر دو نسبت ۸۵:۱۵ و ۷۰:۳۰ آمونیوم به نیترات تفاوت معنی‌داری در وزن تر اندام هوایی در مقایسه با تیمار بدون بازدارنده ایجاد نکرد. در رقم کالیفرنیابیشترین عملکرد با کاربرد آمونیوم در محلول غذایی تا نسبت ۱۵ درصد حاصل شد. در رقم کالیفرنیاافزایش نسبت آمونیوم به نیترات تا ۳۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با نسبت ۸۵:۱۵ گردید.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن ترااندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه کاهو

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن ترااندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
رقم کاهو	۱	۳/۱۴۲۴۱۶ **	۶/۲۸۸**	۳/۱۱۱۶ ns	۶/۹ ns
نسبت آمونیوم به نیترات	۴	۸/۶۰۱۸ **	۶/۶ ns	۵/۱۳۸۷*	۲/۵ ns
رقم کاهو ×نسبت آمونیوم به نیترات	۴	۸/۸۹۶۱ **	۶/۲۶**	۴/۴۸۰ ns	۵/۱ ns
خطا	۲۰	۳/۱۰۰۷	۲/۴	۹/۳۱۵	۷/۲

ns، *و** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد ازمون F می‌باشد.

جدول ۲. برهمکنش نسبت آمونیوم به نیتراتبا رقم کاهو بر وزن تر اندام هوایی کاهو (گرم در گلدان)

نسبتامونیوم به نیترات / رقم کاهو	۰:۱۰۰	۱۵:۸۵	۱۵:۸۵با DMPP	۳۰:۷۰	۳۰:۷۰با DMPP	میانگین
ترسا	c۰۰/۳۳۴	d۰۰/۲۰۸	d۶۷/۲۱۸	d۶۷/۲۲۸	d۳۳/۲۲۲	B۳۳/۲۴۲
کالیفرنیا	bc۰۰/۳۷۳	a۳۳/۴۳۵	ab۶۷/۴۲۲	c۶۷/۳۴۵	c۰۰/۳۲۴	A۱۳/۳۸۰
میانگین	A۵۰/۳۵۳	AB۶۷/۳۲۱	AB۶۷/۳۲۰	BC۱۷/۲۸۷	C۱۷/۲۷۳	

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند(ازمون **LSD**).

جدول ۳ نتایج برهمکنش نسبت آمونیوم به نیتراتبا رقم کاهو بر وزن خشک اندام هوایی کاهو را نشان می‌دهد. در رقم ترسا افزایش نسبت آمونیوم در محلول غذایی تا ۱۵ درصد منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با محلول بدون آمونیوم و محلول‌های غذایی دارای نسبت ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات شد. در این رقم کاربرد بازدارنده DMPP در هر دو نسبت ۸۵: ۱۵ و ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات، تفاوت معنی‌داریدر وزن خشک اندام هوایی کاهو در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPP ایجاد نکرد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی در رقم ترسا در نسبت ۱۰۰: ۰ آمونیوم به نیترات به دست آمد. اما در رقم کالیفرنیا افزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی تا ۳۰ درصد افزایش معنی‌داری در عملکرد در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم ایجاد نکرد. دراین رقم نیز کاربرد بازدارنده DMPP در هر دو نسبت ۸۵: ۱۵ و ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات، تفاوت معنی‌داری در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPP ایجاد نکرد. در رقم کالیفرنیا بیشترین عملکرد با کاربرد آمونیوم در محلول غذایی تا نسبت ۱۵ درصد حاصل شد.

جدول۳. بر همکنش نسبت آمونیوم به نیترات با رقم کاهو بر وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)

نسبت آمونیوم به نیترات رقم	۰:۱۰۰	۱۵:۸۵	۱۵:۸۵با DMPP	۳۰:۷۰	۳۰:۷۰با DMPP	میانگین
ترسا	^{bcd}۱۳/۱۷	^{f}۴۵/۱۰	^{ef}۲۶/۱۱	^{de}۴۹/۱۴	^{cd}۴۰/۱۵	^{B}۷۴/۱۳
کالیفرنیا	^{ab}۲۱/۲۰	^{a}۴۶/۲۱	^{a}۷۶/۲۱	^{abc}۶۸/۱۸	^{bcd}۶۳/۱۷	^{A}۹۵/۱۹

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند(ازمون **LSD**).

تاثیر نسبت آمونیوم به نیتراتمحلول غذایی بر وزن تر ریشه کاهو در جدول ۴ نشان داده شده است. افزایش نسبت آمونیوم تا ۳۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار وزن تر ریشه در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم و محلول‌های غذایی دارای نسبت ۸۵: ۱۵ آمونیوم به نیترات شد.کاربرد بازدارنده DMPP در هر دو نسبت ۸۵: ۱۵ و ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات، تفاوت معنی‌داری در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPPبر وزن تر ریشه ایجاد نکرد. بیشترین وزن تر ریشه در نسبت ۱۰۰: ۰ آمونیوم به نیترات به دست آمد (جدول ۴).

.جدول ۴. تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی بر وزن تر ریشه کاهو

نسبت آمونیوم به نیترات	۰:۱۰۰	۱۵:۸۵	۱۵:۸۵با DMPP	۳۰:۷۰	۳۰:۷۰با DMPP
میانگین	^{A}۰۰/۸۸	^{AB}۰۰/۷۲	^{AB}۰۰/۸۰	^{C}۳۳/۵۰	^{BC}۵۰/۵۹

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند(ازمون **LSD**).

تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی بر میزان کلروفیل برگ کاهو

جدول ۵تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشیبر میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئید، کلروفیل کل و شاخص میزان کلروفیلبرگ کاهو را نشان می‌دهد.نوعرقم کاهو بر کلروفیل a، کارتنوئید و کلروفیل کل در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار شد. اثر رقم کاهو و اثر نسبت آمونیوم به نیترات بر شاخص میزان کلروفیل برگ در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار شد.

کارتنوئید، کلروفیل کل و شاخص میزان کلروفیل برگ ،b کلروفیل ،a جدول ۵. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایشی بر کلروفیل ارقام کاهو

منابع تغییر	درجه ازادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید	کلروفیل کل	شاخص کلروفیل
رقم کاهو	۱	۶/۹۱۱۷**	^{ns}۵/۱۸۵۶	۵/۲۷۰۷**	۸/۱۹۶۶۰**	۹۴/۲۹**
نسبت آمونیوم به نیترات	۴	^{ns} ۰/۱۳۴۷	^{ns}۵/۱۲۱۹	^{ns}۴/۷۳۱	^{ns}۷/۲۰۳۰	۴۶/۸۸**
رقم کاهو × نسبت آمونیوم به نیترات	۴	^{ns} ۸/۸۳۹	^{ns}۱/۱۰۷	^{ns}۶/۳۹۷	^{ns}۷/۱۵۴۹	^{ns}۲۷/۷
خطا	۲۰	۵/۶۱۴	۵/۵۰۷	۷/۳۳۰	۷/۱۶۲۳	۳۲/۳

ns، *و ** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد ازمون F می‌باشد.

در رقم ترسا میزان کلروفیل a، کارتنوئید، کلروفیل کل و شاخص کلروفیل به طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد آماری بیشتر از رقم کالیفرنیا شد (جدول ۶).جدول ۷نتایج مقایسه میانگین اثر نسبت آمونیوم به نیترات بر شاخص میزان کلروفیل برگ کاهو را نشان می‌دهد. افزایش آمونیوم تا ۳۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار شاخص میزان کلروفیل برگ نسبت به تیمار بدون آمونیوم در سطح ۵ درصد آماری شد.کاربرد بازدارنده DMPP در هر دو نسبت ۸۵: ۱۵ و ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات، تفاوت معنی‌داری در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPPبر شاخص میزان کلروفیل برگ ایجاد نکرد.

کارتنوئید، کلروفیل کل و شاخص میزان کلروفیل برگ ارقام کاهو ،a جدول ۶. اثر نوع رقم کاهو بر کلروفیل

رقمکاهو	کلروفیل μ(ag/g)	کارتنوئید μ(g/g)	کلروفیل کل μ(g/g)	شاخص میزان کلروفیل برگ
ترسا	^{A}۷۳/۲۴۱	^{A}۰۶/۱۲۲	^{A}۸۰/۳۷۸	^{A}۱۵/۱۴
کالیفرنیا	^{B}۸۶/۲۰۶	^{B}۰۶/۱۰۳	^{B}۶/۳۳۶	^{B}۱۵/۱۲

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند(ازمون **LSD**).

جدول ۷. اثر نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی بر شاخص میزان کلروفیل برگ کاهو

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند (آزمون **LSD**).

نسبت آمونیوم به نیترات	۰:۱۰۰	۱۵:۸۵	۱۵:۸۵با **DMPP**	۳۰:۷۰	۳۰:۷۰با **DMPP**
میانگین	^{A}۸۵/۱۹	^{BC}۵۶/۱۱	^{C}۶۱/۱۰	^{B}۸۶/۱۲	^{BC}۸۹/۱۰

ایرویگوین و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهش‌های خود در مورد تاثیر بازدارنده DCD و DMPPدرخاک گزارش کردند که کاربرد هر دو بازدارنده هیچ گونه تأثیر منفی بر عملکرد و یا سایر شاخص‌های کیفی اسفناج از قبیل درصد ماده‌ی خشک نداشت. ساواس و همکاران (۲۰۰۶) اثر نسبت آمونیوم به نیتروژن کل را بر رشد و عملکرد گیاه کاهو مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها مشاهده نمودند که بیشترین وزن تر و خشک گیاه با کاربرد ۳۰ درصد نیتروژن مصرفی به شکل آمونیوم حاصل شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت ندارد. تفاوت در بین ارقام گیاهی در پاسخ نسبت به نیتروژن ناشی از متفاوت بودن راندمان فیزیولوژیکی گیاه در استفاده از نیتروژن است (لدها و همکاران، ۲۰۰۵).در تحقیقات قیطاسی (۱۳۹۲) کاربرد سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP باعث افزایش معنی‌دار شاخص میزان کلروفیل برگ شد، در حالی‌که کاربرد بازدارنده در این تحقیق تأثیر معنی‌داری بر شاخص میزان کلروفیل برگ نداشت.تفاوت بین ارقام در میزان کلروفیل a، کارتنوئید و کلروفیل کل به دلیل تفاوت بین ارقام گیاهی می‌باشد که این مسئله در پژوهشهای دیگر نیز دیده شده است.براساس نتایج این تحقیق در ارقام ترسا و کالیفرنیا به ترتیب استفاده از نسبت‌های ۱۰۰ : ۰ و ۸۵ :۱۵ آمونیوم به نیترات برای افزایش عملکرد کاهو توصیه می‌شود. همچنین کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP تأثیری بر عملکرد ارقام کاهو نداشته است.

منابع

روستا، ح. ر. ۱۳۸۹. مقایسه کاهو و اسفناج تغذیه شده با نیترات یا آمونیوم در سیستم هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، جلد اول، شماره اول، صفحه‌های ۵۸ تا ۶۳.

قیطاسی،م. ۱۳۹۲. تأثیر بازدارنده نیترات سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر تجمع نیترات در دو رقم اسفناج در بافت‌های مختلف خاک. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد.

نظری، م. ۱۳۷۱. خواص سبزی‌های خوراکی. چاپ اول، انتشارات پیام آزادی، تهران.

Abd-Elmoniem E.M.,Abou-Hadid A.F., El-Shinawy M.Z., El-Beltagy A.S. and Eissa A.M. ۱۹۹۶. Effect of nitrogen form on lettuce plant grown in hydroponic system.Acta Horticulture, ۴۳۴:۴۷-۵۲.

Irigoyen I., Lamsfus C., Aparicio-Tejo P. and Muro J. ۲۰۰۶. The influence of ۳,۴dimethylpyrazole phosphate and dicyandiamide on reducing nitrate accumulation in spinach under Mediterranean conditions. Journal of Agricultural Science, ۱۴۴:۵۵۵-۵۶۲.

Ladha J.K., Pathak H., Kurpnik T.J., Six J. and Keseel C.V. ۲۰۰۵. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. Advanced in Agronomy, ۸۷: ۸۵-۱۵۶.

Marschner H., ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.

Pasda G., Hahndel R. and Zerulla W. ۲۰۰۱. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (۳, ۴-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. Biology and Fertility of Soils, ۳۴:۸۵-۹۷

Saini R.S., Sharma K.D..Dhankhar O.P. and Kaushik R.A. ۲۰۰۱. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture. Agrobios, India.

Savvas D.,Passam H.C.,Olympios C.,Nasi E.,Moustaka E.,Mantzos N. and Barouchas P. ۲۰۰۶. Effects of ammonium nitrogen on lettuce grown on pumice in a closed hydroponic system. HortScience, ۴۱:۱۶۶۷-۱۶۷۳.

Zerulla W., Barth T., Dressel J., Von Locquenghien K.E.K.H., Pasda G., Radle M. and Wissemeier A.H. ۲۰۰۱. ۳, ۴- Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) - a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. Biology and Fertility of Soils, ۳۴:۷۹-۸۴.

Abstract

This experiment was conducted to elucidate the effects of nitrogen forms on the leaf chlorophyll content and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) under hydroponic conditions. A factorial experiment in a completely randomized design was carried out with two factors of ammonium to nitrate ratios (with and without nitrification inhibitor ۳,۴-

dimethylpyrazole phosphate (DMPP)) and lettuce cultivars (Teresa and California) with three replications at ShahreKord University. The results showed that the highest lettuce fresh weight was obtained with application of ۰:۱۰۰ ammoniumto nitrate ratio in Teresa cultivar. But in California cultivar, application of ammonium by ۱۵ percent of total nitrogen led to the highest lettuce yield. In both cultivars, nitrification inhibitor (DMPP)had not significanteffects on the lettuce fresh weight in different ammonium to nitrate ratios.

تأثیر نوع کود آلی بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی ورمی کمپوست

مژگان یاوری [۱]، سمیه قاسمی [۲]، سیدمحمد مشتاقیون [۳]، حمید سودایی‌زاده [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه یزد، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه یزد، ۳- استادیار گروه زیست‌شناسی دانشگاه یزد

چکیده
در این پژوهش به منظور بررسی برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی ورمی‌کمپوست‌های تهیه شده از سه نوع کود گاوی، گوسفندی و اسبی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که غلظت عناصر غذایی و ویژگی‌های بیوشیمیایی ورمی‌کمپوست‌ها به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع بستر قرار داشت. ورمی‌کمپوست تهیه شده از کود گاوی دارای کمترین مقدار pH و بیشترین مقدار کربن آلی، جمعیت میکروبی و تنفس پایه بود. بیشترین غلظت فسفر، پتاسیم، روی، مس و منگنز نیز در ورمی‌کمپوست کود گاوی مشاهده شد. بیشترین مقدار نیتروژن و آهن به ترتیب مربوط به ورمی‌کمپوست کود گوسفندی و اسبی بود. بر اساس نتایج این پژوهش، کیفیت تغذیه‌ای ورمی‌کمپوست تهیه شده از کود گاوی، بیشتر از کود گوسفندی و اسبی می‌باشد.
واژه‌های کلیدی: کودهای آلی، ورمی‌کمپوست، ویژگی‌های بیوشیمیایی

مقدمه
با توجه به روند رو به رشد مصرف کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی و اثرات سوء زیست محیطی مرتبط با آن، به کارگیری راهکارهای مدیریتی جهت کاهش اثرات آنها لازم و ضروری است. مصرف غیر اصولی و بلند مدت کودهای شیمیایی باعث تجمع مقادیر بالای عناصر به صورت غیر قابل جذب در اراضی کشاورزی، افت سطح حاصلخیزی خاک، کاهش ارزش کیفی محصولات و گسترش آلودگی زیست محیطی خواهد شد. موضوع قابل تأمل آن است که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی سلامت انسان را تهدید کرده و باعث افزایش خطر ابتلاء به انواع بیماری‌ها به خصوص سرطان‌ها شده است. بنابراین استفاده از راه‌کارهایی که باعث افزایش قابلیت جذب عناصر در خاک و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی گردد ضروری به نظر می‌رسد. یکی از راه‌کارهای پایدار برای حفظ تولید و بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک با ورودی کم مواد آلی، استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک است. استفاده از مواد آلی علاوه بر افزایش قابلیت باروری و بهبود حاصلخیزی خاک، می‌تواند راهکار مناسب برای افزایش بازدهی مصرف کودهای شیمیایی نیز باشد. از نقش‌های مهم مواد آلی می‌توان به بهبود وضعیت تغذیه گیاهان از طریق تأمین عناصر غذایی و کاهش پ-هاش خاک، افزایش فعالیت ریزجانداران خاك، بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت تبادل کاتیونی خاك اشاره کرد (میرزایی و همکاران، ۲۰۰۹). ورمی‌کمپوست یکی از انواع کودهای آلی است که اخیرا کاربرد آن در اراضی کشاورزی، ارزش و جایگاهی بالاتر از گذشته پیدا کرده است. به‌طور کلی ورمی‌کمپوست را می‌توان یک کود بیوارگانیک حاصل از فعالیت کرم‌های خاکی بر روی پسماندهای آلی دانست که بسیار نرم، سبک وزن، فاقد هرگونه بوی نامطبوع، عاری از علف‌های هرز و پاتوژن‌ها، سرشار از مواد هومیک، انواع ویتامین‌ها و هورمون‌های محرک رشد، آنزیم‌های مختلف و عناصر غذایی قابل جذب برای گیاه با پ- هاش مناسب می‌باشد (اتیه و همکاران، ۲۰۰۲). تأثیر مثبت کاربرد ورمی‌کمپوست بر افزایش قابلیت جذب فسفر، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف توسط م اتوس و آروندا (۲۰۰۳)، ریدوان (۲۰۰۴) و ماتیوانان و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شده است.

امروزه اکثر پسماندهای آلی که به عنوان بستر ورمی‌کمپوست استفاده می‌گردد، کودهای حیوانی هستند که مخلوطی از سرگین (مدفوع) و کاه کلش بوده و دارای مقدار زیادی نیتروژن، پتاسیم و فسفر می‌باشند. نکته بسیار مهم در مصرف کودهای حیوانی برای تهیه ورمی‌کمپوست آن است که با وجود آنکه، این کودها از نظر ترکیب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف با یکدیگر تفاوت داشته، اما تا کنون توجه چندانی به تأثیر آنها بر روی ورمی کمپوست تولید شده صورت نگرفته است. بنابراین با وجود آنکه تحقیقات گسترده ای در رابطه با تأثیر کاربرد ورمی کمپوست بر بهبود رشد و عملکرد گیاهان صورت گرفته است، اما اطلاعات محدودی در رابطه با نوع ورمی کمپوست که می‌تواند از بسترهای مختلف تهیه گردد، وجود دارد. بنابراین با توجه به اهمیت یافتن اینکه چه نوع ورمی کمپوست می‌تواند عملکرد بهتری درخاک داشته باشد، در این مطالعه برخی ویژگی‌های ورمی‌کمپوست‌های تهیه شده از سه نوع کود گاوی، گوسفندی و اسبی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
در این آزمایش، برای تولید ورمی‌کمپوست از کود نیمه پوسیده گاوی، گوسفندی و اسبی به عنوان پایه اصلی استفاده شد. برای این منظور، سه نوع کود را به مدت هشت هفته در شرایط رطوبتی ۷۵ درصد نگهداری کرده و سپس از الک عبور داده شد. بسترهای تهیه شده به سبدهای پلاستیکی انتقال داده و پس از تزریق کرم ایزینیافتیدا به بستر، تقریباً ۹۰ روز اجازه داده شد تا کلیه مواد بستر

به ورمی‌کمپوست تبدیل شود. سپس برخی ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی سه نوع ورمی‌کمپوست تهیه شده، مطابق با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. قابلیت هدایت الکتریکی و پ-هاش ورمی‌کمپوست در عصاره ۱ به ۵ اندازه‌گیری شد. درصد کربن آلی به روش اکسیداسیون‌تر در مجاورت بی‌کرومات‌پتاسیم و اسیدسولفوریک غلیظ، درصد نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال، پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر، فسفر توسط دستگاه طیف‌سنج و آهن، روی، مس و منگنز با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نوع ماده آلی تاثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و غلظت عناصر غذایی ورمی‌کمپوست دارد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، ورمی‌کمپوست تهیه شده از کود گاوی دارای کمترین مقدار pH و بیشترین مقدار کربن آلی، جمعیت میکروبی و تنفس پایه بود. بیشترین مقدار pH و قابلیت هدایت الکتریکی و کمترین مقدار کربن آلی و تنفس پایه نیز مربوط به ورمی‌کمپوست کود گوسفندی بود. ورمی‌کمپوست کود اسبی نیز از نظر pH، کربن آلی و تنفس پایه حد واسط ورمی‌کمپوست کود گاوی و کود گوسفندی قرار داشت.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی ورمی‌کمپوست‌های تهیه شده از مواد آلی مختلف

نوع بستر	پ-هاش	قابلیت هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	کربن آلی (%)	جمعیت میکروبی ($cfu\ g^{-1}$)	تنفس پایه ($mg\ C\text{-}CO_2\ kg^{-1}$)
کود گاوی	^{c}۴/۷	^{b}۲/۹	^{a}۵/۳۳	^{a}۱۰^{۷}×۲۴	^{a}۵۱۶
کود گوسفندی	^{a}۷/۷	^{a}۶/۱۲	^{c}۴/۲۹	^{b}۱۰^{۷}×۱۹	^{c}۳۴۳
کود اسبی	^{b}۶/۷	^{c}۴/۷	^{b}۸/۳۱	^{c}۱۰^{۷}×۱۶	^{b}۳۹۱

حروف یکسان در یک ستون، نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ازمون LSD می‌باشند.

جدول ۲ نتایج حاصل از مقایسه میانگین تأثیر نوع کود بر غلظت برخی عناصر در وورمی‌کمپوست را نشان می‌دهد. بیشترین غلظت غلظت فسفر، پتاسیم، روی، مس و منگنز مربوط به ورمی‌کمپوست کود گاوی بود. بیشترین مقدار نیتروژن نیز در ورمی‌کمپوست تهیه شده از کود گوسفندی مشاهده شد و از این نظر اختلاف معنی‌داری بین ورمی‌کمپوست کود گاوی و اسبی وجود نداشت. غلظت آهن نیز به ترتیب در ورمی‌کمپوست کود اسبی، گوسفندی و گاوی بیشتر بود.

جدول ۲- غلظت برخی عناصر در ورمی‌کمپوست‌های تهیه شده از مواد آلی مختلف

نوع بستر	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	منگنز
	(%)	($mg\ kg^{-1}$)					
کود گاوی	^{b}۴/۲	^{a}۸۸۰۰	^{a}۸۰۱۴	^{c}۲۹۴۵	^{a}۱۲۲	^{a}۸۳	^{a}۶۲۵
کود گوسفندی	^{a}۶/۲	^{c}۳۶۰۰	^{b}۷۱۲۰	^{b}۳۱۹۸	^{c}۹۱	^{c}۷۸	^{c}۲۲۴
کود اسبی	^{b}۳/۲	^{b}۷۲۰۰	^{c}۴۹۰۶	^{a}۳۳۲۲	^{b}۱۱۴	^{b}۸۰	^{b}۵۱۶

حروف یکسان در یک ستون، نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ازمون LSD می‌باشند.

منابع

Mathivanan, S., R. Kalaikandhan, A. A. Chidambaram, and P. Sundramoorthy. ۲۰۱۳. Effect of vermicompost on the growth and nutrient status in groundnut (Arachishypogaea L.). Asian Journal of Plant Science and Research. ۳: ۱۵-۲۲.

Mirzaei, R., J. Kambozia, H. Sabahi and A. Mahdavi. ۲۰۰۹. Effect of different organic fertilizers on soil physiochemical properties, production and biomass yield of tomato (Lycopersicon esculentum). Iranian Journal of Crops Researches. ۷: ۲۵۷-۲۶۷.

Ridvan, K. ۲۰۰۴. Cu and Zn accumulation in earth worm Lumbricus terrestrist in sewage sludge amended soil and fraction of Cu and Zn casts and surrounding. Soil Science. ۲۲: ۱۴۱-۱۴۵.

Atiyeh, R. M., N. Q. Arancon, C. A. Edwards and J. D. Metzger. ۲۰۰۲. The influence of earth worm processed pig manure on the growth and productivity of marigold. Bioresource Technology. ۸۱: ۱۰۳-۱۰۸.

Matos, G. D. and M. Arrunda. ۲۰۰۳. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. Process Biochemistry. ۳۹: ۸۱-۸۸.

Abstract

In this study, to investigate some biochemical characteristics of vermicomposts produced from three manure types of cow, sheep and horse, a factorial experiment in a completely randomized design with three replications. The results showed that nutrients concentration and biochemical characteristics of vermicomposts was significantly influenced by the type of bed. Cow vermicompost had the lowest pH and highest organic carbon, microbial population and basal respiration. The highest concentration of phosphorus, potassium, zinc, copper and manganese was found in the cow vermicompost. The highest amount of nitrogen and iron were related to sheep and horse vermicomposts, respectively. According to the results of this study, the nutritional quality of cow vermicompost was more than sheep and horse manure.

مطالعه‌ی اثر محلول‌پاشی عناصر سیلیسیم و پتاسیم بر برخی ویژگی‌های رشدی دانهال‌های پسته‌ی رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری

مریم رنجبرکبوترخانی [۱]، مجید اسمعیلی‌زاده [۲]، حمیدرضا کریمی [۳]، محمدحسین شمشیری [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان، ۲- استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۳- دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

چکیده

جهت شناسایی برخی سازوکارهای تحمل به تنش شوری در پستهوبه‌منظور ارزیابی تاثیر سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم بر برخی ویژگی‌های رشدی دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری، پژوهشی بصورت فاکتوریل با سه فاکتور شامل ۲ سطح شوری (۰ و ۹۰ میلی‌مولار)، ۳ سطح سیلیکات پتاسیم (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و ۳ سطح سولفات پتاسیم (۰، ۱ و ۲ درصد)، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد.نتایج نشان داد که تنش شوری موجب کاهش کارایی استفاده از آب، محتوای آب نسبی برگ و افزایش میزان نشت الکترولیت‌ها از برگ دانهال‌های پسته شد و محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار کارایی استفاده از آب، محتوای آب نسبی برگ و کاهش میزان نشت الکترولیت‌ها در شرایط تنش شوری گردیدند.

واژه‌های کلیدی: سولفات پتاسیم، سیلیکات پتاسیم، کارایی استفاده از آب، نشت الکترولیت، محتوای آب نسبی برگ

مقدمه

شوری در خاک و آب‌های آبیاری یک مشکل محیطی و جدی برای تولیدات گیاهی است((Bartels and Sunkar, ۲۰۰۵. اثرهای منفی شوری بر رشد گیاه، به‌علت پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک (تنش اسمزی)، اثرهای ویژه یونی (تنش شوری)، عدم تعادل عناصر غذایی یا مجموعه این عوامل ایجاد می‌شود.(Khan *et al*., ۲۰۰۹)هر ساله به‌دلیل شور بودن آب مورد استفاده مقدار زیادی از باغ‌های پسته ایران به‌ویژه در استان کرمان در حال از بین رفتن هستند. لذا انجام پژوهش در زمینه ایجاد مقاومت به شوری و یا به‌عبارت دیگر نگه‌داری درختان پسته در این شرایط بسیار حائز اهمیت است.یکی از راهکارهای کاهش اثر زیانبار تنش شوری، استفاده از روش‌های تغذیه معدنی از جمله استفاده از عنصر سیلیسیم ((Reezi*et al*., ۲۰۰۹و پتاسیم (Akram *et al*., ۲۰۰۹)می‌باشد. گزارش شده است که کاربرد سیلیسیم در شرایط تنش شوری بر گیاه گوجه‌فرنگی باعث افزایش محتوای آب نسبی برگ گردید (Romero *et al*., ۲۰۰۶). زوکارینی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که سیلیسیم رشد لوبیا را در شرایط تنش شوری با کاهش میزان نشت الکترولیت در برگ‌ها بهبود داد. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد برگی سولفات پتاسیم به‌طور قابل توجهی رشد، میزان محصول، فتوسنتز، میزان تعرق، هدایت روزنه‌ای، راندمان مصرف آب، فشار تورگر برگ و افزایش طول ساقه و برگ را در گیاهان آفتابگردانی که تحت تنش شوری بودند را بهبود بخشید(Akram*et al*., ۲۰۰۹). کاربرد برگی سولفات پتاسیم بر روی درخت پسته، کیفیت خشک‌میوه را بهبود بخشیده و میزان پتاسیم برگ را افزایش داد(Ben(mimoun*etal*., ۲۰۰۴.بنابراین این پژوهش به منظور مطالعه‌ی اثر محلول‌پاشی عناصر سیلیسیم و پتاسیم بر برخی ویژگی‌های رشدی دانهال‌های پسته‌ی رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

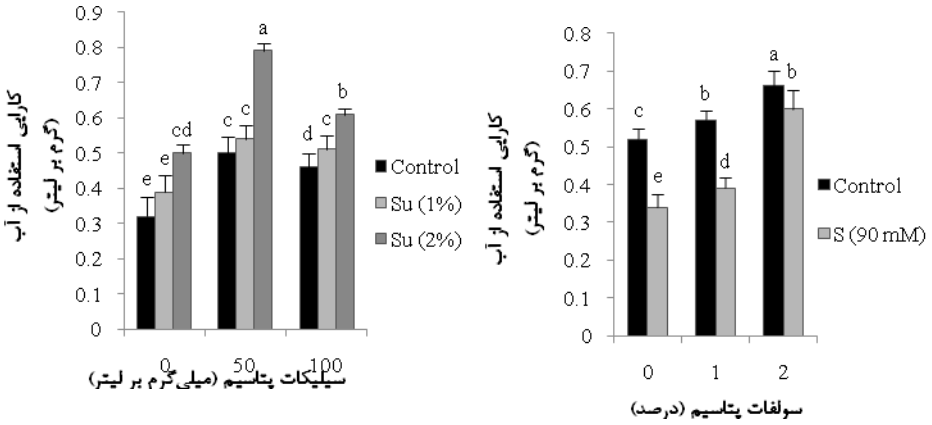
این آزمایش بصورت گلخانه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. بذر مورد استفاده در این آزمایش بذر پسته رقم بادامی ریز زرند بود. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌اجرا درآمد. فاکتورها شامل ۲ سطح شوری به‌فرم NaCl(۰ و ۹۰ میلی‌مولار)، ۳ سطح سیلیکات پتاسیم (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) K_2SiO_3- و ۳ سطح سولفات پتاسیم (۰، ۱ و ۲ درصد) K_2SO_4- با سه تکرار بودند. پس از گذشت حدود یک ماه و نیم از زمان جوانه‌زنی بذور زمانی که دانهال‌ها ۱۰ برگی شدند، تنش شوری اعمال شد. در این پژوهش محلول‌پاشی با سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم طی دو مرحله انجام شد. مرحله‌ی اول یک هفته قبل از شروع تنش شوری و مرحله‌ی دوم یک هفته بعد از شروع تنش شوری بود. پس از پایان آزمایش یعنی ۴۵ روز پس از محلول‌پاشی دوم نمونه‌گیری از تکرارها جهت اندازه‌گیری روابط آبی (کارایی استفاده از آب و محتوای آب نسبی برگ) گیاه و نشت الکترولیت از برگ‌ها انجام و سپس بوته‌ها برداشت شدند.برای اندازه‌گیری میزان نسبی آب برگ ۴ دیسک به قطر ۶ میلی‌متر از برگ‌ها تهیه و وزن کرده و داخل پتری‌دیش حاوی آب مقطر قرار داده تا سلول‌های برگ به‌حالت اماس درآیند. پس از گذشت ۶ ساعت آن‌ها را وزن کرده و پس از آن نمونه‌ها را در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار

داده تا خشک شوند و دوباره وزن آن‌ها را محاسبه کرده و میزان آب نسبی برگ به‌دست آمد(Whitehouse, ۱۹۵۷).برای محاسبه کارایی استفاده از آب، میزان کل ماده خشک تولید شده (وزن خشک شاخه و ریشه) برای هر گلدان محاسبه و بر میزان آب مصرف شده در طول دوره کشت تقسیم شد و سپس کارایی استفاده از آب (WUE)محاسبه شد (Karkanis*et al*., ۲۰۱۱).اندازه‌گیری درصد نشت الکترولیت‌ها با گرفتن دیسکهایی به قطر ۶ میلی‌متر از نمونه‌های برگی محاسبه گردید (Sairam and Srivastava, ۲۰۰۲). نتایج و داده‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل آماری شده و میانگین‌ها به‌وسیله آزمون LSDدر سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار EXCELرسم و نتایج تفسیر شدند.

نتایج و بحث

کارایی استفاده از آب (WUE)

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار باعث کاهش میزان کارایی استفاده از آب نسبت به شرایط غیرتنش شد. اما کاربرد سولفات پتاسیم در هر دو شرایط (تنش شوری و غیرشوری) باعث بهبود کارایی استفاده از آب شد. بهترین وضعیت کارایی استفاده از آب در هر دو شرایط مربوط به تیمار ۲ درصد سولفات پتاسیم بود (شکل ۱ الف). همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۲ درصد سولفات پتاسیم بیشترین کارایی استفاده از آب را نشان داد (شکل ۱ ب).



شکل ۱: برهمکنش شوری آب آبیاری و سولفات پتاسیم (الف) و سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم (ب) بر کارایی استفاده از آب دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

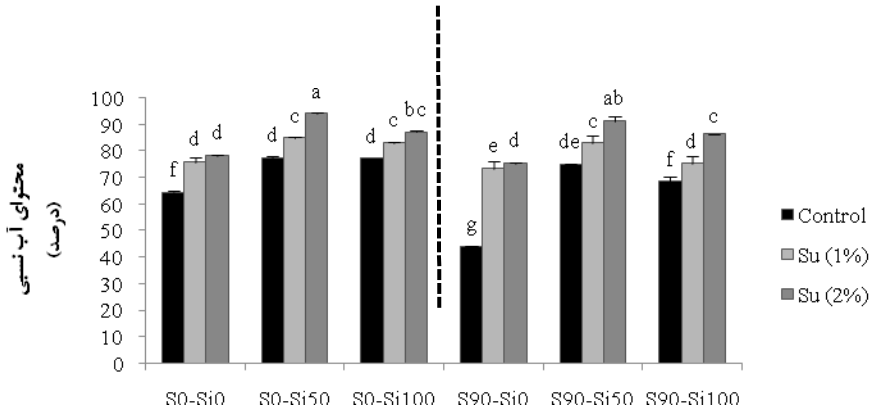
Control و S (۹۰ mM):به‌ترتیب شاهد و شوری ۹۰ میلی‌مولار

Su (۱%)، Controlو Su (۲%): به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های ۱ و ۲ درصد سولفات پتاسیم

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

محتوای آب نسبی برگ (RWC)

محتوای آب نسبی برگ در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار نسبت به شرایط غیرتنش (شاهد) کاهش معنی‌داری داشت. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد تیمار سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم باعث افزایش محتوای آب نسبی برگ در هر دو شرایط (تنش شوری و غیرتنش) شد و بهترین تیمار، تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۲ درصد سولفات پتاسیم بود (شکل ۲).



شکل ۲: برهمکنش شوری آب آبیاری، سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم بر محتوای آب نسبی برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

S۰ و S۹۰: به‌ترتیب شاهد و شوری ۹۰ میلی‌مولار

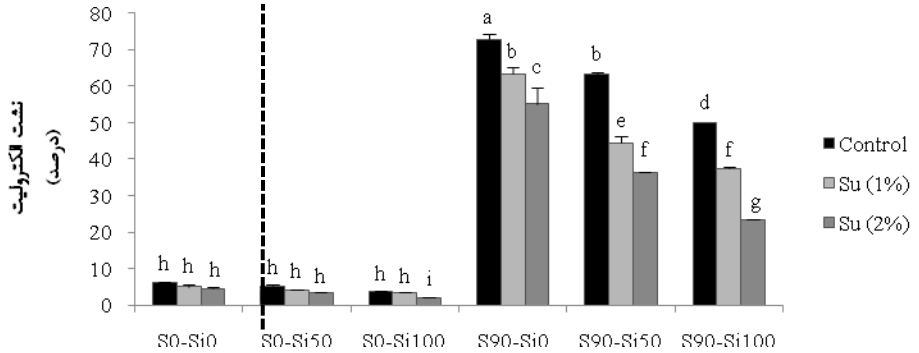
Control، Su (۱%) و Su (۲%): به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های ۱ و ۲ درصد سولفات پتاسیم

Si۰، Si۵۰ و Si۱۰۰: به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSDدر سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

نشت الکترولیت از برگ

نتایج این پژوهش نشان داد که تنش شوری باعث افزایش معنی‌دار نشت الکترولیت از برگ نسبت به شرایط غیرتنش گردید. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش سطوح کاربردی سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم درصد نشت در هر دو شرایط کاهش یافت، به‌طوریکه تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم و ۲ درصد سولفات پتاسیم در هر دو شرایط (تنش شوری و غیرتنش) کمترین نشت الکترولیت را دارا بود (شکل ۳).



شکل ۳: برهمکنش شوری آب آبیاری، سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم بر درصد نشت الکترولیت از برگ دانهال‌های پسته بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری.

S۰ و S۹۰: به‌ترتیب شاهد و شوری ۹۰ میلی‌مولار

Control، Su (۱%) و Su (۲%): به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های ۱ و ۲ درصد سولفات پتاسیم

Si۰، Si۵۰ و Si۱۰۰: به‌ترتیب شاهد، غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

کاهش محتوای آب نسبی برگ و کارایی استفاده از آب در شرایط تنش شوری ناشی از کاهش رشد ریشه، بسته شدن روزنه‌های هوایی، کاهش جذب و انتقال آب توسط ریشه و همچنین افزایش تجمع یون‌ها به ویژه یون‌های سدیم و کلر می‌باشد Hajiboland) *et al*., ۲۰۰۹). سیلیسیم در دیواره‌ی سلول‌ها رسوب کرده و با ماکروملکول‌های آلی (شامل سلولز، پکتین، گلیکوپروتئین‌ها و لیگنین) ترکیب شده و ترکیبات کلوئیدی بی‌شکل را با سطح جذب بالا تشکیل می‌دهد. در نتیجه نانو ذره‌های سیلیسیم بر میزان انتقال آب اثرگذار بوده و کارایی استفاده از آب را افزایش می‌دهد(Wang and Naser, ۱۹۹۴) . همچنین از نقش‌های حیاتی پتاسیم نقش اسمزی این عنصر

در بالا بردن محتوای آب نسبی برگ و کارایی استفاده از آب در گیاه است، به‌طوریکه در حضور مقدار کافی پتاسیم وظیفه سلول‌های روزنه که باز و بسته شدن آنها با توجه به شرایط رطوبتی گیاه است به درستی صورت می‌گیرد و محتوای آب نسبی برگ و کارایی استفاده از آب را بالا می‌برد (Marschner, ۱۹۹۵). نتایج بدست آمده از این پژوهش با نتایج کاربرد سیلیسیم و پتاسیم بر اسفناج (Kaya *et al*., ۲۰۰۱)، گوجه‌فرنگی (Romero *et al*., ۲۰۰۶)، آفتابگردان (Akram *et al*., ۲۰۰۹) و شنبلیله (Nasseri *et al*., ۲۰۱۲) مطابقت دارد.

در شرایط شوری، به‌دلیل پراکسیداسیون لیپیدها، غشا آسیب دیده و در نتیجه میزان نفوذپذیری و نشت الکترولیت‌ها افزایش می‌یابد(Kaya etal., ۲۰۰۶) .تیمار سیلیسیم در شرایط شوری نشت الکترولیت‌هااز برگ را کاهش می‌دهد این کاهش اول به‌دلیل کاهش جذب نمک و دوم به‌خاطر افزایش پایداری غشای سیتوپلاسمی می‌باشد زیرا سیلیسیم با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت (کاتالاز و سوپراکسیددسموتاز) باعث از بین رفتن رادیکال‌های آزاد تولید شده در شرایط تنش شوری می‌گردد و در نهایت باعث کاهش نفوذپذیری غشای سلول برگ و افزایش پایداری غشا می‌شود(Kaya et al., ۲۰۰۶; Ma and Yamaji, ۲۰۰۶) .در شرایط تنش شوری رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و خروج یون پتاسیم از دیواره سلولی شده و همچنین یون سدیم به‌دلیل اثر رقابتی با پتاسیم بر محل‌های اتصال پتاسیم در غشای سلولی جایگزین می‌شود و از آنجایی که نمی‌تواند فعالیت پتاسیم را انجام دهد باعث نشت الکترولیت‌ها از دیواره سلول می‌شود، اما کاربرد پتاسیم باعث بهبود نسبت K/Na شده و قرارگیری سدیم در غشا کمتر می‌شود و در نهایت پتاسیم باعث کاهش نشت و پایداری غشا سلولی می‌شود (Cuin andShabala, ۲۰۰۷). نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر با نتایج کاربرد سیلیسیم و پتاسیم بر اسفناج(Kaya et al., ۲۰۰۱)،لوبیا (Zuccariniet al., ۲۰۰۸) و شنبلیله (Nasseriet al., ۲۰۱۲)مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش کاهش روابط آبی گیاه (کارایی استفاده از آب و محتوای آب نسبی برگ) و افزایش نشت الکترولیت‌ها از برگ دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری را نشان داد و همچنین نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر نشان داد که پارامترهای فوق تحت تاثیر محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم و سولفات پتاسیم قرار گرفتند به‌طوریکه کاربرد این دو ماده باعث افزایش روابط آبی گیاه و کاهش نشت الکترولیت‌ها در شرایط تنش شوری گردیدند.

منابع

Akram M.S., Ashraf M. and Akram N.A. ۲۰۰۹. Effectiveness of potassium sulfate in mitigating salt-induced adverse effects on different physio-biochemical attributes in sunflower (*Helianthus annuus*L.). Science Direct Flora, ۲۰۴: ۴۷۱-۴۸۳.

Bartels D. and Sunkar R. ۲۰۰۵.Drought and salt tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences, ۲۴: ۲۳-۵۸.

Cuin T.A. and Shabala S. ۲۰۰۷. Compatible solutes reduce ROS-induced potassium efflux in *Arabidopsis* roots. Plant Cell Environment, ۳۰: ۸۷۵-۸۸۵.

Hajiboland R.N.,Aliasgharzade S., Farsad H. and Poschenrieder C.H. ۲۰۰۹.Colonization with arbuscularmycorrhizal fungi improvas salinity tolerace of tomato plants. Plant Soil, ۱۱: ۲۴۹-۲۵۵.

Karkanis A., Bilalis D. and Efthimiadou A. ۲۰۱۱. Architectural plasticity, photosynthesis and growth responses of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*medicus) plants to warer stress in a semi arid environment. Australian Journal of Crop Science, ۵: ۳۶۹-۳۷۴.

Kaya C., Higgs D. and Kirnak H. ۲۰۰۱.The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on phtsiology and nutrition development of spinach. Journal Plant Physiolgy, ۲۷: ۴۷-۵۹.

Kaya C., Tuna L. and Higgs D. ۲۰۰۶.Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water stress condition. Journal of Plant Nutrition, ۲۹: ۱۴۶۹-۱۴۸۰.

Khan M.A., Shirazi M.U., Khan M.A., Mujtaba S.M., Islam E., Mumtaz S., Shereen A., Ansari R.U. and Ashraf M.Y. ۲۰۰۹. Role of proline, K+/Na+ ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat. Pakistan Journal of Botany, ۴۱: ۶۳۳-۶۳۸.

Ma J.F. and Yamaji N. ۲۰۰۶.Silicon uptake and accumulation in higher plants. Trends in Plant Science, ۱۱: ۳۹۲-۳۹۷.

Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants.Academic Press.Limited London.Second edition, ۶۷۴.

Nasseri M., Aroiee H., Nemati S.H. and Kafi M. ۲۰۱۲.Effect of salinity and silicon application on biomass accumulation, sodium and potassium content of shoots of fenugreek (*Trigonellafoenum-graceum*L.). Journal of Water and Soil, ۲۶: ۵۰۸-۵۱۴.

Reezi S., Babalar M., Kalantari S., Okhovvat S.M. and Jeong B.R. ۲۰۰۹. Silicon alleviates salt stress, decreases malondiaaldehyde content and affects petal color of salt stressed cut rose (*Rosa xhybrida*L.) 'Hot Lady'. African Journal of Biotechnology, ۸: ۱۵۰۲-۱۵۰۸.

Romero-Aranda M.R., Jurado O. and Cuartero J. ۲۰۰۶.Alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. Plant Physiology, ۱۶۳: ۸۴۷-۸۵۵.

Sairam R.K. and. Srivastava G.C. ۲۰۰۲.Changes in antioxidant activity in subcellular fraction of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. Plant Science, ۱۶۲: ۸۹۷-۹۰۴.

Wang J. and Naser N. ۱۹۹۴.Improved performance of carbon paste ampermeric biosensors through the incorporation of fumed silica.Electroanalysis, ۶: ۵۷۱- ۵۷۵.

Whitehouse W.E. ۱۹۵۷. The pistachio nut a new crop for the Western United States. Society for Economic Botany, ۱۱: ۲۸۱-۳۲۱.

Zuccarini P. ۲۰۰۸. Effects of silicon on photosynthesis, water relations and nutrient uptake of *Phaseolus vulgaris* under NaCl stress. BiologiaPlantarum, ۵۲: ۱۵۷-۱۶۰.

Abstract

In order to detection some mechanisms of pistachio tolerance to salinity and evaluate the effect of potassium silicate and potassiumsulfate on vegetative parameters ofpistachioseedlingscv. Badami -E- Riz, anexperiment was done as factorial with three factors, including:salinity(۰, ۹۰mM), potassiumsilicate(۰, ۵۰and۱۰۰mgL-۱) and potassium sulfate(۰, ۱and ۲%), in compeletely randomize disigne with ۳ replications. The results showed that salinity stress decreased water use efficiency, leaf relative water content and increased electrolyteleakagein leaf ofpistachioseedlingsand foliar application ofpotassium silicateandpotassium sulfate increased water use efficiency, leaf relative water content andreducedelectrolyte leakage under salinity conditions.

بررسی تاثیر پایه بر جذب و غلظت عناصر غذایی برگ نارنگی انشوی میاگاوا

نگین اخلاقی امیری [۱]، علی اسدی کنگرشاهی [۲]
۱ - استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ساری ایران ، ۲- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ساری ایران

چکیده
به‌علت پاسخ متفاوت پایه‌ها در شرایط اقلیمی مختلف و ضرورت مطالعات منطقه‌ای بر امکان توصیه پایه مناسب در هر منطقه، تاثیر ۷ پایه مختلف مرکبات شامل: سوئینگل سیترومیلو؛ ترویر سیترنج؛ کاریزو سیترنج؛ سی-۳۵؛ اسموت فلت سویل؛ گوتو و نارنج بر جذب و غلظت عناصر غذایی برگ نارنگی انشوی میاگاوا در شهرستان ساری بررسی شد. نتایج نشان داد که پایه‌های مختلف، تاثیر معنی‌داری در میزان عناصر معدنی برگ نارنگی انشوی میاگاوا داشتند. پایه نارنج که سال‌های طولانی به عنوان پایه رایج منطقه استفاده شده است کمترین میزان نیتروژن و پتاسیم را نسبت به دیگر پایه‌ها نشان داد. از بین عناصر معدنی، تنها میزان مس در این پایه بیشترین مقدار بود. مقایسه میزان عناصر معدنی برگ نارنگی انشو با میزان بهینه آن، نشان داد که عناصر کلسیم، روی و مس در همه پایه‌ها در محدوده‌ی کم و دیگر عناصر تقریبا در همه پایه‌ها در محدوده‌ی مناسب یا زیاد قرار گرفتند.
واژه های کلیدی: مرکبات، پایه، جذب عناصر غذایی.

مقدمه
استان مازندران، با تولید سالانه بیش از دو میلیون تن مرکبات، پتانسیل بالایی برای تولید این محصول دارد. در تولید مرکبات، استفاده از پایه، برای حل مشکلات ناشی از خاک، آب و هوا، آفات و بیماری‌ها در کنار امکان دست‌یابی به عملکرد و کیفیت بالاتر و زمان برداشت متفاوت، بسیار سودمند است (Toplu et al., ۲۰۰۸). سازگاری پایه‌های مرکبات به خاک‌های با بافت مختلف و نیز سیستم پراکندگی ریشه پایه‌ها در خاک، متفاوت است. بنابراین کارایی پایه‌های مختلف در شرایط آب و هوایی و خاکی مختلف، متفاوت است. از این رو، مطالعه در شرایط منطقه‌ای، برای توصیه پایه مناسب هر منطقه، حائز اهمیت است. نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که پایه‌های مختلف مرکبات، تاثیر زیادی بر ترکیبات معدنی برگ‌های پیوندک میگذارند(Fallahi and Rodney, ۱۹۹۲). در بررسی رقم نارنگی کینو بر روی ۹ پایه مختلف، حداکثر نیتروژن در روی پایه رافلمون و حداقل در پایه ترویر سیترنج مشاهده شد. حداکثر فسفر با پایه رافلمون و حداقل در کاریزو سیترنج دیده شد (Ahmed et al., ۲۰۰۷). بیشترین مقدار نیتروژن در ساتسوما روی کاریزو سیترنج و کمترین مقدار روی پایه نارنج مشاهده شد (Creste, ۱۹۹۵). در تحقیقی دیگر، عدم تاثیر پایه بر میزان نیتروژن نارنگی پونکن روی پایه‌های مختلف گزارش شد.در مقابل، میزان فسفر روی پایه‌های پرتقال و پونسیروس، بالا و روی پایه نارنج کمترین مقدار بود(Araujo et al., ۱۹۹۸). در واقع، پایه‌ها از طریق نسبت متفاوت جذب و انتقال عناصر معدنی از خاک، تاثیر زیادی بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه دارند (Smith, ۱۹۷۵). در استان مازندران به‌ویژه در منطقه شرق آن، انتخاب پایه جایگزین برای پایه نارنج که سال‌های طولانی به عنوان پایه رایج منطقه استفاده شده است به‌علت حساسیت این پایه به ویروس تریستزای مرکبات و شیوع این ویروس در منطقه و نیز حساسیت آن به شرایط مانداب در خاک‌های سنگین منطقه اجتناب ناپذیر شده است. این موارد و بالا بودن pH و آهک خاک در غالب خاک‌های این منطقه، سبب محدودیت در انتخاب پایه شده است. به دلیل اثرات زیادی که پایه‌ها در جذب مواد غذایی از خاک دارند تحقیق حاضر برای بررسی و مقایسه ۶ پایه مختلف مرکبات با پایه نارنجدر شرایط کوهپایه‌ای شهرستان ساری در شرق استان مازندران با رقم پیوندک نارنگی انشوی پیش‌رس میاگاوا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر پایه بر غلظت عناصر غذایی برگ نارنگی انشوی میاگاوا، ابتدا بذر پایه‌های مختلف مرکبات (۱- سوئینگل سیترومیلو[۴۹]؛ ۲- ترویر سیترنج[۵۰]؛ ۳- کاریزو سیترنج[۵۱]؛ ۴- سی- ۳۵[۵۲]؛ ۵- اسموت فلت سویل[۵۳]؛ ۶- گو تو[۵۴] و ۷- نارنج[۵۵]) در گلدان‌های مناسب کشت شد و پس از این‌که قطر نرک‌ها به حدود یک سانتی‌متر رسید پیوندک نارنگی انشوی پیش‌رس میاگاوا (*Citrus unshiu* cv. Miyagawa)روی همه پایه‌ها پیوندزده شد. وقتی ارتفاع نهال‌ها به حدود ۷۰ سانتی‌متر رسید کاشت آن‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ پایه و ۴ تکرار و چهار درخت در هر تکرار در منطقه کوهپایه‌ای شهرستان ساری در باغ مهدشتانجام شد. مدیریت باغبانی، تغذیه و آفات، به طور یکسان برای همه درختان انجام شد. غلظت عناصر غذایی در برگ و واکنش پایه‌ها به برخی کودهای شیمیایی به عنوان پاسخ‌های گیاهی در نظر گرفته شد. کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری مناسب، تجزیه و تحلیل شد و میانگین آنها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱، تجزیه مرکب غلظت عناصر نارنگی انشوی میاگاوا با ۷ پایه به مدت چهار سال متوالی نشان داده است. نتایج نشان داد که پایه‌های مختلف، تاثیر معنی‌داری در میزان عناصر معدنی برگ نارنگی انشوی میاگاوا داشته‌اند. بیشترین میزان نیتروژن برگ (۲۵/۳%)، از درختان روی پایه سیترومیلو دیده شد که افزایش معنی‌داری نسبت به دیگر پایه‌ها به جز کاریزو سیترنج و C-۳۵ نشان داد (جدول ۱) که با نتایج تحقیقی با نارنگی کینو در پاکستان، مطابقت دارد (Iqbal et al., ۱۹۹۹). کمترین مقدار نیتروژن برگ نیز در درختان روی پایه نارنج با اختلاف معنی‌داری نسبت به همه پایه‌ها مشاهده شد که مطابق با نتایج تحقیقاتی با نارنگی انشو (Creste, ۱۹۹۵) و با پرتقال والنسیا (Toplu et al., ۲۰۰۸) در ترکیه است. تاپلو معتقد است که کمبود نیتروژن در درختان روی پایه نارنج را می‌توان با درصد کمتر ریشه‌های مویی در این پایه در مقایسه با سیترومیلو و سیترنج‌ها توضیح داد (Toplu et al., ۲۰۰۸).

جدول ۱- تجزیه عناصر مختلف در برگ ۷ پایه مرکبات در باغ مهدشت ساری طی چهار سال متوالی

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	%	%	%	%	%	mgl^{-1}	mgl^{-1}	mgl^{-1}	mgl^{-1}
سوینگل سیترومیلو	a ۲۴۶/۳	a ۱۶۰/۰	b ۶۵۱/۱	b ۵۵۵/۲	c ۲۹۳/۰	ab ۷/۱۸۰	a ۴۱/۲۷	ab ۳۹/۲۷	a ۸۲۴/۸
ترویر سیترنج	b ۹۳۶/۲	bc ۱۴۸/۰	b ۶۵۶/۱	b ۷۲۶/۲	a ۳۶۰/۰	a ۲/۱۹۸	ab ۱۸/۲۶	ab ۸۵/۲۷	ab ۵۵۵/۸

۴۹. Swingle citromelo
۵۰.۲.Troyer citrange
۵۱. Carizo citrange
۵۲۴. C-۳۵
۵۳۵. Smooth flat sevill
۵۴۶. Gou tou
۵۵. Sour orange

	a ۱۵۹/۰	b ۵۷۰/۱	b ۵۵۹/۲	[abc]۳۲۸/۰	ab ۹/۱۸۷	bc ۱۶/۲۳	ab ۱۲/۲۸	ab ۵۶۶/۸
کاریزو سیترنج	ab ۰۴۱/۳							
سیترنج C-۳۵	b ۱۵۲/۰	a ۸۱۷/۱	b ۴۴۱/۲	c ۲۹۷/۰	b ۹/۱۷۰	c ۸۲/۲۱	ab ۳۲/۲۶	c ۲۸۱/۷
اسموت فلت سویل	b ۹۱۴/۲	c ۱۴۲/۰	b ۸۰۶/۲	ab ۳۳۳/۰	b ۰/۱۶۸	[abc]۸۸/۲۴	b ۶۹/۲۴	ab ۵۳۴/۸
گو تو	b ۹۸۳/۲	b ۱۵۲/۰	c ۳۹۱/۱	a ۴۷۸/۳	bc ۳۱۱/۰	bc ۱۰/۲۳	a ۵۲/۲۸	b ۰۷۱/۸
نارنج	c ۵۵۳/۲	bc ۱۴۷/۰	c ۳۶۵/۱	b ۷۱۹/۲	bc ۳۲۶/۰	[abc]۸۱/۲۴	ab ۱۴/۲۷	a ۰۴۸/۹

البته، بررسی منابع مختلف نشان دهنده‌ی یافته‌های متفاوتی است. به عنوان مثال، بی‌تاثیر بودن پایه بر میزان نیتروژن برگ در رقم نارنگی پونکن در شرایط آب و هوایی هندوستان گزارش شده است (Arajou et al., ۱۹۹۸)که نشان می‌دهد خصوصیات خاک و آب و هوای هر منطقه و نیز رقم پیوندک، بر جذب و انتقال عناصر از خاک تاثیر گذارند(Toplu et al., ۲۰۰۸). بنابراین مطالعات منطقه‌ای و میدانی در این خصوص از اهمیت برخوردارند. درختان روی پایه‌های سیترومولو و کاریزو سیترنج، بیشترین میزان فسفر برگ را داشتند که به میزان معنی‌داری از دیگر پایه‌ها بیشتر بود. کمترین فسفر برگ نیز در درختان روی پایه اسموت فلت سویل مشاهده شد. بیشترین پتاسیم برگ در درختان روی پایه C-۳۵(۸۲/۱%) ثبت شد که اختلاف معنی‌داری با پایه‌های دیگر داشت. کمترین پتاسیم هم در پایه نارنج (۳۶/۱%) و پایه گوتو (۳۹/۱%) مشاهده شد که هر دو در گروه سوم قرار گرفتند. کلسیم برگ در درختان روی پایه گوتو با اختلاف بسیار زیادی نسبت به پایه‌های دیگر، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (۴۷۸/۳%). درختان با پایه‌های سیترومولو و C-۳۵ کمترین منیزیم برگ را نشان دادند. پایه C-۳۵، همچنین کمترین میزان منگنز و مس را نسبت به دیگر پایه‌ها در برگ درختان نارنگی انشو نشان داد. در مقابل، پایه سیترومولو، بیشترین منگنز و پایه ترویر سیترنج بیشترین منیزیم و آهن را در برگ درختان نارنگی انشو نشان داد.در تحقیقی با پرتقال والنسیا نیز بیشترین میزان آهن در درختان روی پایه ترویر سیترنج مشاهده شد (Toplu et al., ۲۰۰۸).بیشترین میزان روی برگ در درختان پیوند شده روی پایه گوتو و کمترین میزان در پایه اسموت فلت سویل مشاهده شد. بیشترین غلظت مس برگ نیز در پایه نارنج مشاهده شد. این پایه به همراه پایه سیترومولو از نظر میزان مس برگ در گروه اول قرار گرفتند. مقایسه غلظت عناصر برگ نارنگی انشو با جدول راهنمای تفسیر نتایج آزمون برگ نارنگی انشو (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳) نشان می‌دهد که میزان نیتروژن برگ در درختان روی پایه‌های سیترومولو، کاریزو سیترنج و سیترنج C-۳۵، زیاد و در دیگر پایه‌ها در محدوده‌ی مناسب بوده است. غلظت فسفر در پایه اسموت فلت سویل، کم و در دیگر پایه‌ها در محدوده‌ی مناسب قرار داشته است. پتاسیم در همه پایه‌ها در محدوده‌ی زیاد بوده است. غلظت کلسیم، تنها در درختان روی پایه گوتو، مناسب و در دیگر پایه‌ها در محدوده‌ی کم قرار داشته است. غلظت منیزیم در پایه سیترومولو، کم و در دیگر پایه‌ها، مناسب بوده است. میزان آهن برگ در درختان نارنگی روی همه پایه‌های آزمایش در محدوده‌ی زیاد و میزان منگنز در همه پایه‌ها در دامنه‌ی مناسب و غلظت مس و روی در همه پایه‌ها در محدوده‌ی کم قرار داشته است.در تحقیقی مشابه، میزان کمتر از حد بهینهعنصر روی، در پایه‌های مختلف در ترکیه گزارش شده است (Toplu et al., ۲۰۰۸). کمبود روی یک مشکل عمده در بسیاری از مناطق کاشت مرکبات در جهان است. به عنوان مثال ۶۰% باغ‌های مرکبات امریکا (Bell et al., ۱۹۹۷) و ۲۸% در پاکستان(Ranjha et al., ۲۰۰۲)، دارای کمبود روی می‌باشند. که یکی از علت‌های اصلی آن، علاوه بر کمبود روی در خاک، بالا بودن pH خاک می‌باشد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳).در تحقیقی در استرالیا، مشاهده شد که میزان عناصر معدنی همه پایه‌ها از جمله کاریزو و ترویر سیترنج در محدوده نزدیک به حد بهینه قرار گرفت ولی پایه‌ها از نظر غلظت Mn، Ca، Mg، P و B اختلاف معنیداری داشتند(Smith et al., ۲۰۰۴).در مقابل، آزمایشی در مصر نشان داد کهغلظت عناصر Cu، Mn، Mgو Bدرپایه‌های مختلف از جمله کاریزو سیترنج، نارنج، راف لمون و رانگپورلایم در برگ نارنگی کلمانتین تفاوت معنیداری نشان داد(Georgiou).

پایه‌ها بر عملکرد کمی و کیفی مرکبات، تاثیر زیادی دارند و چون توانایی آنها در جذب و انتقال عناصر مختلف، متفاوت است بنابراین برای داشتن یک سیستم تولید ایده‌آل، لازم است در انتخاب پایه و رقم مناسب با شرایط اکولوژیک هر منطقه، دقت کافی به خرج داد. نتایج تحقیقات (Kaplankiran et al., ۱۹۹۹)نشان داده است که پایه‌هایی با کارایی جذب بالای N، K، Fe و Mn تاثیر مثبتی بر عملکرد و کیفیت می‌گذارند. در تحقیق حاضر در مورد عناصر نیتروژن و پتاسیم، پایه نارنج در گروه آخر قرار گرفت و به‌طور کلی، سیترومولو و انواع سیترنج بر پایه نارنج برتری داشتند.

منابع

اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول (تالیف). انتشارات آموزشو ترویج کشاورزی.

Ahmed, W., Azher Nawaz, M., Azhar Iqbal, M. and Khan, M.M. ۲۰۰۷. Effect of different rootstocks on plant nutrient status and yield in Kinnow mandarin. Pakistan Journal of Botany, ۳۹ (۵): ۱۷۷۹-۱۷۸۶.
Araujo, F.R.G., Salibe, A.A. and Filhi, G. ۱۹۹۸. Macronutrient concentration in leaves of scion as affected by different roots. Revista Boasi Leira, ۲۰ (۱): ۷-۱۴.
Bell P.F., Vaughn, J.A. and Bourgeois W.J. ۱۹۹۷. Leaf analysis finds high levels of chloride and low levels of zinc and manganese in Lousiana citrus. Journal of plant nutrition, ۲۰ (۶): ۷۳۳-۷۴۳.
Creste, J.E. ۱۹۹۵. Effect of different rootstocks on the mineral composition of leaves on fruiting stem of Satsuma. Centifica, ۲۳ (۱): ۹-۱۶.
Fallah, E. and Rodney, D.R. ۱۹۹۲. Trees size, yield, fruit quality anf leaf mineral nutrient concentration of Fairchild mandarins on six rootstock. Journal of American Society for Horticultural Sciences, ۱۱۷ (۱): ۲۸-۳۱.
Georgiou, A. ۲۰۰۲. Evaluation of rootstocks for Clementine mandarin in Cyprus. Scientia Horticulturae, ۹۳ (۱): ۲۹-۳۸.
Iqbal, Sh., Chaudhary, M.I. and Anjum, M.A. ۱۹۹۹. Effect of various rootstocks on leaf mineral composition and productivity of Kinnow mandarin. International Journal of Agriculture and Biology, ۱ (۳): ۹۱-۹۳.
Kaplankiran M., Demirkeser, T.H., Toplu, C., Ulbegi, I.E. and Uysal, M. ۱۹۹۹. The effect of rootstocks scion combination plant nutrient element contents of leaves in Valencia oranges. Pp. ۹۳-۹۷. ۳rd Turkish National Horticultural Congres.
Ranjha, A.M., Akram, M., Mehdi, S.M., Sadig, M., Sarfraz, M. and Hassan, G. ۲۰۰۲. Nutritional status of citrus orchards in Sahiwal district. Journal of Biological Science, ۲ (۷): ۴۵۳-۴۵۸.
Toplu, C.,Kaplankiran, M., Demirkeser, T.H. and Yildiz, E. ۲۰۰۸. The effects of citrus rootstocks on Valencia late and Rhode red valencia oranges for some plant nutrient elements. African Journal of Biotechnology, ۷ (۲۴): ۴۴۴۱-۴۴۴۵.
Smith, P.F. ۱۹۷۵. Effect of scion and rootstock on mineral composition of mandarin type citrus leaves. Journal of American Society for Horticultural Sciences, ۱۰۰: ۳۶۸-۳۶۹.
Smith, M.W., Shaw, G., Chapman, J.C., Owen-Turner, J., Lee, L.S., McRae, K.B., Jorgensen, K.R. and Mungomery, W.V. ۲۰۰۴. Long term performance of Ellendale mandarin on seven commercial rootstocks in sub tropical Australia. Scientia Horticulturae, ۱۰۲ (۱): ۷۵-۸۹.

Abstract

Because different response of citrus rootstocks in different climate condition, regional studies are needed for possibility of recommend suitable rootstock in each region. So, effect of seven different citrus rootstocks: Swingle citromelo; Troyer citrange; Carizo citrange; C-۳۵; Smooth flat sevil; Gou tou and Sour orange was investigated on mineral nutrient absorption and concentration of Miyagawa Satsuma mandarin in Sari city. Results showed that different rootstocks had significant effect on Miyagawa leaf mineral nutrition. Sour orange which has been as common rootstocks in this area for many years had the lowest nitrogen and potassium compare other rootstocks. Among mineral nutrition, only Cu concentration was the highest in Sour orange. Compare of leaf mineral nutrition amount of Satsuma mandarin with its optimum amount indicate that Ca, Zn and Cu in all rootstocks placed in low

تأثیر بنزیل‌آدنین و نیتروژن بر ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته در شرایط شور

مژده خلیل‌پور [۱]، وحید مظفری [۲]
۱- کارشناس ارشد شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاهولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

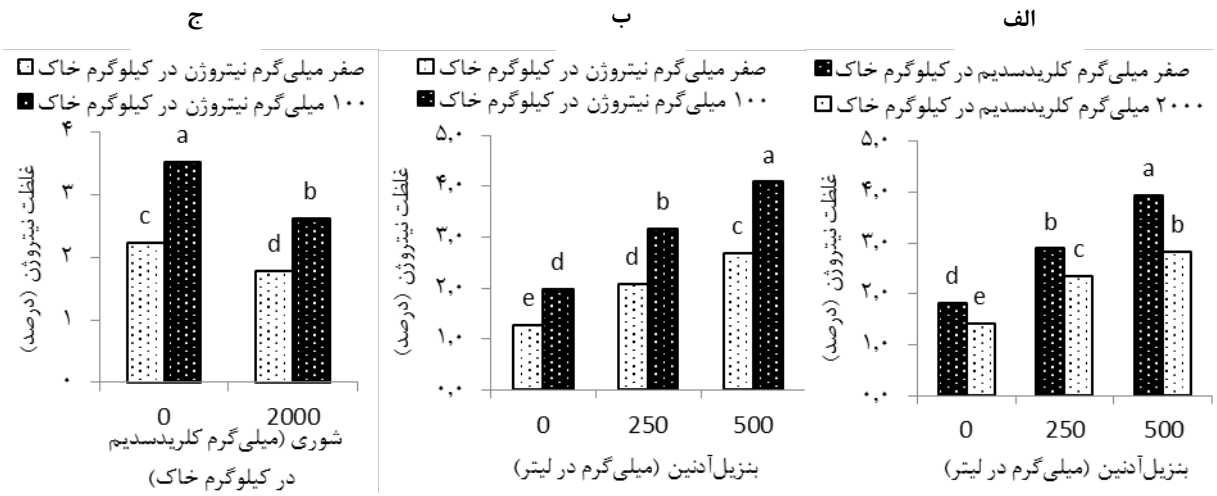
چکیده
بهمنظور بررسی تأثیر نیتروژن و بنزیل‌آدنین در شرایط شور بر ترکیب شیمیایی دانهالهای پسته، رقم بادامی ریز زرند یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه انجام شد. تیمارها شامل شوری (صفر و ۲۰۰۰ میلیگرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاك)، نیتروژن (صفر و ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم خاك از منبع نیترات آمونیم) و هورمون بنزیل‌آدنین (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند. نتایج نشان داد، در شرایط شور، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم با کاهش معنی‌داری روبرو شد، لیکن با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، غلظت نیتروژن اندام هوایی ۵۵ درصد و غلظت فسفر بیش از ۲ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت. مصرف توأمان نیتروژن و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه را بیش از ۲ برابر شاهد افزایش داد. نتایج هم‌چنین نشان داد، مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین از افزایش غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه به‌ترتیب ۳۷ و ۳۳ درصد جلوگیری کرد. در نتیجه در شرایط شور مصرف بنزیل‌آدنین و نیتروژن توصیه میشود.
واژه های کلیدی: بنزیل‌آدنین، شوری، عناصر پرمصرف، غلظت سدیم

مقدمه
پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی کشور است و از ۵۰ سال گذشته به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات تجاری به‌شمار می‌رود. تحت شرایط شور، بروز تغییرات در میزان مهیا بودن عناصر غذایی در جذب، انتقال و توزیع در بخش‌های مختلف گیاه می‌توانند باعث به‌هم خوردن تعادل غذایی گیاه شوند (Grattan and Grieve, ۱۹۹۹). کاهش رشد تحت شرایط تنش نتیجه جلوگیری از تقسیم سلول، رشد سلول و یا هر دوی آن‌ها می‌باشد که این اثرات بازدارندگی می‌تواند در اثر تغییر در توازن هورمون‌های گیاهی در اثر تنش باشد (Stavir *et al*., ۱۹۹۸). از مهم‌ترین سیتوکینین‌ها می‌توان به بنزیل‌آدنین اشاره کرد که به‌عنوان یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، از طریق افزایش تقسیم سلولی و یا حرکت مواد غذایی به‌محل تیمار شده باعث رشد گیاه می‌گردد (Schmulling, ۲۰۰۲). در میان عناصر غذایی، نیتروژن مهم‌ترین اثر را بر تولید و صدور سیتوکینین به اندام‌های هوایی دارد. هنگامی‌که نیتروژن در اختیار گیاه باشد، صدور سیتوکینین با سن گیاه افزایش و با قطع مصرف نیتروژن، کاهش می‌یابد (Marcshner, ۱۹۹۵). از آن‌جا که تولید و فعالیت هورمون‌های گیاهی از جمله سیتوکینین‌ها تحت تأثیر تنش‌های محیطی و عناصر غذایی قرار می‌گیرد، پژوهش حاضر برای اولین بار به بررسی نقش هورمون بنزیل‌آدنین و نیتروژن در شرایط شور بر ترکیب شیمیایی پسته (رقم بادامی ریز زرند) پرداخت.

مواد و روش‌ها
آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو سطح نیتروژن (صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک از منبع نیترات آمونیوم)، دو سطح شوری (صفر و ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک) و سه سطح هورمون بنزیل‌آدنین (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند که بر روی رقم پسته بادامی زرند به اجرا درآمد. مقدار پنج کیلوگرم خاك داخل گلدان‌های پلاستیکی ریخته و تیمار نیتروژن بهصورت محلول به خاك داخل گلدانها اضافه شد. در هر گلدان تعداد هشت بذر در عمق سه سانتیمتری کشت و رطوبت خاک به‌حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. آبیاری گلدانها به‌وسیله آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت مزرعه همراه با توزین مرتب آنها صورت گرفت. تیمار شوری پس از استقرار کامل دانهال‌ها بهصورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه شد. هم‌چنین تیمار بنزیل‌آدنین به‌صورت محلول‌پاشی در سه نوبت (هفته‌های ۱۰، ۱۲ و ۱۴) روی برگ‌ها اعمال شد. در این پژوهشغلظت نیتروژن در اندام هوایی و غلظت فسفر،غلظت سدیم و پتاسیمدر اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته اندازهگیری گردید.

نتایج و بحث
غلظت نیتروژن اندام هوایی
نتایج مربوط به برهم‌کنش شوری و بنزیل‌آدنین بر غلظت نیتروژن اندام هوایی نشان داد (شکل ۱- الف)، اگرچه مصرف ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک غلظت نیتروژن اندام هوایی را ۲۲ درصد کاهش داد، لیکن مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین در همان شرایط شور، غلظت نیتروژن اندام هوایی را ۵۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کاهش معنی‌دار غلظت نیتروژن با افزایش شوری احتمالاً نتیجه رقابت یون‌های سدیم و کلراید به‌ترتیب با یون‌های آمونیوم و نیترات است. رضوی‌نسب و

همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که با افزایش شوری، غلظت نیتروژن اندام هوایی دانهال‌های پسته روندی کاهشی داشت. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نیتروژن و بنزیل‌آدنین نشان داد، بیشترین مقدار نیتروژن اندام هوایی با کاربرد توأمان نیتروژن و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین به‌دست آمد (شکل ۱- ب). با توجه به این‌که سیتوکینین‌ها در تولید ریشه‌های اصلی و فرعی نقش دارند (Marcshner, ۱۹۹۵)، احتمالاً بنزیل‌آدنین با افزایش گسترش ریشه، موجب افزایش جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها شده که متعاقب آن نیتروژن بیشتری به اندام‌های هوایی منتقل شده است. نتایج مربوط به اثر متقابل شوری و نیتروژن نشان می‌دهد، در شرایط شور، مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، غلظت نیتروژن اندام هوایی را به‌میزان ۴۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۱- ج).



شکل ۱- برهم‌کنش شوري و بنزیل‌آدنین (الف)، نیتروژن و بنزیل‌آدنین (ب) و شوری و نیتروژن بر غلظت نیتروژن اندام هوایی دانهال‌های پسته

غلظت فسفر اندام هوایی و ریشه

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، مصرف ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک، غلظت فسفر اندام هوایی و ریشه را به‌ترتیب ۳۶ و ۱۶ درصد کاهش داد، لیکن با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین در همین شرایط شور غلظت فسفر اندام هوایی بیش از ۲ برابر و غلظت فسفر ریشه ۴۸ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. (جدول ۱). به‌علت نقشی که بنزیل‌آدنین در بالا بردن قدرت مقصد دارد که سبب انتقال یون‌ها و کربوهیدارت‌ها بهسمت سلول می‌گردد (Ghorbani Javid *et al*., ۲۰۱۱)، احتمالاً کششی برای جذب فسفر به‌طرف خود ایجاد کرده و در نتیجه غلظت فسفر افزایش می‌یابد.

جدول ۱- تأثیر کاربرد شوری و بنزیل‌آدنین بر غلظت فسفر اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته

سطوح شوری(میلی‌گرم کلریدسدیمدر کیلوگرم خاک)	سطوح بنزیل‌ادنین (میلی‌گرم در لیتر) ۰	۲۵۰	۵۰۰	میانگین
	غلظت فسفر اندام هوایی (درصد)			
۰	[d]۱۰۶/۰	[b]۲۳۴/۰	[a]۲۹۸/۰	A۲۱۳/۰
۲۰۰۰	[e]۰۶۸/۰	[c]۱۸۲/۰	[b]۲۱۸/۰	B۱۵۶/۰
میانگین	C۰۸۷/۰	B۲۰۸/۰	A۲۵۸/۰	
	غلظت فسفر ریشه (درصد)			
۰	[e]۳۳۰/۰	[b]۵۵۸/۰	[a]۶۲۳/۰	A۵۰۴/۰
۲۰۰۰	[f]۲۷۸/۰	[d]۴۳۵/۰	[c]۴۸۹/۰	B۴۰۱/۰
میانگین	C۳۰۴/۰	/B۴۹۶	A۵۵۶/۰	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد ازمون دانکن، تفاوت معني‌داری ندارند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد، علی‌رغم این‌که مصرف نیتروژن غلظت فسفر اندام هوایی و ریشه را کاهش داد، اما مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین غلظت فسفر اندام هوایی را ۹۸ درصد و غلظت فسفر ریشه را ۴۴ درصد به‌طور

معني‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. احتمالاً با افزایش نیتروژن، کارایی جذب فسفر کاهش یافته و سبب کاهش مقدار فسفر موجود در ریشه شده است.

جدول ۲- تأثیر کاربرد نیتروژن و بنزیل‌آدنین بر غلظت فسفر اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته

سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	سطوح بنزیل‌ادنین (میلی‌گرم در لیتر) ۰	۲۵۰	۵۰۰	میانگین
	غلظت فسفر اندام هوایی (درصد)			
۰	^{e}۱۰۱/۰	^{b}۲۵۴/۰	^{a}۳۱۶/۰	A۲۲۴/۰
۱۰۰	^{f}۰۷۴/۰	^{d}۱۶۲/۰	^{c}۲۰۰/۰	B۱۴۵/۰
میانگین	C۰۸۷/۰	B۲۰۸/۰	A۲۵۸/۰	
	غلظت فسفر ریشه (درصد)			
۰	^{e}۳۱۴/۰	^{b}۵۹۹/۰	^{a}۶۵۹/۰	A۵۲۴/۰
۱۰۰	^{e}۲۹۴/۰	^{d}۳۹۳/۰	^{c}۴۵۳/۰	B۳۸۰/۰
میانگین	C۳۰۴/۰	B۴۹۶/۰	A۵۵۶/۰	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معني‌داری ندارند.

غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه

با توجه به نتایج جدول ۳ در شرایط غیرشور، با افزایش ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین غلظت پتاسیم اندام هوایی نزدیک به ۷۴ درصد افزایشیافت، در حالی‌که در شرایط شور، این افزایش به ۸۷ درصد رسید. احتمالاًعلت کاهش پتاسیم ریشه در شرایط شور، رقابت بین پتاسیم و سدیم در جذب توسط ریشه می‌باشد، این در حالی است که پتاسیم اندام هوایی با افزایش شوری افزایشیافت. این موضوع بیان‌گر قدرت انتخابی بیشتر پسته در انتقال پتاسیم به اندام‌های هوایی می‌باشد که به‌عنوانیکی از راه‌کارهای تحمل به شوری ارزیابی می‌گردد (Tatini, ۱۹۹۴). حجت‌نوقی و همکاران (۲۰۱۴) و زادصالحی و همکاران (۲۰۱۴) با انجام پژوهش بر روی پسته گزارش کردند که با افزایش سطوح شوری، غلظت پتاسیم در اندام هوایی افزایشیافت.

جدول ۳- تأثیر کاربرد شوری و بنزیل‌آدنین بر غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته

سطوح شوری(میلی‌گرم کلریدسدیمدر کیلوگرم خاک)	سطوح بنزیل‌ادنین (میلی‌گرم در لیتر) ۰	۲۵۰	۵۰۰	میانگین
	غلظت پتاسیم اندام هوایی (درصد)			
۰	^{e}۶۲/۰	^{e}۰۰/۱	^{c}۰۸/۱	B۹/۰
۲۰۰۰	^{d}۷۰/۰	^{b}۲۲/۱	^{a}۳۱/۱	A۰۸/۱
میانگین	C۶۶/۰	B۱۱/۱	A۱۹/۱	
	غلظت پتاسیم ریشه (درصد)			
۰	^{d}۳۲/۰	^{b}۵۹/۰	^{a}۶۴/۰	A۵۲/۰
۲۰۰۰	^{e}۲۵/۰	^{c}۴۷/۰	^{c}۵۰/۰	B۴۱/۰
میانگین	C۲۸/۰	B۵۳/۰	A۵۷/۰	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معني‌داری ندارند.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها غلظت پتاسیم اندام هوایی با محلول‌پاشی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین نزدیک به ۸۰ درصد افزایش یافت، در حالی‌که افزودن نیتروژن به‌تنهایی فقط ۳۲ درصد بر غلظت پتاسیم افزود. با این حال مصرف توأمان هر دو تیمار غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه را بیش از ۲ برابر شاهد افزایش داد (جدول ۴). از آن‌جایی‌که پتاسیم، اغلب یون عمده‌ای است که همراه نیترات در جابجایی در آوند چوبی دخالت دارد (Marschner, ۱۹۹۵)، احتمالاً در این پژوهش مصرف نیتروژن باعث افزایش غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه شده است. در پژوهشی گزارش شد که مصرف نیتروژن باعث افزایش غلظت پتاسیم برگ خردل نسبت به شاهد شده است (Siddiqui *et al*., ۲۰۰۸).

جدول ۴- تأثیر کاربرد نیتروژن و بنزیل‌آدنین بر غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته

سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	سطوح بنزیل‌ادنین (میلی‌گرم در لیتر) ۰	۲۵۰	۵۰۰	میانگین
	غلظت پتاسیم اندام هوایی (درصد)			
۰	^{e}۵۷/۰	^{e}۹۹/۰	^{c}۰۲/۱	B۸۶/۰
۱۰۰	^{d}۷۵/۰	^{b}۲۲/۱	^{a}۳۶/۱	A۱۷/۱
میانگین	C۶۶/۰	B۱۱/۱	A۱۹/۱	
	غلظت پتاسیم ریشه (درصد)			
۰	^{f}۲۴/۰	^{d}۴۳/۰	^{e}۴۷/۰	B۳۸/۰
۱۰۰	^{e}۳۳/۰	^{b}۶۳/۰	^{a}۶۸/۰	A۵۵/۰
میانگین	C۲۸/۰	B۵۳/۰	A۵۷/۰	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معني‌داری ندارند.

غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، اگرچه شوری غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه را به‌ترتیب ۸۳ و ۴۵ درصد افزایش داد، لیکن با مصرف ۵۰۰ میلي‌گرم در لیتربنزیل‌آدنین در همین شرایط شور، افزایش غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه‌به‌ترتیب به ۴۶ و ۱۲ درصد رسید. به‌عبارت دیگر بنزیل‌آدنین از افزایش غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه به‌ترتیب ۳۷ و ۳۳ درصد جلوگیری کرد.رضوی‌نسب و همکاران (۲۰۱۴) نیز با انجام پژوهشی بر روی پسته گزارش کردند غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه با افزایش سطوح شوری، افزایش یافت. از آن‌جایی‌که سیتوکینین‌ها در آوند آبکش از اندام‌های هوایی به ریشه‌ها منتقل می‌شوند، بنابراین مقداری از بنزیل‌آدنین محلول‌پاشی شده توسط آوندهای آبکش به ریشه‌ها منتقل شده و با توجه به این‌که سیتوکینین‌ها بر روی نفوذپذیری غشاء سلول نسبت به یون‌های یک و دوظرفیتی نقش دارند (Ghorbani Javid *et al*., ۲۰۱۱)، احتمالاً بنزیل‌آدنین از این طریق از ورود یون‌های سدیم به سلول‌های ریشه جلوگیری کرده و در نتیجه باعث کاهش غلظت سدیم در ریشه شده و متعاقب آن سدیم کمتری نیز به اندام هوایی منتقل شده است.

جدول ۵- تأثیر کاربرد شوری و بنزیل‌آدنین بر غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته

سطوح شوری (میلي‌گرم کلریدسدیمدر کیلوگرم خاك)	سطوح بنزیل‌ادنین (میلي‌گرم در لیتر) ۰	۲۵۰	۵۰۰	میانگین
	غلظت سدیم اندام هوایی (درصد)			
۰	^{d}۵۵۷/۰	^{e}۴۲۳/۰	^{f}۳۳۵/۰	B۴۳۸/۰
۲۰۰۰	^{a}۰۲۱/۱	^{b}۹۱۳/۰	^{c}۸۱۲/۰	A۹۱۵/۰
میانگین	A۷۸۹/۰	B۶۶۸/۰	C۵۷۳/۰	
	غلظت سدیم ریشه (درصد)			
۰	^{d}۴۰۷/۰	^{e}۳۴۰/۰	^{f}۳۰۹/۰	B۳۵۲/۰
۲۰۰۰	^{a}۵۹۰/۰	^{b}۵۰۵/۰	^{c}۴۵۶/۰	A۵۱۷/۰
میانگین	A۴۹۹/۰	B۴۲۳/۰	C۳۸۳/۰	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معني‌داری ندارند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (شکل ۲)، هم در شرایط شور و هم غیرشور، مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. با این حال بیشترین غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه، مربوط به مصرف توأمان شوری و نیتروژن است.در پژوهشی بر روی پسته گزارش شد، بیشترین غلظت سدیم در سطح شوری ۲۴۰۰ میلي‌گرم کلریدسدیم با مصرف ۱۸۰ میلي‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاك ایجاد گردید (Razavi Nasab *et al*., ۲۰۱۴).



شکل ۲- اثر متقابل شوری و نیتروژن بر غلظت سدیم اندام هوایی (الف) و ریشه (ب) دانهال‌های پسته

منابع

Ghorbani Javid M., Sorooshzadeh A., Moradi F. and Modarres Sanavy S.A.M. ۲۰۱۱. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Australian Journal of Crop Science, ۵(۶): ۷۲۶-۷۳۴.

Grattan S.R. and Grieve C.M. ۱۹۹۹. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia Horticulturae, ۷۸: ۱۲۷-۱۵۷.

Hojjat Nooghi F., Mozafari V., Tajabadipour A. and Hokmabadi H. ۲۰۱۴. Effects of salinity and calcium on the growth and chemical composition of pistachio seedlings. Journal of Plant Nutrition, ۳۷: ۹۲۸-۹۴۱.

Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. London.

Razavi Nasab A., Tajabadi Pour A. and Shiranim H. ۲۰۱۴. Effect of salinity and nitrogen application on growth, chemical composition and some biochemical indices of pistachio seedlings (*Pistacia vera* L.). Journal of Plant Nutrition, ۳۷(۱۰): ۱۶۱۲-۱۶۲۶.

Schmulling T. ۲۰۰۲. New insights into the functions of cytokinins in plant development. Journal of Plant Growth Regular, ۲۱: ۴۰-۴۹.

Siddiqui M.H., KhanM.N., Mohammad F. and Khan M.M.A. ۲۰۰۸. Role of nitrogen and gibberellin (GA۳) in the regulation of enzyme activities and in osmoprotectant accumulation in *Brassica juncea* L. under salt stress. Journal of Agronomy and Crop Science, ۱۹۴(۳): ۲۱۴-۲۲۴.

Stavir K., Gupta A.K. and Kaure N. ۱۹۹۸. Gibberelic Acid and kinetin partially reverse the effect of water stress on germination and seedling growth in chick pea. Plant growth regulation, ۲۵: ۲۹-۳۳.

Tatini M. ۱۹۹۴. Ionic relation of aeroponically-grown olive genotypes during salt stress. Plant and Soil, ۱۶۱: ۱۵۱-۱۶۲.

Zadsalehimasouleh F., Mozafari V., Tajabadipour A. and Hokmabadi H. ۲۰۱۴. Pistachio responses to salt stress At varied levels of magnesium. Journal of Plant Nutrition, ۳۷: ۸۸۹-۹۰۶.

Abstract

In order to evaluate the effect ofnitrogen and benzyl adenineon chemical composition of pistachio seedlings, cv. Badami Zarand under salt stress, a factorial experimentwas carried out in a completely randomized design with three replications.Treatments consisted of salinity (۰ and ۲۰۰۰ mg NaCl per kg soil), nitrogen (۰ and ۱۰۰ mg N kg^{-1} soil as NH_4No_3), and benzyl adenine hormone (۰, ۲۵۰ and ۵۰۰ mg l^{-1}). The results showed that,concentration of N, P, K faced with decreasing significantly, but with application of ۵۰۰ mg per liter benzyl adenine, concentration of shoot N by ۵۵ percent and concentration of shoot P more than ۲ folds compared to control increased. application of nitrogen and ۵۰۰ mg per liter benzyl adenine together,increased concentration of shoot and root Kmore than ۲ folds the control.Also, the results showed thatapplication of ۵۰۰ mg per liter benzyl adenine prevented the increase of concentration of shoot and root Na by ۳۷ and ۳۳ percent,respectively.In conclusion, in salin conditionsapplication of nitrogen and benzyl adenine will recommend.

حذف کادمیوم از محلول‌های آبی توسط لیکا

سمیه بختیاری [۱]، حکیمه عباسلو [۱]
۱-استادیار گروه مهندسی عمران دانشکده عمران دانشگاه صنعتی سیرجان

چکیده
کادمیوم از طریق فرآیندهای طبیعی مانند فرسایش و سایش سنگ‌ها و خاک و یا وقایعی مانند آتش‌سوزی جنگل‌ها و فوران آتشفشان‌ها به محیط زیست وارد می‌شود. بنابراین می‌تواند به‌طور طبیعی در هوا، آب و خاک وجود داشته باشد. کادمیوم یک ترکیب سمی حتی در غلظت‌های کم برای موجودات زنده است. توانایی حذف کادمیوم از محلول‌های آبی توسط لیکا در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. خصوصیات جذبی جاذب‌های مورد استفاده از طریق آزمایشات پیمانه‌ای مطالعه شد. نتایج نشان داد داده‌های حاصل از جذب نیکل توسط لیکا برازش خوبی با مدل فروندلیچ دارند. توانایی لیکا در حذف نیکل با دو جاذب رایج بنتونیت و زئولیت مورد مقایسه قرار گرفت. بیشترین مقدار جذب کادمیوم توسط بنتونیت و زئولیت به ترتیب برابر با ۸۲/۴ و ۱۲ میلی‌گرم بر گرم بود.
واژه های کلیدی: جذب سطحی، کادمیوم، محلول‌های آبی

مقدمه
آلودگی به منابع آب به فلزات سنگین یکی از معضلات زیست محیطی در سطح جهانی است. وجود فلزات سنگین سمی در آب‌های سطحی و زیرزمینی موجب به خطر افتادن زندگی موجودات زنده شده است (Xuan , ۲۰۰۲). بررسی ها نشان می دهد آب‌های سطحی یا زیرزمینی در بعضی از مناطق اطراف منابع آلاینده، در مقادیر ۱/۰ تا ۱ میلی گرم بر لیتر به کادمیوم آلوده می باشند. روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای حذف کادمیوم از محلول‌های آبی وجود دارد (Rao, et al., ۲۰۱۰). امروزه فرآیند جذب به‌عنوان راهکاری ساده و مفید در تصفیه آب و فاضلاب در بسیاری از موارد عملی و تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سال‌های اخیر، توجه ویژه‌ای به استفاده از جاذب‌های ارزان قیمتی مانند کانی‌های رسی معطوف شده است و مطالعات مختلف قابلیت بالای این جاذب‌های طبیعی را در حذف عناصر سنگین از آب نشان داده‌اند. لیکا یک نوع رس منبسط شده است که در کوره‌های گردان و در حرارت حدود ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، از انبساط نوع خاصی از خاک رس تولید می‌شود (Noori, ۲۰۱۴). بررسی مطالعات گذشته نشان‌دهنده قابلیت زیاد لیکا در حذف برخی از ترکیبات سمی از آب است (Amiri et al., ۲۰۱۱; Haque et al., ۲۰۰۸; Dordio et al., ۲۰۱۰). هدف از انجام این مطالعه، بررسی قابلیت لیکا در حذف فلز سنگین کادمیوم از محلول‌های آبی بود.

مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی
از لیکای به عنوان جاذب، از نمک‌های $CdCl_2,6H_2O$ و $CaCl_2$ خریداری شده از شرکت مرک به ترتیب به‌عنوان ماده جذب شونده و الکترولیت استفاده گردید.

آماده سازی جاذب
جاذب مورد نظر به منظور یکنواختی در اندازه ذرات، پس از آسیاب شدن، از الک ۲۷۰ مش عبور داده شد.

تهیه سوسپانسیون ۱% از جذب‌شونده و جاذب
۱/۰ گرم جاذب را توزین نموده و به ظرف سانتریفیوژ انتقال داده و ۱۰ سی‌سی از هر غلظت جذب‌شونده کادمیوم به آن اضافه شد.

آزمایش ایزوترم جذب
پس از تهیه سوسپانسیون ۱ درصد از جاذب و جذب شونده (محلول ۰۱/۰ مولار $CaCl_2$ حاوی غلظت‌های ۱۰۰-۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم) به میزان سه تکرار برای هر غلظت، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد شیک گردیدند و پس از

شیک، سانتریفیوژ و محلول رویی جهت اندازه‌گیری کادمیوم باقیمانده در محلول با استفاده از دستگاه اتمیک جمع‌آوری شد. مقدار کادمیوم جذب شده از تفاوت مقدار کادمیوم اولیه و کادمیوم باقیمانده در محلول محاسبه شد.

به‌منظور بررسی کارآیی جاذب مورد نظر در حذف کادمیوم، مقایسه قابلیت جاذب‌های طبیعی بنتونیت و زئولیت با لیکا نیز صورت گرفت.

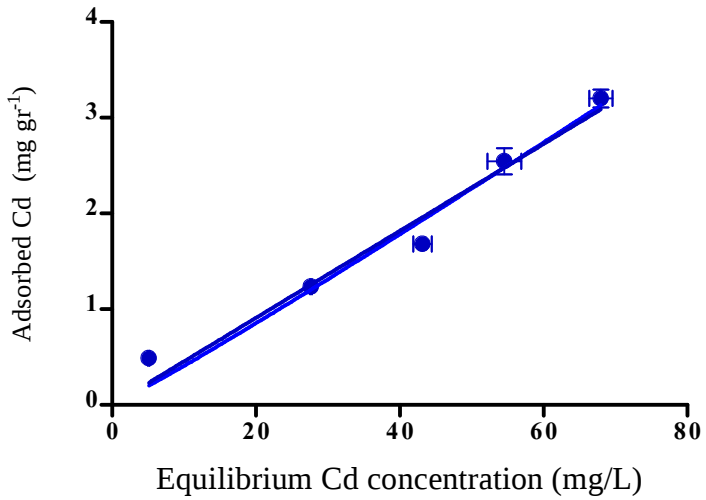
معادلات متعددی جهت بیان ریاضی رابطه بین مقدار جذب یک ترکیب به‌وسیله فاز جامد و غلظت آن در محلول در حالت تعادل مورد استفاده قرار می‌گیرد که معروف‌ترین آن‌ها معادلات لانگمویر و فروندلیچ می‌باشند (جدول ۱).

جدول ۱- انواع معادلات همدماهای جذب استفاده شده در مطالعات مختلف

نوع	معادله	پارامترها	خصوصیات
لانگمویر	$q_e = \frac{q_{max} K_L C_e}{1 + K_L C_e}$	qmax K_L	سطح همگن و تک لایه
فروندلیچ	$q_e = K_F C_e^n$	K_F n	سطح ناهمگن

نتایج و بحث

مدل فروندلیچ توانست برازش خوبی بر داده‌های حاصل از جذب نیکل نشان دهد (شکل ۱). با افزایش غلظت تعادلی، مقدار جذب نیکل نیز افزایش یافته است.



شکل ۱- ایزوترم فروندلیچ برازش داده شده بر جذب کادمیوم توسط لیکا

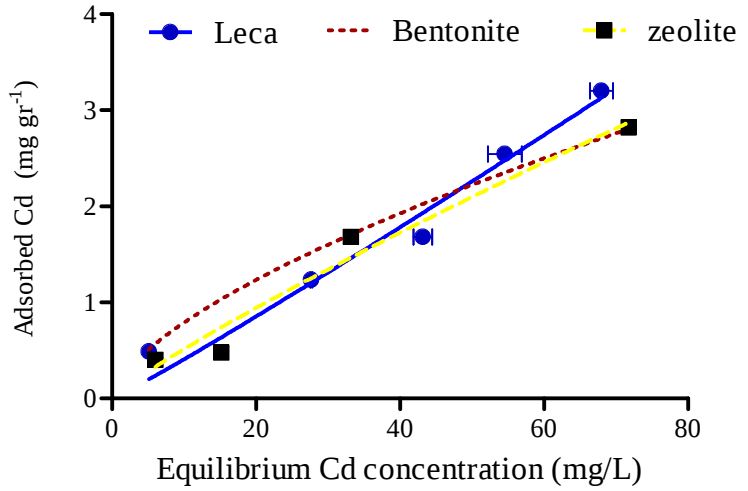
به‌منظور بررسی قابلیت لیکا در حذف نیکل، ضرایب حاصل از برازش مدل فروندلیچ حاصل از داده‌های حاصل از جذب نیکل توسط لیکا با داده‌های حاصل از جذب نیکل توسط زئولیت و بنتونیت مقایسه گردید (جدول ۲). مقدار KF حاصل از مدل فروندلیچ نشان داد که بیشترین مقدار این ضریب مربوط به کانی بنتونیت است و توانایی لیکا در حذف نیکل بیشتر از توانایی زئولیت می‌باشد. ضریب n مدل فروندلیچ که معیار شدت جذب است برای جاذب لیکا بیش از دو جاذب دیگر بود. بیشتر بودن ضریب n می‌تواند نشان‌دهنده افزایش تمایل جاذب برای جذب شونده باشد.

جدول ۲- ثابت‌ها و ضرایب تبیین برازش یافته از مدل‌های لانگمویر و فروندلیچ بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سه جاذب لیکا، بنتونیت و زئولیت

نوع جاذب	لیکا	بنتونیت	زئولیت

لانگمویر			
Q_{max}(mmol/kg)	-	۳/۱±۸۲/۴	۱۲
K_L(L/mmol)	-	۰۰۹/۰±۰۱۸/۰	۰۰۴/۰
R^2	-	۹۶/۰	۹۷/۰
		۲۳/۰	۲۳/۰
فروندلیچ	-		
K_F	۰۱۴/۰±۰۳۵/۰	۰۸/۰±۱۸/۰	۰۴/۰±۰۶/۰
n	۱/۰±۰۶/۱	۱۱/۰±۶۴/۰	۱۵/۰±۸۷/۰
R^2	۹۵/۰	۹۵/۰	۹۷/۰
SEE	۲۲/۰	۲۴/۰	۲۴/۰

همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است در مورد هر سه جاذب، با افزایش غلظت تعادلی، مقدار جذب افزایش یافته است، دز موزد دو کانی بنتونیت و زئولیت تقریبا مقدار جذب ثابت شده است و به حداکثر مقدار خود رسیده است، اما ظرفیت جذب لیکا هنوز ثابت نشده است و احتمالا توانایی جذب نیکل را از مقادیر بیشتر غلظت اولیه کادمیوم داراست.



شکل ۲- مقایسه جذب کادمیوم توسط سه جاذب لیکا، بنتونیت و زئولیت

منابع

دیانتی، ر.، ناصری، س. و شریعت، س. م. ۱۳۸۱. بررسی میزان حذف کادمیوم از آب به‌وسیله کربن فعال، مجله علمی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران، شماره ۳۷.

Amiri H., Jaafarzadeh N., Ahmadi M., Mart´nez S.S., ۲۰۱۱. Application ofLECAmodified with Fenton in arsenite and arsenate removal as an adsorbent. Desalination ۲۷۲, ۲۱۲-۲۱۷.

Dordio A., Carvalho A.J.P., Teixeira D.M., Dias C.B., Pinto A.P., ۲۰۱۰. Removal of pharmaceuticals in microcosm constructed wetlands usingTyphaspp. and LECA. Bioresour. Technol. ۱۰۱ (۳): ۸۸۶-۸۹۲.

Elouear,Z.,Bouzid,J.,Boujelben,N.,Fe ki,M.,Montiel,A.۲۰۰۸, The use of exhausted olive cake ash (EOCA) as a low cost adsorbant for removal of toxic ions from aqueous solutions. Fuel, vol. ۸۷, pp.۲۵۸۲-۲۵۸۹

Haque N., Morrison G., Cano-Aguilera I., Gardea-Torresdey J.L., ۲۰۰۸. Iron-modified light expanded clay aggregates for the removal of arsenic (V) from groundwater. Microchem. J. ۸۸, ۷-۱۳.

Xuan z., Wolfgang H., Guichun Y. ۲۰۰۲. Elimination of cadmium contamination from driking water, Water Research, ۳۶: ۸۵۱-۸۵۸.

Rao K.S., Mohapatra M., Anand S., Venkateswarlu P. ۲۰۱۰. Review on cadmium removal from aqueous solutions, International Journal of Engineering, Science and Technology, ۷: ۸۱-۱۰۳.

Abstract

Cadmium occurs naturally in the environment by the gradual process of erosion and abrasion of rocks and soils, and from singular events such as forest fires and volcanic eruptions. It is therefore naturally present everywhere in air, water and soils. Cadmium is known to be toxic for living organism even if it is present in low levels. The possibility of cadmium ion removal from aqueous solution using light expanded clay aggregate (LECA) was investigated in this work. The adsorption properties of the used adsorbents were investigated through batch studies. The results showed that the equilibrium data by LECA were fitted well with Freundlich isotherm model. The ability of LECA to cadmium removal was compared with two common adsorbent bentonite and zeolite. Maximum sorption capacities were found to be ۴.۸۲, and ۱۲ mg/g for bentonite and zeolite respectively.

بررسی شدت آلودگی خاک به عنصر فلزی آلومینیوم در اطراف کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک

هانیه صابری [۱]، احمد گلچین [۲]، پریسا علمداری [۳]
دانشجوی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان ،۲- استاد گروه خاک‌شناسیدانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۳- استادیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده
با توجه به اهمیت شهر اراک از نظر فعالیت‌های صنعتی، هدف این پژوهش، بررسی شدت آلودگی خاک به عنصر فلزی آلومینیوم در اطراف کارخانه آلومینیوم‌سازی این شهر بود. برای این منظور دهنمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری و در دو جهت شمال شرقی و شمال غربی تا شعاع ۵ کیلومتری از کارخانه برداشته شد. غلظت کل آلومینیوم در نمونه‌های خاک تهیه شده و پس از عصاره‌گیری با اسید توسط دستگاه ICP[۵۶] تعیین گردید. جهت برآورد شدت آلودگی از ضریب آلودگی و شاخص ژئوانباشت استفاده شد. نتایج نشان داد که شدت آلودگی خاک به عنصر آلومینیوم در جهت شمال غربی کارخانه بیشتر از جهت شمال شرقی و مقدار این عنصربرابر با ۵/۴۱۳۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک اندازه‌گیری گردید. بر اساس شاخص ضریب آلودگی، شدت آلودگی خاک‌های منطقه در جهت شمال شرقی به عنصر آلومینیوم قابل توجه بود.
واژگان کلیدی: کارخانه آلومینیوم‌سازی، شدت آلودگی، شاخص ژئوانباشت

مقدمه
آلودگی خاك، آب و گیاه یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست محیطی در همه جوامع بشری است که حیات موجودات زنده به ویژه انسان را با خطر جدی مواجه ساخته است. پس از آب و هوا، خاك مهم‌ترین جزء محیط زیست برای انسان تلقی می‌شود (ملکوتی، ۱۳۸۴). ذوب آلومینیوم بدون مشکلات زیست محیطی نبوده وبرخی از مطالعات به بررسی انتشار آلاینده‌های مختلف طی فرایند ذوب آلومینیوم پرداخته و به طور کمی گونه‌های موجود در گازهای دودکش را تعیین کرده‌اند (Wei, ۱۹۹۶). مطالعات سم‌شناسی محیط زیست در سال‌های اخیر نشان داده است که آلومینیوم می‌تواند عامل بسیاری از بیماری‌ها در انسان و حیوانات باشد و تاثیر مضری بر روی ریشه گیاهان داشته باشد (Nowak and Brus, ۱۹۹۶). مطالعات متعددی در کشورهای مختلف روی آلودگی خاک‌ها، گیاهان، آب‌ها و رسوبات به فلزات سنگین در اثر فعالیت‌های صنعتی و معدنی انجام شده است (Merrington and Alloway, ۱۹۹۴). مور و همکاران (۲۰۱۳) غلظت فلزات سنگین را در خاک اطراف یک کارخانه ذوب روی در جزیره قشم ایران اندازه‌گیری کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که مناطق آلوده در مجاورت کارخانه ذوب روی قرار داشت و غلظت فلزات سنگین در خاک با افزایش فاصله از منابع آلاینده کاهش یافت. اگرچه تاثیر فعالیت کارخانجات ذوب فلز بر آلودگی خاک و گیاه به فلزات سنگین در بسیاری از نقاط ایران مورد بررسی قرار گرفته است ولی در مورد تاثیر کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک بر آلودگی خاک منطقه، مطالعه جامعی در دست نیست و هدف این پژوهش بررسی اثر این کارخانه بر آلودگی خاک اطراف آن به فلز آلومینیوم است.

موادوروش‌ها
شرکت آلومینیوم ایران (ایرالکو)، در کیلومتر ۵ جاده اراک-تهران و به مختصات ۳۴ درجه و ۴دقیقه شمالی و ۴۹درجه و ۴۶ دقیقه شرقی واقع شده است. در این پژوهش در مجموع ده نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری تهیه شد. نمونه برداری از مرکز کارخانه تا شعاع ۵ کیلومتر و در دو جهت شمال شرقی و شمال غربی و در شبکه‌های ۱km*۱km صورت گرفت. در هر شبکه ۱۰ نمونه فرعی خاک جمع‌آوری و باهم مخلوط گردید تا یک نمونه مرکب حاصل گردد. برای بررسی شاخص‌های آلودگیخاک دو نمونه با سه تکرار از عمق دو متری و به فواصل مختلف از کارخانه جمع آوری گردید و به‌عنوان نمونه مرجع مورد استفاده قرار گرفت.نمونه‌های خاک جهت اندازه گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پس از هوا خشک شدن ابتدا کوبیده و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و تا زمان تجزیه درون ظروف پلاستیکی نگه داری شدند. بافت خاک به روش هیدرومتری (Klute, ۱۹۸۶) ، pHخاک توسط دستگاه pHمتر در گل اشباع (Klute, ۱۹۸۶) ،کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (Walkley and Black, ۱۹۳۴) تعیین گردید (جدول ۱). برای اندازه‌گیری مقدار کل عناصر سنگین از روش هضم تر با اسید نیتریک و اسید کلریدریک استفاده شد. (Carter, ۱۹۹۳).

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های خاک مورد استفاده در آزمایش

[۵۶] ICP-OES Spectrogenesis

جهـــــت	فاصله از کارخانه (کیلومتر)				
نمونه برداری	۱	۲	۳	۴	۵
	pH				
شمال غربی	۶۵/۷	۸۸/۷	۸۷/۷	۷۰/۷	۸۵/۷
شمال شرقی	۶۵/۷	۷۹/۷	۸۰/۷	۸۸/۷	۹/۷
	$CaCO_3$٪				
شمال غربی	۷۷/۱۸	۳۷/۱۵	۳۷/۱۶	۱۸/۱۶	۴۳/۲۰
شمال شرقی	۷۷/۱۸	۲۲/۱۷	۲۸/۲۰	۴۳/۲۳	۸۸/۲۶
	٪ OC				
شمال غربی	۰۸/۱	۰۹/۱	۱۸/۱	۳۱/۱	۱۹/۱
شمال شرقی	۰۸/۱	۲۳/۱	۱۷/۱	۲۲/۱	۲۳/۱
	بافت				
شمال غربی	Loam	Loam	Clay Loam	Clay Loam	Clay Loam
شمال شرقی	Loam	Clay Loam	Clay Loam	Clay Loam	Clay Loam

ضریب آلودگی

ضریب آلودگی برای بیان آلودگی خاک به یک عنصر بیان می‌شود. ضریب آلودگی از معادله ۱ محاسبه می‌شود و به شرح زیر است (Ergin et al., ۱۹۹۱) :

$$C_f^i = C_n^i / C_{0-1}^i \quad (۱)$$

در این فرمول C_f^i ضریب آلودگی، C_n^i و C_{0-1}^i به ترتیب غلظت فلز در نمونه مورد بررسی و نمونه مرجع (غلظت زمینه) می‌باشد.

ضریب آلودگی به چهارکلاس تقسیم می‌شود که شامل :

ضریب آلودگی پایین (۱> C_f^i)، ضریب آلودگی قابل توجه (۳> C_f^i ۱)، ضریب آلودگی بالا (۶> C_f^i ۳) و ضریب آلودگی خیلی بالا (C_f^i ۶) می‌باشد.

شاخص ژئوانباشت

شاخص ژئوانباشت اولین بار توسط مولر جهت ردیابی فلزات مختلف در اروپا ارائه شد که از معادله ۲ محاسبه می‌شود (Muller, ۱۹۷۹).

$$I_{geo} = Log_2 \left(C_n / 1.5\, B_n \right) \quad (۲)$$

در این معادله I_{geo} شاخص ژئوانباشت، B_n غلظت زمینه و C_n غلظت کل فلز در نمونه خاک می‌باشد. ضریب ۱.۵ برای به حداقل رساندن تغییرات احتمالی غلظت فلز در زمین‌هایی است که ممکن است با تغییرات سنگ‌های پوسته زمین و مواد مادری خاک مرتبط باشد (Mendiola, ۲۰۰۸ and Guadalupe).

این شاخص بر اساس افزایش مقدار عددی آن به هفت کلاس آلودگی شامل :

غیر آلوده (صفر> I_{geo})، غیر آلوده تا آلودگی متوسط (۱> I_{geo} صفر)، آلودگی متوسط (۲> I_{geo} ۱)، آلودگی متوسط تا زیاد (۳> I_{geo} ۲)، آلودگی زیاد (۴> I_{geo} ۳)، آلودگی شدید (۵> I_{geo} ۴) و آلودگی بسیار شدید (۵ I_{geo}) تقسیم می‌شوند (Huu et al., ۲۰۱۰).

نتایج وبحث

نتایج حاصل از تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های خاک (جدول ۱) نشان دادند که بافت خاک مناطق نمونه‌برداری عمدتا لوم رسی، pH آنها بین ۶۵/۷ تا ۹/۷، میزان کربنات کلسیم بین ۳۷/۱۵ تا ۸۸/۲۶ و میزان کربن آلی نمونه‌ها بین ۰۸/۱ تا ۳۱/۱ متغیر بود.

تاثیر جهت نمونه‌برداری بر میانگین غلظت کل آلومینیوم خاک در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین میانگین غلظت کل آلومینیوم در جهت شمال غربی مشاهده شده که نسبت به جهت شمال شرقی حدود یک درصدافزایش داشت (جدول ۲) نتایج

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر فاصله از کارخانه بر میانگین غلظتکل آلومینیوم خاک در سطح یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش فاصله از کارخانه میانگین غلظت کل آلومینیوم کاهش یافت. به طوریکه کمترین غلظت کل آلومینیوم در فاصله ۵ کیلومتری از کارخانه اندازه‌گیری شد که برابر با ۳۲۵۵۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (جدول ۲). بیشترین میانگین غلظت کل آلومینیوم در فاصله یک کیلومتری مشاهده شد که برابر با ۳/۴۸۴۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود(جدول ۲). دلیل افزایش غلظت کل آلومینیوم در جهت شمال غربی می‌تواند مربوط به متفاوت بودن مواد مادری، فرایند تشکیل خاک و فعالیت انسان باشد(Solgi et al., ۲۰۱۲).در جهت شمال غربی نزدیک بودن محل‌های نمونه برداری به کارخانجات ماشین‌سازی ، صنایع آذرآب و واگن سازی و همچنین وجود باد غالب منطقه می‌تواند باعث آلودگی خاک به آلومینیوم شده باشد(Moor et al, ۲۰۱۳).اثر متقابل جهت و فاصله نمونه‌برداری بر غلظت کل آلومینیوم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در هر دو جهت نمونه برداری با افزایش فاصله از کارخانه آلومینیوم‌سازی غلظت آلومینیوم کاهش یافت و کمترین غلظت کل آلومینیوم در جهت شمال شرقی و در فاصله ۵ کیلومتری از کارخانه اندازه‌گیری شد که برابر با ۹/۳۲۹۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود(جدول ۲). بیشترین غلظت کل آلومینیوم در جهت شمال غربی و در فاصله یک کیلومتری از کارخانه مشاهده شد که برابر با ۳/۴۸۴۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر ساده و متقابل فاصله و جهت نمونه‌برداری بر غلظت کل آلومینیوم خاک (میلی گرم بر کیلوگرم)

جهت	فاصله (کیلومتر)					میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
شمال غربی	[a]۳/۴۸۴۲۳	[b] ۴/۴۴۳۲۹	[c] ۹/۴۲۱۳۰	[d]۵/۳۹۵۰۷	[f]۵/۴۱۳۱۶	A ۵/۴۱۳۱۶
شمال شرقی	[a] ۳/۴۸۴۲۳	[b] ۵/۴۵۰۸۱	[dc] ۳/۴۱۰۵۰	[e] ۳۵۳۴۴	[b]۹/۳۲۹۲۶	B ۲/۴۰۵۶۵
میانگین	A ۳/۴۸۴۲۳	B ۵/۴۴۷۰۵	C ۶/۴۱۵۹۰	D ۸/۳۷۴۲۵	E ۳۲۵۵۹	

تاثیر جهت نمونه‌برداری بر میانگین شاخص ضریب الودگی الومینیوم در سطح احتمال ۵ درصد و تاثیر فاصله نمونه‌برداری بر میانگین این شاخص و اثر متقابل جهت و فاصله نمونه‌برداری بر شاخص ضریب آلودگی آلومینیوم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. میانگین شاخص ضریب آلودگی آلومینیوم در جهت شمال شرقی حدود ۸۱/۱ درصد نسبت به جهت شمال غربی افزایش داشت. با افزایش فاصله از کارخانه میانگین شاخص ضریب آلودگی آلومینیوم کاهش یافت و بیشترین مقدار آن در شعاع یک کیلومتری و کمترین آن در شعاع ۵ کیلومتری بود که میانگین شاخص ضریب آلودگی تا شعاع ۳ کیلومتری در کلاس آلودگی بالا و در فواصل ۴ و ۵ کیلومتری در کلاس آلودگی قابل توجه قرار داشت. در هر دو جهت با افزایش فاصله شاخص ضریب آلودگی کاهش نشان داد که در جهت شمال غربی تا شعاع ۴ کیلومتری و در جهت شمال شرقی تا شعاع ۳ کیلومتری در کلاس آلودگی بالا و در فاصله ۵ کیلومتری جهت شمال غربی و ۴ تا ۵ کیلومتری جهت شمال شرقی در کلاس آلودگی قابل توجه قرار داشت (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر ساده و متقابل فاصله و جهت نمونه‌برداری بر شاخص ضریب آلودگی فلزآلومینیوم در خاک

جهت	فاصله(کیلومتر)					میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
شمال غربی	[a] ۶۹۵۱۷/۳	[b] ۳۸۲۷۶/۳	[c] ۲۱۵۰۰/۳	[d] ۰۱۴۸۰/۳	[g] ۴۵۶۴۹/۲	B ۱۵۲۸۴/۳
شمال شرقی	[a] ۶۹۵۱۷/۳	[a] ۶۰۸۹۷/۳	[bc] ۲۸۶۲۵/۳	[e] ۸۲۹۴۴/۲	[f] ۶۳۵۹۴/۲	A ۲۱۱۱۶/۳
میانگین	A ۶۹۵۱۷/۳	B ۴۹۵۸۷/۳	C ۲۵۰۶۳/۳	D ۹۲۲۱۲/۲	E ۵۴۶۲۲/۲	

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر جهت نمونه‌برداری بر میانگین شاخص ژئوانباشت آلومینیوم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و برای جهت شمال شرقی برابر با ۰۸۵۲۷/۱ و در جهت شمال غربی برابر با ۰۵۸۲۶/۱ بود که برای هر دو جهت شاخص ژئوانباشت آلومینیوم در کلاس آلودگی متوسط قرار گرفت. تاثیر فاصله بر میانگین شاخص ژئوانباشت آلومینیوم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و با افزایش فاصله نمونه‌برداری از مقدار آن کاسته شد و بیشترین میانگین این شاخص برای آلومینیوم در فاصله یک کیلومتری دیده شد که نسبت به فاصله ۵ کیلومتری حدود ۷۰ درصد افزایش داشت. میانگین این شاخص برای آلومینیوم تا شعاع ۳ کیلومتری در کلاس آلودگی متوسط و در ۲ کیلومتر نهایی نمونه برداری در کلاس غیر آلوده تا آلودگی متوسط قرار داشت. اثر متقابل جهت و فاصله بر شاخص ژئوانباشت آلومینیوم در سطح یک درصد معنی‌دار بود و در هر دو جهت با افزایش فاصله مقدار شاخص ژئوانباشت کاهش پیدا کرد. در جهت شمال غربی تا فاصله ۴ کیلومتری و در جهت شمال شرقی تا فاصله ۳ کیلومتری در کلاس آلودگی متوسط و در بقیه نقاط در کلاس غیر آلوده تا آلودگی متوسط بود (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر ساده و متقابل فاصله و جهت نمونه‌برداری بر شاخص ژئوانباشت فلز آلومینیوم در خاک

جهت	فاصله(کیلومتر) ۱	۲	۳	۴	۵	میانگین
شمال غربی	[a]۳۰۰۴۱/۱	[b]۱۷۲۹۶/۱	[c]۰۹۹۸ /۱	[d]۰۰۶۷۸/۱	[g]۷۱۱۳۰/۰	B ۰۵۸۲۶/۱
شمال شرقی	[a]۳۰۰۴۱/۱	[a] ۲۶۶۳۳/۱	[bc]۱۳۱۳۵/۱	[e] ۹۱۵۵۱/۰	[f]۸۱۲۷۴/۰	A ۰۸۵۲۷/۱
میانگین	A ۳۰۰۴۱/۱	B ۲۱۹۶۴/۱	C ۱۱۵۵۹/۱	D ۹۶۱۱۵/۰	E۷۶۲۰۲/۰	

نتیجه‌گیری

غلظت فلز آلومینیوم در خاک اطراف کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک تا شعاع ۵ کیلومتری در جهت شمال غربی بیشتر از جهت شمال شرقی بود و با افزایش فاصله از کارخانه در هر دو جهت غلظت کل آلومینیوم روند نزولی را نشان داد. میانگین‌های شاخص‌های ضریب آلودگی و ژئوانباشت آلومینیوم تا شعاع ۳ کیلومتری از کارخانه به ترتیب در کلاس‌های آلودگی بالا و متوسط و در شعاع ۳ تا ۵ کیلومتری نمونه‌برداری در کلاس آلودگی قابل توجه و غیر آلوده تا آلودگی متوسط قرار داشتند.

منابع

ملکوتی،م.ج. (۱۳۸۴).کشاورزپایداروافزایشعملکردبابهینه‌سازیمصرفکوددرایران. انتشاراتسنا. تهران. ایران.

Carter M.R. (ED). ۱۹۹۳. Soil sampling and method of analysis. Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers.

Ergin M., Saydam C., Basturk O., Erdem E. and Yoruk R. ۱۹۹۱. Heavy metal concentrations in surface sediments from the two coastal inlets (Golden Horn Estuary and Izmit Bay) of the northeastern Sea of Marmara. Chem. Geo. ۹۱, ۲۶۹-۲۸۵.

Huu H.H., Rudy S. and Damme A.V. ۲۰۱۰. Distribution and contamination status of heavy metals in estuarine sediments near Cau Ong harbor, Ha Long Bay, Vietnam. Geol. Belgica. ۱۳: ۳۷-۴۷.

Klute A. ۱۹۸۶. Methods of soil analysis. Part ۱. Physical and mineralogical methods, (۲nd ed), Soil Science Society of American., Madison, Wisconsin, USA, PP. ۱۱۸۹.

Mendiola, L. M. and Guadalupe, L. ۲۰۰۸. Environmental Assessment of an Active Tailings Pile in the State of Mexico.

Merrington G. and Alloway B.J. ۱۹۹۴. The transfer and fate of Cd, Cu, Pb and Zn from two historic metalliferous mine sites in the UK. Appl. Geochem. ۹: ۶۷۷-۶۸۷.

Mü ller G. ۱۹۷۹. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins-Ver nderungen seit ۱۹۷۱. Umschau, ۷۹: ۷۷۸-۷۸۳.

Moore F., Kargar S. and Rastmanesh F. ۲۰۱۳. Heavy metal concentration of soils affected by Zn-smelter activities in the Qeshm Island, Iran. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran. ۲۴: ۳۳۹-۳۴۶.

Solgi E., Esmaili-Sari A., Riyahi-Bakhtiari A. and Hadipour M. ۲۰۱۲. Soil contamination of metals in the three industrial estates, Arak, Iran. Bulletin of environmental contamination and toxicology, ۸۸: ۶۳۴-۶۳۸.

Tijani M.N. and Onodera S. ۲۰۰۹. Hydro geochemical Assessment of metals contamination in an urban drainage system: A case study of Osogbo township, SW-Nigeria. J. Water Resource and Protection. ۳: ۱۶۴-۱۷۳.

Walkley A. and Black I.A. ۱۹۳۴. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science, ۳۷: ۲۹-۳۸.

Wei Y-L. ۱۹۹۶. Distribution study of priority pollutant PAHs from a laboratory aluminium-can chip smelting furnace. Journal of Hazardous Materials. Vol. ۴۹, pp. ۲۶۷-۸۰.

Abstract

Considering the industrial activities of Arak city, the aims of this study was to evaluate contamination of aluminum metal status of soils around Aluminum smelting factory of this city. For This purpose, ten composite samples were taken from the surface layers (۰-۱۵) of soils located in North-west and North-east directions of the factory with a distance interval of ۱ km and up to a distance of ۵ km from the factory. Total concentration of aluminum was extracted from the soil samples by acid respectively and determined using ICP device. To determine the pollution intensity of the soils studied, contamination coefficient, Index of geo accumulation were calculated for the soil samples. The results showed that the pollution intensities of soils by aluminum was higher in north west direction compared to north- east direction and the total concentration of this element was ۴۱۳۱۶.۵ mg/kg soil

respectively. According to the contamination coefficients calculated for the soil samples, the pollution intensity of the soils, in the north-west direction was considerable for aluminum.

پراکنش سرب و نیکل در خاك و محصولات کشاورزی در شهرهای صنعتی زرین شهر و مبارکه

آناهیتا مرادی [۱]، ناصر هنرجو [۲]
۱-دانشجوی دکترای خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۲-استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

چکیده
افزایش جمعیت در اجتماعات شهری و گسترش صنایع، موجب حضور آلاینده ها در محیط زیستگردیده است. دراستان اصفهان که یکی از آلوده ترین استانهای صنعتی ایران است و از نظر غلظت مواد سمی و خطرناک رتبه بالایی رادر کشور دارد تحقیقی بر احتمال آلودگی خاک و محصولات زراعی مختلف به عنصر سرب و نیکل در شهرهای صنعتی انجام گردید.
واژه های کلیدی: آلاینده، خاک، محصولات کشاورزی

مقدمه
تجمع عناصر سنگین در خاك، به ویژه در زمینهای کشاورزی، امری تدریجی بوده و غلظت عناصر می تواند به سطوحی برسد که امنیت غذایی بشر را تهدید نماید (عباسپور و همکاران، ۱۳۸۴). سرب با تعداد زیادی از پروسه های بدن مداخله می کند و برای ارگانهای بدن سمی است و برای سلول عصبی و سیستم عصبی سم بالقوه خطرناکی است و باعث اختلالات مغزی می شود (لندریگان و تد، ۱۹۹۴).نیکل از طریق انتقالات آکسونی آهسته در طول سیستم عصبی منتقل و جا به جا میشود در تماس با نیکل، این فلز از طریق استنشاق بطور اولیه منجر به اختلال در حس بویایی و به دنبال آن از طریق انتقال آکسونی منجر به درگیری سیستم عصبی میشود (تالکویست و همکاران، ۲۰۱۰).

مواد و روشها:
دو شهر صنعتی اصفهان مبارکه و زرین شهر همچنین نطنز به عنوان شهری دور از صنعت و به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. ۲۷ نمونه خاک سطحی عمق (۲۵-۰ سانتیمتری) تحت کشت هر محصول از سه مزرعه متفاوت در هر شهر بدست آمد. ۱۸ نمونه محصول زراعی گندم و برنج و از هر زمین پیاز با ۳ تکرار مجموعا ۲۷ نمونه پیاز بدست آمد. ۱ گرم از نمونه خاک و مقدار ۱۰ میلی لیتر اسیدنیتریک ۴ مولار را به روش (بکر و آماچر، ۱۹۸۲) هضم کرده و بعد از به حجم رساندن عصاره عناصر سرب و نیکل توسط دستگاه پرکین المر اندازه گیری گردید همچنین مقدار ۲ گرم از هر نمونه خشک شده و آسیاب شده را به روش (کمپبل و پلنک، ۱۹۹۸) هضم کرده و بعد از به حجم رساندن عصاره عناصر سرب و نیکلتوسط دستگاه پرکین المر اندازه گیری گردید.

نتایج و بحث
مقایسه غلظت عناصر سنگین در خاک مناطق مورد مطالعه
نتایج جدول تجزیه واریانس(ANOVA) نشان داد که اثر تیمار شهر بر روی غلظت سربو نیکل در این سه شهر در سطح ۰۰۱/۰ معنی دار است که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول-۱ نتایج تجزیه واریانس عناصردر خاک های تحت کشت سه گیاه گندم، برنج و پیاز در سه شهر زرین شهر، مبارکه و نطنز

منابع تغییرات	مجموع مربعات سرب	مجموع مربعات نیکل	درجه آزادی
شهر	۶۵/۳۲۷***	۷۲/۴۹۲۸***	۲
گیاه	۰۷/۸۵**	۲۱/۱۷۵**	۲
شهر×گیاه	۸۱/۸	۲۳/۱۰۰*	۴
خطا	۷۲/۱۱	۰۰۱/۲۶	۸

*،**و***به ترتیب نشان‌دهنده معني‌دارشدن در سطح ۰۵/۰، ۰۱/۰ و ۰۰۱/۰ مي‌باشد.

آزمون دانکن نشان داد که تفاوتی بین میانگین غلظت سرب و نیکل موجود در خاک شهرهای مبارکه وزرین شهر وجود ندارد ولی این دو شهر با شهر نطنز از نظر غلظت سرب و نیکل در خاک تفاوت معنی داری دارند شکل ۱و ۲ .





شکل-۲ غلظت نیکل در خاک های مورد مطالعه شکل-۱ غلظت سرب در خاک های مورد مطالعه

در بررسی میانگین غلظت سرب در خاک این سه شهر و مقایسه آن با خاکهای جهان میانگین غلظت کل در زرین شهر ۲/۳۸ میلی گرم بر کیلوگرم و در مبارکه ۶/۳۷ میلی گرم بر کیلوگرم که بالاتر از میانگین جهانی(۳۲) میلی گرم در کیلوگرم است (بوون، ۱۹۷۹). میانگین غلظت کل این عنصر در نطنز ۱۹ میلی گرم بر کیلوگرم بود که از میانگین جهانی کمتر است. در بررسی میانگین غلظت نیکل در خاک این سه شهر و مقایسه آن با خاکهای جهان میانگین غلظت کل در زرین شهر ۶۵ میلی گرم بر کیلوگرم و در مبارکه ۶۴ میلی گرم بر کیلوگرم که بالاتر از میانگین جهانی(۴۰) میلی گرم در کیلوگرم است(بوون، ۱۹۷۹). میانگین غلظت کل این عنصر در نطنز ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود که از میانگین جهانی کمتر است. سطح سمیت این عنصر به طور معمول در خاک ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم است (پیس و بنتون، ۱۹۹۷). میانگین این غلظت ها نشان دهنده آلودگی زرین شهر و مبارکه به این عنصر است و غلظت این عنصر در خاک مبارکه و زرین شهر ۳ برابر غلظت این عنصر درخاک نطنز می باشد.

مقایسه غلظت فلزات سنگین در محصولات زراعی مناطق مورد مطالعه

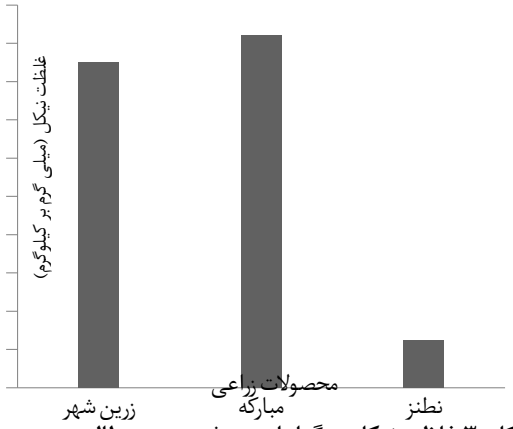
نتایج جدول تجزیه واریانس(ANOVA)نشان داد که اثر تیمار شهر بر روی غلظت سرب و نیکل در گیاه در سطح ۰۰۱/۰ معنی دار است، همچنین اثر تیمار گیاهی بر روی غلظت سرب و نیکل در گیاه در سطح ۰۰۱/۰ معنی دار است، در ضمن اثر متقابل شهر و گیاه بر غلظت سرب گیاه معنی دار نیست ولی بر غلظت نیکل در سطح ۰۵/۰ معنی دار است که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول-۲ نتایج تجزیه واریانس مقادیرسرب و نیکلدر سه گیاه گندم، برنج و پیاز در سه شهر زرین شهر، مبارکه و نطنز

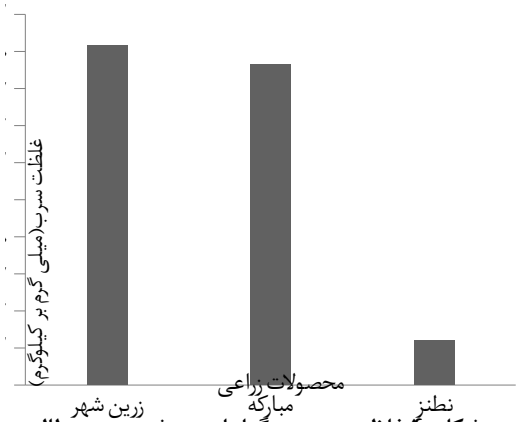
منابع تغییرات	مجموع مربعات نیکل	مجموع مربعات سرب	درجه ازادی
شهر	۲۴/۴***	۶۸/۲***	۲
گیاه	۰۷/۲***	۰۱/۲***	۲
شهر×گیاه	۲۸/۰*	۱۰/۰	۴
خطا	۱۹۷/۰	۸۱/۰	۸

*و***به ترتیب نشان‌دهنده معني‌دارشدن در سطح ۰۵/۰ و ۰۰۱/۰ مي‌باشد

آزمون دانکن نشان داد که تفاوتی بین میانگین غلظت سرب موجود در محصولات زراعی شهرهای مبارکه و زرین شهر وجود ندارد ولی غلظت سرب در گیاهان زراعی این دو شهر بطور معنی داری بیشتر از نطنز می باشد شکل (۳و ۴).

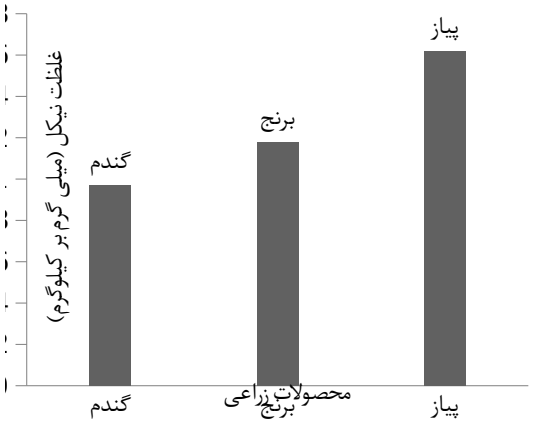


شکل-۳ غلظت نیکل در گیاهان سه شهر مورد مطالعه

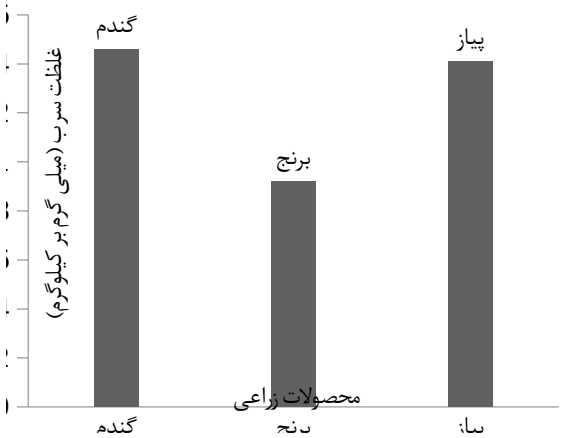


شکل-۴ غلظت سرب در گیاهان سه شهر مورد مطالعه

همچنین آزمون دانکن نشان داد که تجمع سرب در پیاز و گندم بیشتر از برنج است و میانگین غلظت نیکل در پیاز بیشتر از برنـج و گندم بوده شکل (۵ و ۶).

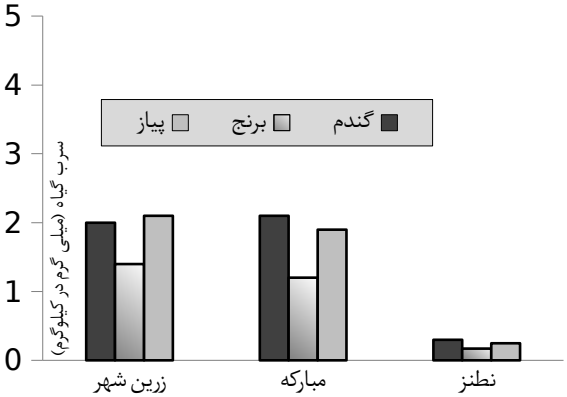


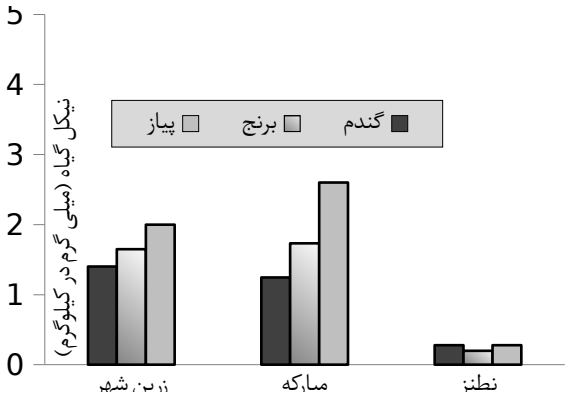
شکل-۵ غلظت نیکل در گیاهان مورد مطالعه



شکل-۶ غلظت سرب در گیاهان مورد مطالعه

اثر متقابل شهر و گیاه بر غلظت سرب و نیکل در گیاهان منطقه مورد مطالعه در شکل (۷ و ۸) نشان داده شده است.





شکل -۷ اثر متقابل شهر و گیاه بر غلظت نیکل شکل-۸ اثر متقابل شهر و گیاه بر غلظت سرب

مقایسه غلظت فلزات سنگین محصولات زراعی مناطق مورد مطالعه با استانداردهای جهانی

گندم

در بررسی میانگین غلظت سرب درمحصول گندم این سه شهر نسبت به استاندارد سرب در دانه گندم ۲/۰ میلی گرم در کیلوگرم WHO (۱۹۹۳)، میانگین غلظت سرب درمحصول گندم زرین شهر ۲ میلی گرم در کیلوگرم و در مبارکه برابر ۱/۲ میلی گرم بر کیلوگرم و در نطنز برابر ۲۹/۰ میلی گرم در کیلوگرم بود که در زرین شهر و مبارکه نسبت به استاندارد بسیار بالاتر و حدود ۷ برابر نطنز میباشد.در بررسی میانگین غلظت نیکل درمحصول گندم این سه شهر میانگین غلظت نیکل در گندم زرین شهر ۴/۱ میلی گرم در کیلوگرم و در مبارکه ۲۵/۱ میلی گرم در کیلوگرم و در نطنز ۲۱/۰ میلی گرم در کیلوگرم می باشد که در زرین شهر و مبارکه نسبت به استاندارد حد مجاز نیکل برای غلات در چین ۴/۰ میلی گرم بر کیلوگرم NEPAC (۲۰۰۱) و سازمان بهداشت جهانی، ۶/۰ WHO (۱۹۹۳) میلی گرم در کیلوگرم بسیار بیشتر است و در نطنز نسبت به هر دو استاندارد پایین تر است.

برنج

در بررسی میانگین غلظت سرب درمحصول برنج این سه شهر نسبت به استاندارد سرب در برنج ۲/۰ میلی گرم در کیلوگرم WHO (۱۹۹۳) غلظت سرب درمحصول برنج زرین شهر ۴/۱ میلی گرم در کیلوگرم و در مبارکه ۲/۱ میلی گرم در کیلوگرم و در نطنز ۱۷/۰ میلی گرم در کیلوگرم بدست آمد که میانگین غلظت سرب در محصول برنج زرین شهر و مبارکه نسبت به استاندارد بسیار بالاتر است ولی در نطنز پایین تر بود. آلودگی سرب در برنج زرین شهر و مبارکه بیش از ۷ برابر این مقدار در نطنز می باشد.در بررسی میانگین غلظت نیکل درمحصول برنج این سه شهر، میانگین غلظت نیکل در برنج زرین شهر ۶۵/۱میلی گرم در کیلوگرم و در مبارکه ۷/۱ میلی گرم در کیلوگرمو در نطنز ۲/۰ میلی گرم در کیلوگرم بود که نسبت به استاندارد حد مجاز نیکل برای غلات در چین ۴/۰ میلی گرم در کیلوگرم NEPAC (۲۰۰۱) و سازمان بهداشت جهانی، ۶/۰ WHO (۱۹۹۳) میلی گرم در کیلوگرم در زرین شهر و مبارکه بسیار بیشتر است و در نطنز کمتر از استاندارد است

پیاز

در بررسی میانگین غلظت سرب درمحصول پیاز این سه شهر در پیاز زرین شهر ۱/۲ میلی گرم بر کیلوگرم، در مبارکه ۹/۱ میلی گرم بر کیلوگرم و در نطنز ۲۵/۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود که نسبت به استاندارد سرب در پیاز ۳/۰ میلی گرم در کیلوگرم WHO (۱۹۹۳) غلظت سرب درمحصول پیاز زرین شهر و مبارکه نسبت به استاندارد بسیار بالاتر است ولی در نطنز پایین تر بود.

در بررسی میانگین غلظت نیکل درمحصول پیاز این سه شهر در پیاز زرین شهر برابر ۲ میلی گرم در کیلوگرم و در مبارکه ۶/۲ میلی گرم در کیلوگرم و در نطنز ۲۸/۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود که نسبت به استاندارد نیکل در پیاز ۲/۰ میلی گرم در کیلوگرم WHO/EU (۱۹۹۳) و حد مجاز نیکل در صیفی جات بر اساس استاندارد چین ۳/۰ میلی گرم بر کیلوگرم NEPAC (۲۰۰۱) در زرین شهر و مبارکه حدود ۱۰ برابر بیشتر است.

ارتباط و همبستگی جذب عناصر بین خاک و گیاه

همبستگی بین مقادیر عناصر جزئی در گیاه با مقادیر این عناصر در خاک مورد کشت، از طریق محاسبه ضریب پیرسون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعات در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول-۳ضرایب همبستگی پیرسون بین عناصر سنگین در خاک و گیاه

فلز سنگین در خاک(میلی گرم بر کیلوگرم)	فلز سنگین در گیاه (میلی‌گرم در کیلوگرم)	
	نیکل	سرب
نیکل	**۸۹۱/۰**	**۷۸۱/۰**
سرب	**۷۴۸/۰**	**۸۹۱/۰**

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معني‌دار شدن در سطح ۵ و ۱ درصد مي‌باشد.

جدول (۳) نشان می دهد همبستگی سربو نیکل گیاه با سرب و نیکل خاک در سطح ۱ درصد معنی دار است به این معنی که با احتمال ۹۹ درصد گیاه سرب و نیکل موجود در بافت های خود را از خاک دریافت کرده است.

منابع

عباسپور ع، کلباسی م، حاج رسولیها ش، گلچین الف. ۱۳۸۴. بررسی آلودگی برخی خاکهای کشاورزی ایران به کادمیوم و سرب. نهمین کنگره علوم خاک ایران، ۴ صفحه.

Baker, D.E. and M.C.Amacher. ۱۹۸۲. Nickel, Copper, Zinc and Cadmium. PP. ۳۲۳- ۳۳۴. In: A.L. Page, R.H. Millers and D. R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part ۲
.Bowen, H. J. M. ۱۹۷۹, The Environmental Chemistry of the Elements, Academic Press, London, New York
.Campbell, C.R. and C.O. Plank. ۱۹۹۸. Preparation of plant tissue for laboratory analysis. p۳۷-۴۹
.FAO/WHO (۱۹۹۳). Food Additives and Contaminants. Joints FAO/WHO
.Landrigan PJ, Todd AC. ۱۹۹۴. Lead poisoning. West J Med, ۱۶۱(۲): ۱۵۳-۱۵۹
National Environmental protection Agency of china. ۲۰۰۱. Safety Quality standard for Non-Environmental pollution vegetable (G B/T ۱۸۴۰۷. ۰۱).Pais, I.J., Jr. Benton Jones. ۱۹۹۷. The handbook of trace elements. St. .Lucie press Boca Raton pub., Florida
Steven M, LeVine A.۱۹۹۷. Iron deposits in multiple sclerosis and Alzheimer's disease brains. Departmentof Physiology and the Smith Mental Retardation Research University of Kansas Medical Center, ۷۶۰ : ۲۹۸-۳۰۳.Tallkvist J, Henriksson J, d'Argy R, Tj lve H. ۲۰۱۰.Transport and subcellular distribution of nickel in the .olfactory system of pikes and rats. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden

Abstract

Population increase in urban society and industrial development causes pollutant accumulation in environment. Isfahanstate is one of the most polluted cities in Iran, in regard to values of poisonous materials which has a high grade in Iran study about finding ofpollution probability of soil and crops with Pb and Ni in industrial

اثر تفاله پسته و بیوچار تولید شده از آن در دماهای مختلف بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک

صدیقه صفرزاده شیرازی [۱]، حامد رجبی [۲]
۱- استادیار بخش علوم خاک دانشگاه شیراز ،۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه شیراز

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر تفاله پسته و بیوچار تولید شده از آن در سه دمای مختلف بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک در قالب طرح کاملاً تصادفیو در سه تکرار انجام شد.تیمارها شاملتفاله پسته و بیوچار تفاله پسته تولید شده در سه دمای مختلف (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس) و هرکدام در سه سطح(صفر، ۵، و ۱۰ درصد وزنی) بود.نتایج نشان دادکهبا کاربرد سطح ۵ و ۱۰ درصد وزنی تفاله پسته و بیوچار تولید شده از تفاله پسته در هر سه دمای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس، قابلیت هدایت الکتریکی خاک افزایش معنی داری نسبت به شاهد داشت.با افزایش دمای تولید بیوچار، قابلیت هدایت الکتریکی خاک افزایش یافتاما مقدار آنکمتر از ۴ دسی زیمنس بر متر بود، و خاک غیر شور می باشد.
واژه های کلیدی: تفاله پسته، بیوچار، دما، قابلیت هدایت الکتریکی خاک

مقدمه

در سال‌های اخیر استفاده از منابع مهم زیستی مانند بیوچار برای اصلاح خاک‌های فقیر از مواد مغذی و برای بازسازی محیط زیست رو به افزایش است (لهمان و همکاران، ۲۰۰۳؛ ولف و همکاران، ۲۰۱۰). بیوچار[۵۷]، زغال تهیه شده از زیست توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که طی فرآیند آتشکافت[۵۸] تولید می‌شود (لهمان و جوزف، ۲۰۰۹). این ماده به دلیل سرعت تجزیه بسیار کند نسبت به سایر مواد آلی ظرفیت زیادی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای از قبیل دی‌اکسید کربن و متان، که از ضایعات آزاد می‌شود، دارد و می‌تواند کربن را برای دوره‌های طولانی ذخیره کند (لهمان و جوزف، ۲۰۰۹). یکی دیگر از دلایل تولید و کاربرد بیوچار مدیریت بهینه ضایعات کشاورزی می‌باشد. اما از دیدگاه کشاورزی علاوه بر مدیریت ضایعات کشاورزی، اهمیت بیوچار در خاك به ویژه نقش آن در کیفیت خاك که شامل افزایش ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت تبادل کاتیونی و مقدار کربن خاك قابل توجه است (لهمان و همکاران، ۲۰۰۸). به طور تقریبی، سالانه ۳۰۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایای حاصل از برداشت پسته به صورت تفاله پسته تولید می شود، و از آن‌ها استفاده‌ای نمی شود (شیرانی و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین شاید استفاده از این تفاله ها به عنوان کود زیستی راه حل مناسبی جهت تغییر و بهبود ویژگی های خاک های ایران باشد. البته قبل از کاربرد آنها بایستی مطالعه بر روی ویژگی های تفاله پسته و بیوچار حاصل از آن انجام شود. عوامل مختلفی از جمله نوع مواد اولیه، ویژگی مواد اولیه (فیزیکی و شیمیایی)، دما و مدت زمان لازم برای فرآیند آتش‌شکافت بر ویژگی های بیوچار تولید شده تأثیر گذار است (برد و همکاران، ۲۰۱۰؛ اندرس و همکاران ۲۰۱۲). به عنوان مثال با افزایش دما غلظت فلزات، ظرفیت تبادل کاتیونی و پ‌هاش بیوچار افزایش پیدا می‌کند (حسین و همکاران، ۲۰۱۰؛ یوآن و همکاران، ۲۰۱۱).

کاربرد بیوچار باعث تغییرات پ هاش، قابلیت هدایت الکتریکی (EC)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و سطوح مواد غذایی در خاک می‌شود (لیانگ و همکاران، ۲۰۰۷ .، وارناک و همکاران، ۲۰۰۷). اطلاعات موجود در رابطه با مناطق معتدل و خشک محدوداند. به همین منظور هدف از این پژوهش بررسی اثر تفاله پسته و بیوچار تهیه شده از آن در دماهای مختلف بر قابلیت هدایت الکتریکی است تا میزان تغییرات این ویژگی در خاک های آهکی ایران مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریلو با سه تکرار انجام شد. تیمارها شاملتفاله پسته و بیوچار تفاله پسته تولید شده در سه دمای (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس)هرکدام در سه سطح(صفر، ۵، و ۱۰ درصد وزنی) بکار برده شد. خاك استفادهشدهازعمق ۰-۳۰ سانتي‌متریسری دانشکده واقع در منطقه باجگاه فارس جمع آوری شد. و پس از هوا خشك شدن، از الك ۲ میلي‌متریعبورداده‌شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ آورده شده است. برای تهیه بیوچار، تفاله‌های پسته پس از جمع آوری، هوا خشک شده، و سپس در ورقه آلومینیومی بسته بندی و به مدت چهار ساعت در سه دمای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس داخل کوره قرار داده شد تا فرآیندآتشکافت صورت گیرد.برخی ویژگی های بیوچار در جدول ۲ آورده شده است. نمونه‌های خاک ۱۰۰ گرمی به همراه تیمارهای بیوچار و تفاله پسته به مدت ۳۰ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس

---

[۵۷]- Biochar
[۵۸]- Pyrolysis

خوابانیده و در طول مدت خوابانیدن رطوبت خاک‌ها در حد رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شدو برای اندازگیری قابلیت هدایت الکتریکی (EC)خاک عصاره ۱:۵ (خاک به آب) تهیه شد و با دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری و مقایسه میانگین داده‌ها،بهوسیله برنامه کامپیوتری SASانجام شد.

جدول۱-برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده

ویژگی	بافت خاک	پ‌هاش	قابلیت هدایت الکتریکی ($ds\ m^{-1}$)	کربنات کلسیم معادل(درصد)	گچ (درصد)	ماده آلی (درصد)	ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol_c\ Kg^{-1}$)
	رسی سیلتی	۲/۸	۵/۰	۱۷	۰۱۳/۰	۲	۴۸

تفاله پسته و بیوچار تولید شده از آن(EC) جدول۲- قابلیت هدایت الکتریکی

ویژگی	قابلیت هدایت الکتریکی (۱:۵) ($ds\ m^{-1}$)
تفاله پسته	۳/۳
بیوچار تهیه شده در دمای (۲۰۰ درجه سلسیوس)	۴/۵
بیوچارتهیه شده در دمای (۴۰۰ درجه سلسیوس)	۲/۷
بیوچارتهیه شده در دمای (۶۰۰ درجه سلسیوس)	۶/۸

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که با کاربرد سطح ۵ و ۱۰ درصد وزنی تفاله پستهقابلیت هدایت الکتریکی خاک افزایش معنی داری نسبت به شاهد داشت (جدول ۳). با افزایش سطوح وزنی بیوچار تولید شده از تفاله پسته (۵ و ۱۰ درصد)، در هر سه دمای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس، قابلیت هدایت الکتریکی خاکبه طور معنی‌داری نسبت به شاهد (سطح صفر در هر تیمار) افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین مقدار هدایت الکتریکی خاک با کاربرد سطح ۱۰ درصد وزنی تفاله پسته و بیوچار تولید شده در هر سه دما مشاهده شد که نسبت به سطح صفر (شاهد) به ترتیب به میزان ۵۵/۲، ۰۵/۳، ۲۵/۷ و ۶۹/۷ برابر افزایش معنی‌داری داشت. نیگاسی و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که کاربرد بیوچار سبب افزایش قابلیت هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن خاک، قابلیت دسترسی فسفر، و ظرفیت تبادل کاتیونی می‌شود. مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارهای به کاربرده شدهنشان داد که بیشترین مقدار قابلیت هدایت الکتریکی خاک به ترتیب مربوط بیوچار تولید شده در دمای ۶۰۰ ، بیوچار تولید شده در دمای ۴۰۰ ، بیوچار تولید شده در دمای ۲۰۰ ، و تفاله پسته می‌باشد (جدول ۳). همانگونه که در جدول ۲ مشاهدهمی شود قابلیت هدایت الکتریکی تیمارهای به کاربرده شده با افزایش دما افزایش یافته و کاربرد این تیمارها در خاک به طبع سبب افزایش هدایت الکتریکی خاک می شود.البته مقدار قابلیت هدایت الکتریکی خاک ها همگی پایین تر از ۴ دسی زیمنس بر متر می باشد (جدول ۳) و خاک ها طبق طبقه بندی آزمایشگاه شوری آمریکا، جزو خاک های غیر شور دسته بندی می شوند. نواک و همکاران(۲۰۰۹) و یوآن و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند کهافزایش دما در طول فرآیند آتشکافت، سبب انتقال کاتیون‌های (Ca, Mg, K, Na) به داخل اکسی هیدروکسیدها و کربنات‌ها و چسبیدن به بیوچار می‌شود و می‌توان بیان کرد که با افزایش این کاتیون‌ها سبب افزایش قابلیت هدایت الکتریکی بیوچار تولید شده در دمای بالاتر نیز می‌شود. چنگ و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که پس از کاربرد بیوچار در خاک، تغییرات شیمیایی ایجاد شده در خاک می‌تواند ناشی از ویژگی‌های بیوچار بکاربرده شده باشد. با توجه به تاثیری که تیمارهای به کاربرده شده بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک داشته است جهت افزودن بیوچار به خاک به عنوان یک اصلاح کننده خاک و افزایش حاصلخیزی خاک نیاز است تغییرات که ایجاد شده در ناثر کاربرد آن در خاکمورد بررسی قرار گیرد. البته تحقیق حاضر نشان داد که علیرغم بالا بودن قابلیت هدایت الکتریکی بیوچار های تولیدی (قابلیت هدایت الکتریکی بیشتر از ۵)، قابلیت هدایت الکتریکی خاک ها آنچنان افزایش نیافته و هنوز پایین تر از حد شوری خاک های شور (کمتر از ۴ دسی زیمنس بر متر) می باشند.

جدول۳- اثر سطوح تفاله پسته و سطوح بیوچار تولید شده از تفاله پسته در دماهای مختلف بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک

سطوح	تفاله پسته	۲۰۰° بیوچار	۴۰۰° بیوچار	۶۰۰° بیوچار
۰	۵۱/۰h	۵۱/۰h	۵۱/۰h	۵۲/۰h
۵	۷۸/۰g	۹۱/۰f	۵/۱d	۶/۱c
۱۰	۳/۱e	۵۶/۱cd	۷/۳b	۴a
میانگین	۸۷/۰D	۹۱/۰C	۹/۱B	۱/۲A

* اعدادی که درهر ستون دارای حرف مشترک کوچک و در هر ردیف دارای حرف مشترک بزرگ هستند از لحاظ اماری با ازمون دانکن در سطح ۵ درصدمعنی‌دار نمی‌باشند.

منابع

۱- مقاله‌ی مندرج در مجله‌های علمی

شیرانی، ح.، ا. ریزهبندی.، ح. دشتی.، م. مصدقی و م. افیونی. ۱۳۹۰. اثر تفاله پسته بر برخی خواص فیزیکی و تراکم پذیری دو نوع خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک جلد پانزدهمشماره‌ی ۵۵، ۸۵ تا ۹۷.

Bird, M. I., C. M. Wurster., P. H. Paula Silva., A. M. Bass and R. Denys. (۲۰۱۱). Algal biochar-production and properties. Bioresource Technology. ۱۰۲(۲): ۱۸۸۶-۱۸۹۱.

Cheng, C. H., J. Lehmann and M. H. Engelhard. (۲۰۰۸). Natural oxidation of black carbon in soils: changes in molecular form and surface charge along a climosequence. Geochimica et Cosmochimica Acta. ۷۲(۶): ۱۵۹۸-۱۶۱۰.

Enders, A., K. Hanley., T. Whitman., S. Joseph and J. Lehmann. (۲۰۱۲)Characterization of biochars to evaluate recalcitrance and agronomic performance. Bioresource Technology. ۱۱۴: ۶۴۴-۶۵۳.

Hossain, M. K., V. Strezov, K. Yin Chan and P. F. Nelson. (۲۰۱۰). Agronomic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (Lycopersicon esculentum).Chemosphere.۷۸(۹): ۱۱۶۷-۱۱۷۱.

Lehmann, J., J. P. da Silva Jr, C. Steiner, T. Nehls, W. Zech and B. Glaser. (۲۰۰۳). Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. Plant and Soil. ۲۴۹(۲): ۳۴۳-۳۵۷.

Lehmann, J., J. Skjemsta, S. Sohi, J. Carter, M. Barson, P. Falloon and E. Krull. (۲۰۰۸). Australian climate-carbon cycle feedback reduced by soil black carbon. Nature Geoscience. ۱(۱۲): ۸۳۲-۸۳۵.

Liang, B., Lehmann, J, Solomon, D. Sohi, S. Thies J.E, Skjemstad JO, Luizao FJ, Engelhard MH, Neves EG, Wirick S (۲۰۰۸) Stability of biomass-derived black carbon in soils. Geochim Cosmochim Acta ۷۲:۶۰۶۹-۶۰۷۸

Nigussie, A., E. Kissi, M. Misganaw and G. Ambaw. (۲۰۱۲). Effect of biochar application on soil properties and nutrient uptake of lettuces (*Lactuca sativa*) grown in chromium polluted soils. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science. ۱۲: ۳۶۹-۳۷۶.

Novak, J. M., W. J. Busscher, D. L. Laird, M. Ahmedna, D. W. Watts and M. A. Niandou. (۲۰۰۹). Impact of .biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. Soil Science. ۱۷۴(۲): ۱۰۵-۱۱۲

Singh, B., B. P. Singh and A. L. Cowie. (۲۰۱۰). Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. Soil Research. ۴۸(۷): ۵۱۶-۵۲۵.

Warnock DD, Lehmann J, Kuyper TW, Rillig MC (۲۰۰۷) Mycorrhizal responses to biochar in soil-concepts and mechanisms. Plant Soil ۳۰۰:۹-۲۰.

Woolf, D., J.E. F. A. Amonette, F.A. Street-Perrott, J. Lehmann and S. Joseph. (۲۰۱۰). Sustainablebiochar to mitigate global climate change. Nature. ۱: ۱-۹.

Yuan, J. H., R. K. Xu and H. Zhang. (۲۰۱۱). The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. Bioresource Technology. ۱۰۲(۳): ۳۴۸۸-۳۴۹۷.۲- کتاب

Lehmann., J., and S. Joseph. (۲۰۰۹). Biochar for environmental management. Science and Technology. London: EarthscanPublishing. ۴۰۵p.

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of pistachio residue and its biochar prepared at different temperature on soil electrical conductivity (EC) in a factorial arranged in a completely randomized design with three replications. Treatments consisted of pistachio residue and pistachio residue biochar prepared at three temperatures (۲۰۰, ۴۰۰, and ۶۰۰ ℃), and three levels of them (۰, ۵ and ۱۰% by weight). Results showed that with application of ۵ and ۱۰% of pistachio residue and its biochar prepared at ۲۰۰, ۴۰۰, and ۶۰۰ ℃, Soil EC significantly increased as compared to that of control. With increasing of temperature, SoilEC was significantly increased but it was lower than ۴ ds m^{-1} and soil was a non-saline soil.

تاثیر استفاده از پساب فاضلاب تصفیه شده شهری بر خصوصیات خاک و عملکرد گیاه گوجه فرنگی در دو بافت مختلف

الهام نمازی [۱]، ابراهیم پذیرا [۲]، یعقوب حسینی [۳]، داود صمصام پور [۴]
۱-دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک، دانشگاه ازاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران،۲-استاد تمام گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ازاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران ،۳-استادیار گروه آب و خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بندرعباس، ۴-استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان

چکیده

بحران آب یکی از مسائل اساسی مناطق دچار خشکسالی متوالی مانند ایران است بنابر این استفاده از آب های نامتعارف در جایی که آب با کیفیت مناسب در دسترس نیست رو به فزونی است یکی از این منابع پساب فاضلاب تصفیه شده شهری است. به کار گیری از پساب فاضلاب در کشاورزی بسته به خصوصیات آن می تواند سودمند یا زیانبار باشد و کیفیت پساب باید با توجه به اثرات آن بر روی خاک و گیاه ارزیابی شود. لذا در این تحقیق اثر توام پساب تصفیه شده شهری و بافت خاک بر عملکرد گیاه گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفته است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این بررسی از تیمارهای آبیاری در ۵ سطح(آب شهر (بدون پساب)، ۷۵ درصد آب معمولی و ۲۵ درصد پساب فاضلاب شهری،۵۰ ، درصد آب معمولی و ۵۰ درصد پساب فاضلاب شهری، ۲۵ درصد آب معمولی و ۷۵ درصد پساب فاضلاب شهری، پساب فاضلاب شهری (بدون اضافه کردن آب شهر))، بافت خاک در دو سطح شنی و رسی در دوره ۸ ماه استفاده گردید. نتایج نشان داد که کاربرد پساب تا نسبت ۵۰ درصد عملکرد را افزایش داده است و در نسبت های پساب ۷۵ و ۱۰۰ درصد این خصوصیات کاهش یافته است. در مورد خصوصیات خاک با افزایش نسبت پساب میزان شوری و سار خاک افزایش می یابد لذا با توجه به نتایج بدست آمده می توان بیان کرد که استفاده از پساب فاضلاب شهری بندرعباس با احتیاط باید صورت گیرد و توصیه می شود استفاده از آن به صورت مخلوط با آب معمولی یا به صورت آبیاری یکی در میان معمولی و پساب صورت گیرد.

واژه های کلیدی: بافت خاک، پساب فاضلاب شهری تصفیه شده، عملکرد

مقدمه

با توجه به بحران کمبود منابع آب و لزوم بهره‌برداری از منابع آب غیر متعارف، بهره‌گیری مطلوب و بهینه از پساب فاضلاب شهری یکی از مباحث مهم تحقیقاتی می‌باشد. در ایران تاکنون در مورد امکان بهره‌برداری از این منبع، تحقیقاتی صورت گرفته است ولی به نظر می رسد که در زمینه اعمال مدیریت صحیح در بهره برداری از پساب فاضلاب تصفیه شده در راستای حفظ شرایط زیست محیطی و افزایش راندمان بهره‌برداری لازم است، تحقیقات جامع‌تری صورت گیرد(نجفی و همکاران،۱۳۸۳). به منظور بررسی (کریم زاده و همکاران، ۱۳۹۱) تأثیر پساب بر هدایت هیدرولیکی اشباع، با انتخاب مزارع با بافت‌های شنی، لوم سیلتی و رس در محدود تصفیه خانه پرکندآباد مشهد که در ۵ سال گذشته به طور پیوسته تحت آبیاری با آب پساب بوده‌اند، نمونه دست نخورده تهیه و در آزمایشگاه با استفاده از پساب و مخلوط حجمی یکسان از آب و پساب مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع تعیین گردید. نتایج نشان داد که آبیاری مزارع با پساب مقدار ماده جامد معلق ۶۰ میلی گرم در لیتر موجب کاهش هدایت هیدرولیکی در بافت‌های مختلف می‌شود. کاهش این پارامتر در خاک با بافت رس به میزان ۹% و در خاک‌های لوم سیلتی و شنی به ترتیب ۵/۴ و ۲% بود.

طی تحقیق (تز ،۲۰۰۶) دیگر نیز نشان داده شد که گونه خ اک بر روی عملکرد گیاه تأثیر دارد زیرا در هنگام آبیاری با پس اب فاضلاب شهری تصفیه شده عملکرد گیاه در خاک سبک بیشتر از بافت سنگین بوده است. ولگر(۲۰۰۹) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو مزرعه با بافت خاک لومی سیلتی و شن که به ترتیب به مدت ۱۲ و ۲۲ سال با پساب آبیاری شده بودند را با مزارع شاهد مقایسه نمود، نتایج بررسی نشان داد که وزن مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای آبیاری با پساب کاهش یافت و افزایش میزان عناصر در تیمار آبیاری با پساب در خاکی با بافت لومی سیلتی بیشتر بود. سپاسخواه و کاریزی(۲۰۱۱) اعلام کردند که خصوصیات مختلف خاک به دلیل آبیاری با پساب در بافت‌های مختلف خاک تغییر می‌کند. از جمله ضریب هدایت هیدرولیکی در خاک‌های مختلف بدلیل استفاده از پساب کاهش می‌یابد. کاهش مذکور در خاک‌های لومی رسی بیشتر از لوم و لومی شنی می‌باشد. ضمناً در صورت استفاده متناوب آب و پساب در آبیاری اراضی به گونه‌ای که پس از هر بار عبور آب به زمین موجب بهبود هدایت اشباع آب در خاک می گردد. با توجه به موارد بیان شده و گسترش سیستم جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه فاضلاب در استان هرمزگان در طول سال های اخیر نیاز به انجام طرح‌های مطالعاتی در راستای استفاده مجدد از پساب فاضلاب دیده می‌شود در همین سو فعالیت پژوهشی حاضر بر روی استفاده مجدد از پساب فاضلاب تصفیه شده استان هرمزگان در کشاورزی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

الف)منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در شهر بندرعباس با جمعیت ۴۳۵۷۵۱ نفر در جنوب کشور ایران واقع شده است(عرض جغرافیایی ۲۷۱۲ درجه و طول جغرافیایی ۵۶۲۲) به صورت گلخانه ای انجام شده است و ارتفاع این ش هراز س طح دریا ۱۰ متر و میانگین س الانه بارندگی ۹/۱۸۵ میلیمتر می باشد

ب)مواد به کار رفته

پساب تصفیه شده از تصفیه خانه فاضلاب بندرعباس تامین گردید که روش تصفیه به صورت لجن فعال بوده و فاضلاب مورد استفاده برای آزمایش از اخرین مرحله تصفیه برداشت شد و همچنین به عنوان تیمار شاهد از اب معمولی استفاده گردید. خاک شنی و رسی از ۱۰ کیلومتری جنوب بندرعباس منطقه نهالستان و بستانو برداشت گردید. نشای گیاه گوجه فرنگی نیز از سازمان جهاد کشاورزی تهیه گردید.

ج)روش انجام تحقیق

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید. جهت انجام تحقیق، تیمارهای بافت خاک در دو سطح شنی و رسی، آبیاری در ۵ سطح (آب معمولی، پسآب فاضلاب شهری، ۲/۱ آب معمولی و ۲/۱ پسآب فاضلاب شهری، ۴/۳پساب فاضلاب شهری و ۴/۱ آب معمولی، ۴/۱پساب فاضلاب شهری و ۴/۳ آب معمولی) در حین رشد سطوح مختلف پساب اعمال گردید و عملکرد کل هر بوته نیز در طول کشت اندازه گیری شد.

پس از اتمام دوره کشت خاک گلدان ها استخراج شد و پس از کوبیدن خاک و گذراندن از الک ۲ میلیمتری عصاره خاک با دستگاه عصاره‌گیر تهیه و جهت محاسبه املاح و بعضی خواص به ازمایشگاه منتقل شد میزان کلسیم و منیزیم به روش کربوسلی و همکاران تعیین و میزان سدیم خاک توسط فلیم فتومتری مشخص گردید. برای اندازه‌گیری اسیدیته (مسی ند،۱۹۸۲)و EC (کلوت، ۱۹۸۶) توسط دستگاه pH و هدایت سنج دیجیتال قرائت شد. پس از اندازه گیری میزان سدیم و کلسیم و منیزیم خاک به روش های فوق الذکر میزان نسبت سدیم جذبی خاک از روی فرمول (۱) محاسبه می شود:

(۱)

د)آنالیز آماری

بر روی داده های جمع اوری شده آنالیز واریانس صورت گرفت و در نهایت داده ها حاصل با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

الف)تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس در رابطه با صفات مربوط به خاک و عملکرد گیاه گوجه فرنگی در جدول (۱) ارائه شده است و این نتایج نشان می دهد تمامی صفات مورد مطالعه در بخش رویشی در سطح ۱ درصد برای کلیه منابع تغییر (درصد پساب، بافت خاک و اثر متقابل این دو متغیر)به جز اثر متقابل درصد پساب و بافت خاک بر عملکرد معنی دار بوده است.

جدول(۱):تجزیه واریانس داده ها در رابطه با صفات مربوط به خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)						
		pH خاک	Ec خاک	کلسیم خاک	منیزیم خاک	سدیم خاک	SAR خاک	عملکرد تک بوته
درصد پساب (B)	۴	۲۸۸۲/۰**	۸۷/۳۴**	۵/۲۳۶**	۹۸/۷۱**	۶/۹۱۶**	۶۸/۶۹**	۵/۱۳۷۳۰۶۰**
بافت خاک (C)	۱	۳۷۴۹/۲**	۵/۱۵۹**	۰/۱۴۵۶**	۲۴/۴۲۴**	۴/۹۱۹۴**	۹۶/۵۷۷**	۸/۱۷۸۴۹۳۶۰**
اثرمتقابل BC	۴	۰۲۲۹/۰**	۲۶/۴**	۷/۹۰**	۴۰/۲۲**	۱/۱۱۵**	۳۶/۵**	۹/۱۱۷۹۷ns
خطا	۶۰	۰۰۰۵/۰	۰۵/۰	۶/۱	۰۹/۰	۴/۱	۷۶/۰	۰/۱۴۰۶۸
ضریب تغییرات (C.V) %		۳/۰	۲/۵	۶/۱۴	۱/۶	۳/۴	۰/۸	۲/۸

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ب)تاثیر آبیاری با پساب فاضلاب بر خصوصیات خاک

مقایسه میانگین تاثیر اثر متقابل نسبت‌های پساب و بافت خاک نشان داده است میزان خصوصیات خاک در تمام سطوح پساب در بافت رسی بالاتر از بافت شنی می‌باشد و همچنین بین دو بافت شنی و رسی در همه سطوح پساب تفاوت معنی داری وجود داشته است و بافت خاک بر روی بسیاری از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک تاثیر دارد(مسی کالی ۲۰۰۳) از انجا که میزان رس در خصوص تبادل کاتیونی و حفظ و نگهداری کاتیون های تاثیر زیادی دارد در این تحقیق نیز نشان داده شد که در بافت رسی با داشتن میزان رس ۵۲ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتری داشته که خود منجر به بالارفتن میزان عناصر کلسیم ، منیزیم و سدیم در خاک شده است علاوه بر ان وجود منافذ درشت در خاک داری بافت شنی منجر به ابشویی بهتر و شستشوی عناصر از سطح خاک

می شود ولی در خاک های رسی درست عکس خاک های شنی می باشد و شستشوی در این خاک کمتر صورت می گیرد و تجمع عناصر بیشتری به وجود می آید که خود منجر به افزایش شوری خاک می شود. طی تحقیقی(شونین و همکاران، ۲۰۰۴) که بر روی چند نوع خاک با بافت مختلف صورت گرفت، نتایج نشان داد که همبستگی مثبت بین شوری خاک و رس خاک گزارش داده شد بنابراین با مشخص کردن بافت خاک می توان علاوه بر پی بردن به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک میزان ذخایر آب و خاک را نیز مشخص کردو نسبت به اصلاح و احیای مراتع با تکیه بر بافت خاک رطوبت خاک اقدام کرد که در این تحقیق نیز نشان داده شد، افزایش شوری در خاک رسی بیشتر از بافت شنی بوده است که ارتباط بین میزان رس و خصوصیات شوری خاک را نشان می‌دهد.

با افزایش میزان پساب در هر دو بافت میزان خصوصیات خاک نیز افزایش می‌یابد و در تمام تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود دارد، از جمله این خصوصیات میزان اسیدیته خاک است که بر بسیاری از خصوصیات خاک و جذب عناصر غذایی تاثیر دارد(راتان، ۲۰۰۵) و با توجه به اینکه در این تحقیق نشان داده شد که میزان اسیدیته خاک با افزایش نسبت پساب در خاک تغییر کرده است و متعاقب آن جذب عناصر غذایی نیز در خاک تغییر می کند. طی پژوهشی گانس و همکاران(۱۹۹۶) نشان دادند که استفاده از پساب فاضلاب شهری به عنوان آب آبیاری باعث می‌شود، شوری خاک را بالا ببرد که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد و این تجمع شوری منجر به محدودیت در رشد گیاه به وسیله افزایش فشار اسمزی و سمیت یون‌ها و کاهش قابلیت دسترسی عناصر مغذی می‌شود و همچنین با نتایج دانفونسیکا (۲۰۰۷) و نجفی و ناصر(۲۰۰۹)، کروناد و همکاران(۲۰۱۱) هم‌خوانی دارد. جیان و همکاران(۲۰۱۲) با استفاده از آبیاری با پساب فاضلاب شهری نشان دادند که استفاده از پساب با گذشت زمان باعث شوری خاک شده و فاکتورهای موثر در شور شدن خاک شامل: (۱)وجود سدیم قابل جذب در پساب،(۲)نفوذ پذیری خاک (۳)غلظت بی کربنات مثل کلسیم و منیزیم و کربنات‌ها(سانتوز،۲۰۰۴ و تیلمن و سورپانني، ۲۰۰۲)

جدول (۲): مقایسه میانگین صفات مورد بررسی خاک تحت تأثیر اثرمتقابل نسبت های مختلف پسآب فاضلاب در آب آبیاری و بافت خاک

نسبت پساب (%)×	بافت خاک	صفت pH خاک	Ec خاک (میلی موس)	کلسیم خاک (ppm)	منیزیم خاک (ppm)	سدیم خاک (ppm)	SAR خاک (؟)
صفر	شنی	^{j}۳۸/۷	^{g}۵۷/۱	^{g}۸۰/۲	^{j}۲۴/۱	^{j}۸۸/۹	^{i}۰۲/۵
	رسی	^{e}۸۲/۷	^{d}۹۵/۳	^{d}۶۰/۷	^{e}۳۱/۴	^{e}۵۴/۲۷	^{de}۴۹/۱۱
۲۵	شنی	^{i}۵۵/۷	^{f}۳۸/۲	^{fg}۷۳/۳	^{i}۲۲/۲	^{i}۴۶/۱۵	^{h}۷۸/۷
	رسی	^{d}۸۷/۷	^{c}۶۸/۴	^{c}۲۰/۹	^{d}۱۱/۵	^{d}۷۸/۳۱	^{cd}۱۸/۱۲
۵۰	شنی	^{h}۶۵/۷	^{e}۷۴/۲	^{fg}۲۲/۴	^{h}۸۴/۲	^{h}۱۷/۱۸	^{g}۱۲/۹
	رسی	^{c}۹۲/۷	^{c}۶۶/۴	^{c}۳۶/۱۰	^{c}۸۲/۵	^{c}۳۷/۳۵	^{c}۰۰/۱۳
۷۵	شنی	^{g}۷۱/۷	^{d}۹۳/۳	^{ef}۱۶/۵	^{g}۲۹/۳	^{g}۰۹/۲۰	^{fg}۸۰/۹
	رسی	^{b}۹۷/۷	^{b}۱۸/۶	^{b}۲۰/۱۳	^{b}۹۶/۷	^{b}۳۹/۴۱	^{b}۴۵/۱۴
۱۰۰	شنی	^{f}۷۷/۷	^{d}۰۶/۴	^{de}۵۸/۶	^{f}۸۷/۳	^{f}۲۱/۲۳	^{ef}۴۱/۱۰
	رسی	^{a}۰۹/۸	^{a}۴۳/۸	^{a}۳۶/۲۲	^{a}۹۸/۱۱	^{a}۸۱/۵۱	^{a}۳۵/۱۶

میانگین های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵% ازمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند.

ج)تاثیر آبیاری با پساب فاضلاب بر عملکرد گیاه گوجه فرنگی

بررسی اثر سطوح مختلف پساب بر روی عملکرد تک بوته نشان داده است که با افزایش سطوح پساب تا ۵۰ درصد میزان عملکرد تک بوته افزایش یافته است و در سطوح پساب ۷۵ و ۱۰۰ درصد میزان عملکرد کاهش یافته‌است که با سطوح دیگر پساب تفاوت معنی‌دار داشته است. حد آستانه شوری گیاه گوجه فرنگی در تحقیقات در استان ۴ مشخص شده است که در نسبت ۵۰ درصد پساب شوری روند افزایشی بالای ۴ رسیده که این موضوع حاکی از کاهش میزان عملکرد بوته گوجه فرنگی شده است. نتایج تحقیقی بر روی استفاده از پساب فاضلاب تصفیه شده نشان داده است که شوری بالا در پساب بر روی رشد و عملکرد گیاه تاثیر دارد(پدوپولوس و همکاران،۲۰۰۶)که نتایج این تحقیق نیز این موضوع را نشان داده است. شوری از طریق کاهش وزن میوه و ویژگی های بازارپسندی آن(تولید میوه کوچك) اثر منفی بر عملکرد دارد .ساتو و همکاران اظهار داشتند که با افزودن شوری محلول غذایی، وزن تر میوه گوجه فرنگی کاهش یافت که نتیج این تحقیق نیز نشان داده است که با افزایش شوری از ۵۰ درصد به بالا روند شدیداً افزایشی داشته که باعث کاهش معنی دار وزن میوه نسبت به سطوح آبی پایین تر از ۵۰ درصد شده است که این موضوع خود منجر به کاهش عملکرد شده است.

بررسی اثر نوع بافت خاک بر روی عملکرد تک بوته (جدول ۳) نشان داده است که میزان عملکرد میوه در بافت شنی بالاتر از بافت رسی به میزان ۸۸ درصد بوده است و بین دو بافت خاک تفاوت معنی‌داری وجود داشته است. کاترجی و همکاران در سال ۲۰۰۲ طی تحقیقی نشان دادن که نوع بافت خاک بر روی عملکر گیاه گوجه فرنگی تاثیر دارد هر چه که بافت درشت تر باشد عملکرد گوجه فرنگی در آن افزایش یافته است و طی تحقیق دیگر نیز نشان داده شد که گونه خاک بر روی عملکرد گیاه تاثیر دارد زیرا در هنگام آبیاری با پساب فاضلاب شهری تصفیه شده عملکرد گیاه در خاک سبک بیشتر از بافت سنگین بوده است(توز،۲۰۰۶) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

جدول(۳)-تاثیر نوع بافت خاک و سطوح مختلف پساب بر روی عملکرد تک بوته(گرم)

بافت خاک	سطوح پساب(درصد)

	صفر	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	میانگین
شنی	^{a}۸/۲۰۸۳	^{a}۸/۲۰۵۸	^{a}۸/۲۱۷۶	^{b}۲/۱۶۵۷	^{b}۶/۱۵۲۱	^{A}۶/۱۸۹۹
رسی	^{c}۶/۱۱۴۴	^{c}۲/۱۱۷۸	^{c}۰/۱۲۷۲	^{d}۱/۷۳۶	^{d}۹/۷۱۳	^{B}۰/۱۰۰۹
میانگین	^{B}۲/۱۶۱۴	^{B}۵/۱۶۱۸	^{A}۴/۱۷۲۴	^{C}۶/۱۱۹۶	^{C}۸/۱۱۱۷	

میانگین های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵% ازمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند.

منابع

۱- کریم زاده م، علیزاده ا و م محمدی آریا. ۱۳۹۱. اثرا ت آبیاری با پساب بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک.نشریه آب و خاک ۲۶(۶): ۱۵۴۷-۱۵۵۳.

۲- نجفی پ. موسوی س ف و م فیضی.۱۳۸۴.برسی اثرات کاربرد پساب فاضلاب تصفیه شده شهری در روش های مختلف آبیاری سیب زمینی.مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۱): ۶۱-۷۰.

A.O.A.C.۱۹۷۵.Official method of analysis of the association of official analytical chemists.۱۲th ed.washigton D.C.pp.۳۷۷-۳۷۸,۷۷۷.

Abedi-Koupai,j.,Mostafazadeh-fard, B., Afyuni,M., and Bagheri,M.R.۲۰۰۶.Effect of treated wastewater on soil chemical and physical peroperties in an arid region.Plant Soil and Environment,۵۲(۸),۳۳۵-۳۴۴.

Al Salem, S.A., ۱۹۹۶. Environmental considerations for wastewater reuse in agriculture. Water Sci. Technol. ۳۳ (۱۰-۱۱), ۳۴۵-۳۵۳.

Da Fonseca, A.F., Melfi, A.J., Monteiro, F.A., Montes, C.R.,Almeida, V.V., Herpin, U., ۲۰۰۷b. Treated sewage effluent asa source of water and nitrogen for Tifton ۸۵ bermudagrass.Agric. Water Manage. ۸۷, ۳۲۸-۳۳۶.

Gunes, A., Inal, A., &Alpaslan, M. ۱۹۹۶. Effect ofsalinity on stomatal resistance, proline, and mineralcomposition of pepper. *Journal of Plant Nutrition,* ۱۹,۳۸۹-۳۹۶.

Jean E. T. McLain ٭ Clinton and F.Williams.۲۰۱۲. Assessing environmental impacts of treated wastewater through monitoring of fecal indicator bacteria and salinity in irrigated soils. Environ Monit Assess. ۱۸۴:۱۵۵۹-۱۵۷۲.

Klute, A. (۱۹۸۶).Methods of soil analysis.part ۲-chemical and biochemical methods.Second edition.Agronomy No.۹.American Society of Agronomy,Inc Soil Science of American,Inc.Publisher Madison,Wisconsin.USA.

Korboulewsly, N., S. Dupouyet and G. Bonin. (۲۰۰۲).Environmental risks of applying sewage sludge compost to vineyards;CARBON, heavy metals,nitrogen and phosphorus accumulation.J.Environ .Qual.۳۱: ۱۵۲۲-۱۵۲۷.

McNeal, E. O., (۱۹۸۲). Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L.Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil AnalysisPart ۲. Chemical and Microbiological Properties. ASA Inc.SSSA Inc. Publishers, NY, USA,

Najafi.,P.۲۰۰۶.Effects of using subsurface drip irrigation and treated muncicipal wastewater in irrigation in small communities.Agric.Water Manag.,۳۸:۲۳۳-۲۳۴.

Papadopoulos, F .Parissopoulos G, Papadopoulos A, Fdragas A, Ntanos D, Prochaska C and I Metaxa.۲۰۰۹. Assessment of Reclaimed Municipal Wastewater Application on Rice Cultivation. Environmental Management.۴۳:۱۳۵-۱۴۳.

Rattan R.K., Datta S.P., Chhonkar P.K., Suribabu, K. and A.K. Singh.۲۰۰۵. Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater—a case study. Agriculture, Ecosystems and Environment ۱۰۹:۳۱۰-۳۲۲.

Santos, A.P.R., ۲۰۰۴. Efeito da irrigac ̧a o com efluente de esgoto tratado, rico em so ́dio, em propriedades qu ́micas e f ́sicas de um argissolo vermelho distro ́fico cultivado com capim- Tifton ۸۵. M.S. Thesis., ESALQ, University of Sa o Paulo.

Sepaskhah.A.R and Karizi A.۲۰۱۱.Effects of alternative use of waste water and fresh water on soil saturatedhydrolicconductivity .J of Agronomy and Soil Science .۵۷:۱۴۹-۱۵۸.

Shevnin, V., O. Delgado, A. Mousatov&ARyjov, ۲۰۰۴. Soil resistivity measurements for clay content estimation and its application for petroleum contamination study, SAGEEP, Colorado. Springs, P:۳۹۶-۴۰۸.

Tillman, R.W., Surapaneni, A., ۲۰۰۲. Some soil-related issues in the disposal of effluent on land. Aust. J. Exp.

Agric. ۴۲, ۲۲۵-۲۳۵.
Toze, S., ۲۰۰۶. Reuse of effluent water—benefits and risks. Agric. Water Manage. ۸۰, ۱۴۷-۱۵۹.
Vogeler I.۲۰۰۹.Effect of long-term wastewater applicationon physical soil peroperties, water air soil pollut.۱۹۶:۳۸۵-۳۹۲.

Abstract

The water crisis is one of the fundamental issues in areas with consecutive droughts such as Iran; therefore the use of unconventional waters where high quality water is not available is growing. One of these sources is the recycled municipal wastewater. The use of wastewater in agriculture can be beneficial or harmful, depending on its characteristics and wastewater quality and it should be evaluated based on its effects on soil and crops. Therefore, in this study, the combined effect of urban wastewater and soil on yield of tomato plants has been studied. A factorial experiment was performed in a completely randomized design with three replications. In this study, the treatments was performed at the ۵ level of tap water (no wastewater), ۷۵% tap water and ۲۵% wastewater , ۵۰% tap water and ۵۰% waste water and ۷۵% tap water and ۲۵% wastewater , and waste water (without adding tap water),with the soil texture in two level of the sand and clay for ۸ months. The results showed that wastewater up to ۵۰% increases yield while in the ratio of ۷۵% and ۱۰۰%, the properties is reduced. By increasing the waste water, the soil salinity and SAR increases. Considering the results, it may be stated that the use of urban wastewater should be done with caution and the use as a mixture of tap water and alternatively irrigation with tap water is also recommended.

تأثیر بنزیل‌آدنین و نیتروژن بر برخی از پارامترهای فتوسنتزی و نسبت عناصر دانهال‌های پسته در شرایط شور

مژده خلیل‌پور [۱] و وحید مظفری [۲]
۱- کارشناس ارشد شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

چکیده
بهمنظور بررسی تأثیر نیتروژن و بنزیل‌آدنین در شرایط شور بر برخی پارامترهای فیزیولوژی و ترکیب شیمیایی دانهالهای پسته رقم بادامی ریز زرند یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه انجام شد. تیمارها شامل شوری (صفر و ۲۰۰۰ میلیگرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)، نیتروژن (صفر و ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم خاک از منبع نیترات آمونیم) و هورمون بنزیل‌آدنین (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند. نتایج نشان داد، در شرایط شور و غیر شور، مصرف بنزیل‌آدنین نسبت کلروفیل a به b را افزایش داد اما این افزایش در شرایط غیر شور بیشتر بود. همچنین با مصرف توأمان نیتروژن و بنزیل‌آدنین، کاروتنوئیدها و فنل برگ به‌ترتیب با افزایش ۷۸ و ۷۰ درصدی مواجه گردیدند. نتایج همچنین نشان داد که با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین در شرایط شور نسبت K/Na اندام هوایی و ریشه بیش از ۵/۲ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت. نسبت Ca/Na نیز با افزایش روبرو شد.
واژه های کلیدی: فنل، کاروتنوئیدها، کلروفیل، نسبت K/Na ، نسبت Ca/Na

مقدمه
سیتوکینین‌ها یک گروه از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که مقاومت گیاهان را به تنش‌های مختلف مانند شوری، دمای بالا و خشکی افزایش و رشد گیاهان را در شرایط تنش تنظیم می‌کنند (Barciszewski *et al*., ۲۰۰۰). از مهم‌ترین سیتوکینین‌ها می‌توان به بنزیل‌آدنین اشاره کرد که به‌عنوان یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مطرح میباشد (Mok and Mok, ۲۰۰۱). در شرایط تنش‌های محیطی تولید رادیکال‌های آزاد در گیاهان افزایش می‌یابد، گیاهان از طریق مکانیسم‌های آنزیمی و غیر آنزیمی، رادیکال‌های آزاد را خنثی می‌کنند. آنتی‌اکسیدانت‌های غیر آنزیمی از قبیل رنگیزه‌هایی مثل کاروتنوئیدها و مواد فنلی ترکیباتی با وزن مولکولی بالا هستند که اغلب تعدادی از پروتئین‌هایی را که به‌وسیله رادیکال‌های آزاد از بین می‌روند، محافظت می‌کنند (Navarro *et al*., ۲۰۰۶). برخی مطالعات نشان می‌دهد که نسبت بالای K/Na در گیاهان می‌تواند یک فاکتور مرتبط با تحمل به شوری باشد (Ashraf and McNeilly, ۱۹۹۰). عموماً چنین پنداشته شده که ساز و کار مهم جذب انتخابی K^+/Na^+ در ریشه‌های گیاه، فعال شدن پمپ خروج سدیم به‌وسیله پتاسیم است که در غشای سیتوپلاسمی قرار دارد. در نبود کلسیم، غشای سیتوپلاسمی غیر تراوا (نشتی) می‌شود و به‌این ترتیب ورود و خروج مواد به‌خوبی مهار نمی‌شود. هنگامی‌که نیتروژن در اختیار گیاه باشد، صدور سیتوکینین با سن گیاه افزایش و با قطع مصرف نیتروژن، کاهش می‌یابد. از آن‌جا که تولید و فعالیت هورمون‌های گیاهی از جمله سیتوکینین‌ها تحت تأثیر تنش‌های محیطی و عناصر غذایی قرار می‌گیرد و با توجه به شور بودن خاک‌های پسته‌خیز استان کرمان، پژوهش حاضر برای اولین بار به بررسی نقش هورمون بنزیل‌آدنین و نیتروژن در شرایط شور بر برخی از پارامترهای فتوسنتزی و نسبت بین عناصر پسته پرداخت.

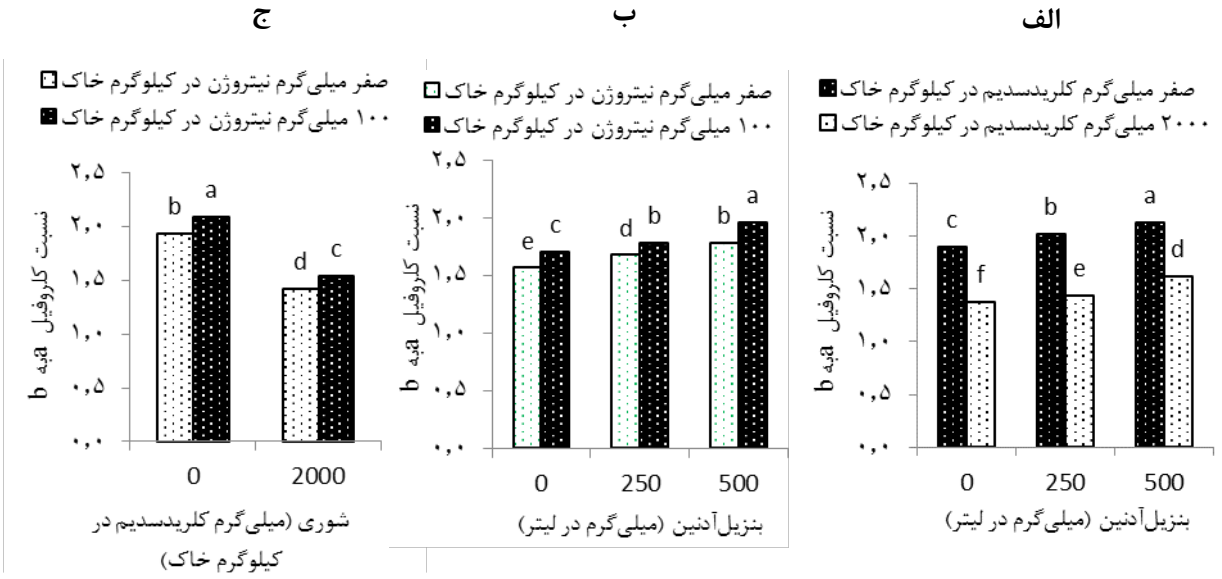
مواد و روش‌ها
آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو سطح نیتروژن (صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک از منبع نیترات آمونیوم)، دو سطح شوری (صفر و ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک) و سه سطح هورمون بنزیل‌آدنین (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند که بر روی رقم پسته بادامی زرند به اجرا درآمد. مقدار پنج کیلوگرم خاک داخل گلدان‌های پلاستیکی ریخته و تیمار نیتروژن بهصورت محلول به خاک داخل گلدانها اضافه شد. در هر گلدان تعدادپنج بذر در عمق سه سانتیمتری کشت و رطوبت خاک به‌حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. آبیاری گلدانها به‌وسیله آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت مزرعه همراه با توزین مرتب آنها صورت گرفت. تیمار شوری پس از استقرار کامل دانهال‌ها بهصورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه شد. هم‌چنین تیمار بنزیل‌آدنین طبق نقشه طرح به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها اعمال شد. میزان کلروفیل a، کلروفیل b و نسبت کلروفیل a به b و همچنین کاروتنوئیدها با نمونه‌گیری تصادفی از برگ‌های بالغ اندازه‌گیری شد. مقدار فنل نیز در هفته بیست و چهارم پس از کاشت مورد سنجش قرار گرفت. غلظت سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر و غلظت کلسیم به‌وسیله دستگاه جذب اتمی اندازهگیری گردید.

نتایج و بحث

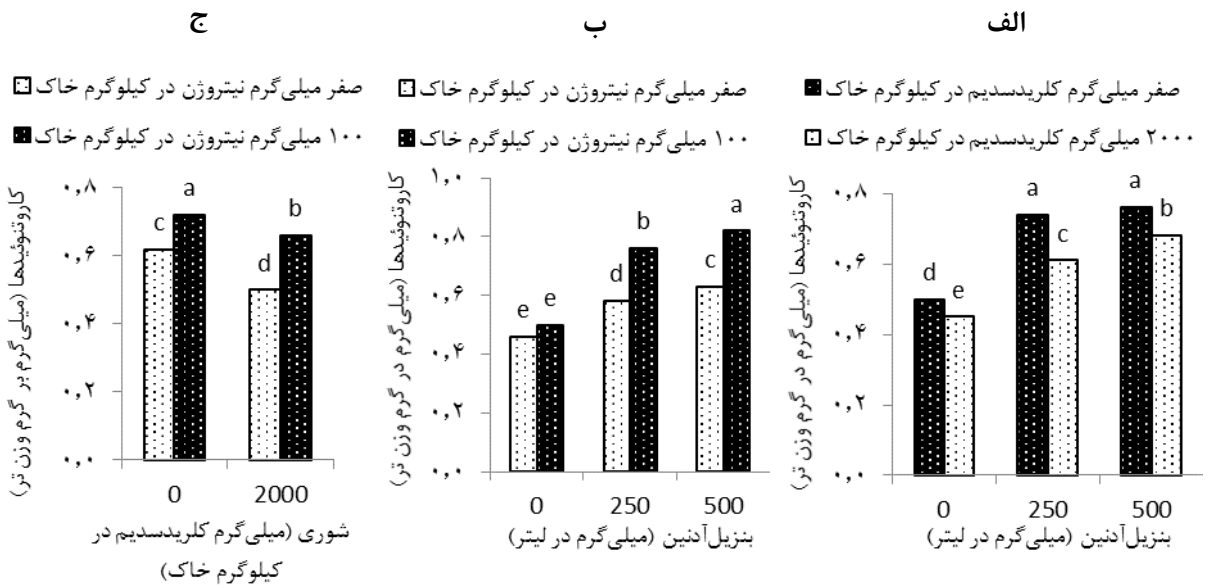
نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل شوری و بنزیل‌آدنین نشان داد (شکل ۱- الف)، در شرایط شور و غیر شور، مصرف بنزیل‌آدنین نسبت کلروفیل a به b را افزایش داد اما این افزایش در شرایط غیر شور بیشتر بود. کلروفیل a به‌شرایط تنشی حساس‌تر از کلروفیل b است که نتیجه آن کاهش نسبت کلروفیل a به b خواهد بود (Khavari-nejad and Chaparzadeh, ۱۹۹۸). زادصالحی و همکاران (۱۳۹۰) در ارتباط با تأثیر تنش شوری بر میزان کلروفیل برگ پسته، نشان دادند که با افزایش شوری به ۹۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، فقط کلروفیل a به‌میزان ۲۲ درصد کاهش یافت و تأثیری بر میزان کلروفیل‌های b و کل نداشت. طی پژوهش‌های انجام شده ثابت شده است که تیمار بنزیل‌آدنین باعث تأخیر در تجزیه کلروفیل و کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز می‌شود (Costa *et al.*, ۲۰۰۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده این است که تأثیر هر دو تیمار نیتروژن و بنزیل‌آدنین به‌تنهایی بر نسبت کلروفیل a به b مشابه و هر دو باعث افزایش این نسبت گردیدند ولی مصرف توأمان آن‌ها باعث افزایش ۲۵ درصدی نسبت کلروفیل a به b گردید (شکل ۱- ب). اثر متقابل شوری و نیتروژن نیز نشان داد (شکل ۱- ج) که در شرایط شور و غیر شور با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، نسبت کلروفیل a به b با افزایش معنیداری روبرو شدند.

کاروتنوئیدها

با توجه به شکل ۲- الف ملاحظه می‌شود، گرچه در شرایط غیر شور مصرف بیشتر بنزیل‌آدنین (۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) نتوانست میزان کاروتنوئیدها را نسبت به سطح اول به‌طور معنی‌داری افزایش دهد اما این افزایش در شرایط شور معنی‌دار بود. در شرایط شور مصرف بنزیل‌آدنین غلظت کاروتنوئیدها را حتی نسبت به شاهد (شرایط غیر شور و نبود بنزیل‌آدنین) افزایش معنی‌دار داد. در پژوهشی گزارش شد، با مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، میزان کاروتنوئیدها ۶۵ درصد نسبت به شاهد در گیاه کرچک افزایش یافت (Soad *et al.*, ۲۰۱۰). برهمکنش نیتروژن و بنزیل‌آدنین، گویای این است که کاروتنوئیدها بیشتر تحت تأثیر مثبت بنزیل‌آدنین قرار گرفتند تا اثر نیتروژن به‌تنهایی. می‌توان گفت که هم‌زمان با مصرف نیتروژن، مصرف ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، غلظت کاروتنوئیدها را از ۵۰/۰ به‌ترتیب به ۷۶/۰ و ۸۲/۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر افزایش داد و بیشترین غلظت کاروتنوئیدها در استفاده توأم نیتروژن و سطح دوم هورمون بنزیل‌آدنین به‌دست آمد (شکل ۲- ب). اثر متقابل شوری و نیتروژن نیز نشان داد (شکل ۲- ج)، گرچه بیشترین میزان کاروتنوئیدها در شرایط غیر شور و مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به‌دست آمد، ولی در شرایط شور تأثیر نیتروژن در افزایش کاروتنوئیدها بیشتر از شرایط غیر شور بود.



شکل ۱- برهم‌کنش شوری و بنزیل‌آدنین (الف)، نیتروژن و بنزیل‌آدنین (ب) و شوری و نیتروژن (ج) بر نسبت کلروفیل a به b دانهال‌های پسته



شکل ۲ - برهم‌کنش شوری و بنزیل‌آدنین (الف)، نیتروژن و بنزیل‌آدنین (ب) و شوری و نیتروژن (ج) بر غلظت کاروتنوئیدهای دانهال‌های پسته

فنل

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها در حضور نیتروژن، با مصرف ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، غلظت فنل به‌ترتیب ۲۸ و ۴۰ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت، ولی با مصرف توأم نیتروژن و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، غلظت فنل بیش از ۷۰ درصد نسبت به شاهد افزایش حاصل نمود (جدول ۱). در پژوهشی بر روی گیاه کرچک مشخص شد که مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین، مقدار کل فنل را ۳۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Soad *et al.*, ۲۰۱۰). در این پژوهش افزایش غلظت فنل با مصرف نیتروژن، نشان دهنده تحریک نیتروژن در افزایش تولید فنل می‌باشد، لیکن در برخی از گزارش‌ها، مصرف بیش از حد نیتروژن غلظت فنل را کاهش داده است (Marschner, ۱۹۹۵).

جدول ۱ - تأثیر کاربرد نیتروژن و بنزیل‌آدنین بر غلظت فنل برگ دانهال‌های پسته

سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	سطوح بنزیل‌ادنین (میلی‌گرم در لیتر) ۰	۲۵۰	۵۰۰	میانگین
	غلظت فنل (میکروگرم در گرم وزن تر)			
۰	^{e}۱۵/۳۱۳	^{d}۳۰/۳۵۴	^{c}۸۳/۴۱۷	B۷۶/۳۶۱
۱۰۰	^{e}۲۶/۳۹۶	^{b}۰۳/۵۰۷	^{a}۳۹/۵۵۶	A۵۶/۴۸۶
میانگین	C۷۱/۳۵۴	B۶۶/۴۳۰	A۱۱/۴۸۷	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری ندارند.

نسبت K/Na اندام هوایی و ریشه

براساسنتایجمقایسه‌هامیانگین‌ها (جدول ۲)، با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم‌درلیتر بنزیل‌آدنین در شرایط غیرشور و شور، نسبت K/Naاندامهوایی به‌ترتیب به بیش از ۳ و ۲ برابر شاهد رسید. هم‌چنین مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم‌درلیتربنزیل‌آدنینهم درشرایطغیرشوروهم شور نسبت K/Na ریشه به بیش از ۵/۲ برابرافزایشیافت.

جدول ۲ - تأثیر کاربرد شوری و بنزیل‌آدنین بر نسبت اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پستهK/Na

سطوح شوری (میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک)	سطوح بنزیل‌ادنین (میلی‌گرم در لیتر) ۰	۲۵۰	۵۰۰	میانگین
	نسبت K/Naاندامهوایی			
۰	^{c}۲۹/۱	^{b}۹۷/۲	^{a}۹۸/۳	A۷۵/۲
۲۰۰۰	^{e}۶۰/۰	^{d}۰۹/۱	^{c}۳۲/۱	B۰۰/۱
میانگین	C۹۵/۰	B۰۳/۲	A۶۵/۲	

	نسبت K/Na ریشه			
۰	[d]۸۰/۰	[b]۷۶/۱	[a]۱۰/۲	A۵۵/۱
۲۰۰۰	[e]۴۲/۰	[d]۹۲/۰	[c]۰۹/۱	B۸۱/۰
میانگین	C۶۱/۰	B۳۴/۱	A۵۹/۱	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معني‌داری ندارند.

نسبت Ca/Na اندام هوایی و ریشه

در رابطه با برهم‌کنش شوری و بنزیل‌آدنین (جدول ۳) می‌توان گفت، اگرچه مصرف ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک، نسبت Ca/Na اندام هوایی و ریشه را به‌ترتیب ۱۱ و ۲۲ درصد به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داد، اما مصرف ۵۰۰ میلي‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین در همین شرایط شور نه‌تنها توانست جلوی کاهش نسبت Ca/Na اندام هوایی و ریشه را بگیرد، بلکه نسبت Ca/Na اندام هوایی و ریشه رابه‌ترتیب ۴۰ و ۵۵ درصد نسبتبهشاهد افزایش داد.

جدول ۳- تأثیر کاربرد شوری و بنزیل‌آدنین بر نسبت Ca/Na اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته

سطوح شوری (میلي‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک)	سطوح بنزیل‌ادنین (میلي‌گرم در لیتر)			میانگین
	۰	۲۵۰	۵۰۰	
	نسبت Ca/Na اندامهوایی			
۰	[c]۸۳/۰	[b]۳۳/۱	[a]۱۸/۲	A۴۵/۱
۲۰۰۰	[f]۷۴/۰	[d]۹۶/۰	[c]۱۶/۱	B۹۵/۰
میانگین	C۷۸/۰	B۱۴/۱	A۶۷/۱	
	نسبت Ca/Na ریشه			
۰	[d]۸۲/۱	[b]۸۹/۲	[a]۹۴/۳	A۸۹/۲
۲۰۰۰	[e]۴۲/۱	[c]۳۶/۲	[b]۸۳/۲	B۲۰/۲
میانگین	C۶۲/۱	B۶۲/۲	A۳۹/۳	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، تفاوت معني‌داری ندارند.

طالبی و همکاران (۱۳۸۸) با انجام پژوهشی بر روی پسته گزارش کردند، با افزایش شوری از صفر به ۳۲۰۰ میلي‌گرم در کیلوگرم خاك، میانگین نسبت‌های K/Na و Ca/Na به‌ترتیب ۶۵ و ۴۴ درصد کاهش معني‌داری حاصل کرد. آذری و همکاران (۱۳۹۱) نیز در مطالعه‌ای بر روی دو رقم کلزا به نتایج مشابهی دست یافتند. این محققین گزارش کردند، فراوانی یون سدیم در شرایط تنش شوری و جایگزین شدن آن با یون پتاسیم در سطح کلوئیدها و فاز محلول خاك و در نتیجه جذب بیشتر آن توسط ریشه، سبب افزایش غلظت آن و کاهش نسبت پتاسیم به سدیم در بافت‌های گیاهی می‌شود. از آن‌جایی‌که سیتوکینین‌ها در آوند آبکش از اندام‌های هوایی به ریشه‌ها منتقل می‌شوند (Arshad and Frankenberger, ۱۹۹۸)، بنابراین مقداری از بنزیل‌آدنین از طریق آوندهای آبکش به ریشه‌ها انتقال یافته و از طریق تشکیل و گسترش ریشه‌ها (Okay *et al*., ۲۰۱۱) و هم از طریق ایجاد يك قدرت مقصد قوی که سبب انتقال یون‌ها و کربوهیدارت‌ها بهسمت سلول مي‌گردد (Ghorbani Javid *et al*., ۲۰۱۱) توانسته جذب پتاسیم و کلسیم توسط ریشه‌ها را هم در شرایط شور و هم غیر شور افزایش داده و پتاسیم و کلسیم بیشتری را به اندام هوایی نیز انتقال دهد. هم‌چنین با توجه به این‌که سیتوکینین‌ها بر روی نفوذپذیری غشاء سلول نسبت به یون‌های یک و دوظرفیتی نقش دارند (Ghorbani Javid *et al*., ۲۰۱۱)، احتمالاً بنزیل‌آدنین از این طریق از ورود یون‌های سدیم به سلول‌های ریشه جلوگیری کرده و در نتیجه باعث کاهش غلظت سدیم در ریشه شده و متعاقب آن سدیم کمتری نیز به اندام هوایی منتقل شده است. بنابر احتمالات ذکرشده، در این پژوهش بنزیل‌آدنین هم در شرایط شور و هم غیر شور توانسته نسبت‌های K/Na و Ca/Na را در اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته افزایش دهد.

منابع

آذری، آ.، مدرس‌ثانوی، س. ع. م.، عسکری، ح.، قناتی، ف.، ناجی، ا. م. و علی‌زاده، ب. ۱۳۹۱. اثر تنش شوری بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دو گونه کلزا و شلغم روغنی (*Brassica napus* and *B. rapa*) مجله علوم زراعی ایران، جلد چهاردهم، شماره ۲، صفحه‌های ۱۲۱ تا ۱۳۵.

طالبی، م.، مظفری، و. و تاج‌آبادي‌پور، ا. ۱۳۸۸. پاسخ دانهال‌های پسته رقم قزوینی (*Pistacia vera* cv. Ghazvini) به سطوح مختلف روی و کلریدسدیم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاك و آب)، جلد بیست و سوم،شماره ۲، صفحه‌های ۱۴۹ تا ۱۶۱.

Arshad M. and Frankenberger, J.W.T. ۱۹۹۸. Plant growth regulating substances in the rhizosphere: microbial production and function. Advances in Agronomy, ۶۲: ۴۵-۱۵۱.

Ashraf M. and McNeilly T. ۱۹۹۰. Responses of four Brassica species to sodium chloride. Environmental and Experimental Botany, ۳۰: ۴۷۵-۴۸۷.
Barciszewski J., Siboska G., Rattan S.I.S. and Clark B.F.C. ۲۰۰۰. Occurrence, biosynthesis and properties of kinetin (N۶-furfuryladenine). Plant Growth Regulation, ۳۲: ۲۵۷-۲۶۵.
Costa M.L., Civello P.M., Chaves A.R. and Martinez G.A. ۲۰۰۵. Effect of ethephon and ۶-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzyme and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleraceae* L.) at ۲۰ ℃. Postharvest Biology and Technology, ۳۵: ۱۹۱-۱۹۹.
Ghorbani Javid M., Sorooshzadeh A., Moradi F. and Modarres Sanavy S.A.M. ۲۰۱۱. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Australian Journal of Crop Science, ۵(۶): ۷۲۶-۷۳۴.
Khavari-nejad R.A. and Chaparzadeh N. ۱۹۹۸. The effects of NaCl and $CaCl_2$ on photosynthesis and growth of alfalfa plants. Photosynthetica, ۳۵: ۴۶۱-۴۶۶.
Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. London.
Mok D.W. and Mok M.C. ۲۰۰۱. Cytokinin metabolism and action. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, ۵۲: ۸۹-۱۱۸.
Navarro J.M., Flores P., Consuelo G. and Martinez V. ۲۰۰۶. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. Food Chemistry, ۹۶: ۶۶-۷۳.
Okay Y., Gunes N.T. and Ilhami A. ۲۰۱۱. Free endogenous growth regulators in Pistachio (*Pistacia vera* L.). African Journal of Agricultural Research, ۶: ۱۱۶۱-۱۱۶۹.
Soad M.M.I., Lobna S.T. and Farahat M.M. ۲۰۱۰. Vegetative Growth and Chemical Constituents of Croton Plants as. Affected by Foliar Application of Benzyl adenine and Gibberellic. Journal of American Science, ۶(۷): ۱۲۶-۱۳۰.

Abstract

In order to evaluate the effect ofnitrogen and benzyl adenineon some physiologicalparametersandchemical composition of pistachio seedlings, cv. Badami Zarand under salt stress, a factorial experimentwas carried out in a completely randomized design with three replications.Treatments consisted of salinity (۰ and ۲۰۰۰ mg NaCl per kg soil), nitrogen (۰ and ۱۰۰ mg N kg^{-1} soil as NH_4No_3), and benzyl adenine hormone (۰, ۲۵۰ and ۵۰۰ mg l^{-1}). The results showed thatboth in salin and non saline conditions, application of benzyl adenine increasedchlorophyll a/bratiobut this increase was higher in non saline.Also with application of nitrogen and benzyl adenine together, carotenoids and phenol faced with increasingby ۷۸ and ۷۰ percent, respectively.Also, the results showed that withapplication of ۵۰۰ mg per liter benzyl adenine in salin conditions, K/Na ratio in shoots and rootsincreasedmore than ۲.۵ folds.Also Ca/Na faced with increasing.

آبیاریبیونجه با فاضلاب تصفیه شده شهر اراک

جواد قدبیک لو [۱]، محمدعلی خودشناس [۱]،مسعود دادیور [۲]
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، ۲- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

چکیده
استفاده از فاضلاب های تصفیه شده شهری و خانگی در امر آبیاری و تولید محصولات کشاورزی به عنوان منبعی جایگزین در شرایط کم آبی از دیر باز در بسیاری از کشورهای جهان رواج داشته است.این پژوهش در مزارع مجاور تصفیه خانه شهراراک اجرا شد آبیاری این مزرعه به مدت ۳ سال با فاضلاب تصفیه شده انجام شده بود.نمونه برداری از پساب در طی فصل رشد گیاه انجام گرفت. نتایج تجزیه پساب نشان میدهد که مقادیر بی کربنات،کلر و سدیم بیش از حد مجاز می باشدهرچند تجزیه نمونه گیاهییونجه تاثیر منفی ترکیباتیاد شده را نشان نمی دهد،با این حال لازم است تمهیدات لازم در این زمینه اندیشیده شود.

واژه‌های کلیدی:فاضلاب، یونجه، پساب

مقدمه
کمبود آب با کیفیت مناسب، حفظ و توسعه کشاورزی را در نواحی خشك محدود میسازد . از این رو، ناچاراً برای آبیاری از آب های نامتعارف از جمله پساب شهری استفاده می شود (قنبری ۱۳۸۵).
در ایالات متحده آمریکا ، قوانین مربوط به استفاده از پساب در آبیاری بیش از هر جای دیگردنیا مراعات گردیده و کاربرد پساب از قرن نوزده میلادی آغاز شده است(متکاف ۱۹۹۱).
در مطالعه یارن یارن کوپایی و همکاران(۱۳۷۹) آبیاری با فاضلاب تصفیه خانه شاهین شهر در مقایسه با آب چاه باعث افزایش عملکرد و کاهش درصد قند در گیاه چغندر قند شد که این اختلاف از لحاظ آماری معنی دار بود. همچنین اختلاف معنی داری در جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم ،کلسیم، سدیم، آهن، مس، روی، نیکل و کادمیوم در نمونه های گیاهی مشاهده نکردند.
سطح زیر کشت نباتات علوفه ای در استان مرکزی ۲۹۷۷۱هکتار با تولید ۵۰۶۱۰۷ تن می باشد. یونجه با سطح کشت ۲۴۰۵۲ هکتار اهمیت خاصی در بین نباتات علوفه ای دارد.(آمار نامه).

جدول ۱-میزان عناصر غذایی در برگ یونجه

N	P	K	Fe	Mn	Cu	Zn
درصد			میلی گرم در کیلوگرم			
۰/۵-	۷۰/۰-	۵/۳-	۲۵۰-			
۵/۴	۲۶/۰	۰/۲	۳۰	۱۰۰-۳۱	۲۵۰-۳۰	۷۰-۲۱

مواد و روشها
این بررسی در اراضی کشاورزی مجاور خط انتقال پساب به کویر میقان در حومه شهر اراک انجام شد. در این مزرعه در زمان مطالعه محصول یونجه کشت شده بود، و در ۳ سال گذشته برای آبیاری از پساب تصفیه خانه استفاده می کردند.
نمونه برداری از پساب تصفیه خانه در ۶ مرحله در بهار ۱۳۹۱ انجام شد. همچنین از محصول یونجه تحت آبیاری با پساب نمونه برداری شد. در گیاه یونجه تمام اندام هوایی تحت آزمایش قرار گرفت.آزمایش های انجام شده شامل تجزیه مقادیر کل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، مس، روی، کادمیم و سرب بود.

نتایج

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه پساب مورد استفاده در مزرعه

شماره نمونه	دسی زیمنس بر متر		میلی اکی والان بر لیتر								میلی گرم بر لیتر			میلی گرم بر لیتر							
	EC	pH	HCO_3^-	CO_3^{--}	Cl^-	PO_4^{-3}	SO_4^{--}	Na^+	K^+		$Ca^{++}+Mg^{++}$	NO_3^-	SAR	B	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd
۱	۳/۱	۱/۷	۰/۸	۰	۱/۴	۱/۰	۱/۲	۴/۷	۳۸/۰		۷/۶	۰/۱۱	۰/۴	۲۵/۰	ناچیز	ناچیز	ناچیز	۰۷/۰	ناچیز	ناچیز
۲	۲/۱	۱/۷	۶/۷	۰	۶/۴	۱/۰	۰/۲	۲/۷	۳۶/۰		۹/۶	۰/۱۲	۹/۳	۲۸/۰	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	۱۰/۰	ناچیز
۳	۲/۱	۴/۷	۲/۸	۰	۹/۴	۳/۰	۲/۱	۴/۷	۳۸/۰		۹/۶	۰/۱۱	۰/۴	۳۵/۰	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز
۴	۲/۱	۲/۷	۲/۸	۰	۵/۴	۵/۰	۴/۰	۷/۶	۴۱/۰		۵/۶	۰/۱۳۷	۷/۲	۲۵/۰	ناچیز	ناچیز	ناچیز	۰۵/۰	ناچیز	ناچیز
۵	۴/۱	۲/۷	۲/۹	۰	۷/۴	۴/۰	۱/۱	۱/۸	۳۶/۰		۷	۰/۱۰	۲/۴	۴۰/۰	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	۱۰/۰	ناچیز
۶	۲/۱	۹/۷	۴/۸	۰	۱/۵	۴/۰	۰/۱	۷/۷	۳۶/۰		۷/۶	۰/۱۰	۲/۴	۲۲/۰	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز

نتایج تجزیه پساب (جدول ۱) مشخص می شود مقادیر بی کربنات (۲/۹-۶/۷)، کلر(۱/۵- ۱/۴) و سدیم (۱/۸-۷/۶) برحسب میلی اکی والان در لیتر بیش از مقادیر توصیه شده می باشد.

کلر باعث کاهش غلظت نیترات در گیاه می شود این مهم بیشتر برای گیاهانی که به صورت تازه مصرف می شوند و زیادی کلر به عنوان عامل مسموم کننده مطرح است از اهمیت خاصی برخوردار است(میرزاوند ۱۳۸۴).

همچنین بر اساس Ec و SAR در طبقه بندی کیفی ، پساب در کلاس C_4S_1 قرار می گیرد ،که نشان دهنده محدودیت بیشتر از لحاظ شوری می باشد.

آثار نامطلوب بی کربنات بر گیاه ممکن است بطور غیر مستقیم و از طریق تاثیر بر خصوصیات فیزیکی خاك باشد. اگر مقدار بی کربنات در آب آبیاری نسبت به آنیونهای دیگر بیشتر گردد افزایش سدیم در خاك در دراز مدت باعث کاهش کیفیت خاك می شود ، زیرا بی کربنات با کلسیم موجود در محلول خاك رسوب می کند و با کاهش میزان کلسیم نسبت جذب سدیم افزایش می یابد. افزایش سدیم تبادلی باعث تخریب ساختمان و کاهش کیفیت از طریق پراکندگی ذرات خاك شده و خلل و فرج خاك را مسدود می نماید. در چنین خاکهایی انجام عملیات خاکورزی با دشواریهایی مواجه است(شهابی و ملکوتی ۱۳۸۱).

معمولیترین شکلهای نیتروژن در دسترس، نیترات و آمونیم هستند، اما حضور نیترات (NO_3-N)در آب آبیاری رایجتر است. غلظت نیتروژن نیتراتی در اغلب آبهای سطحی و زیرزمینی معمولا از ۵ میلی گرم بر لیتر کمتر است،در حالیکه نتایج تجزیه پساب نشان می دهد مقدار نیترات بین ۱۳-۱۰ میلی گرم بر لیتر میباشد(جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه نمونه گیاهی یونجه

شماره نمونه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	مس	روی	کادمیوم	سرب
		درصد		میلی گرم در کیلوگرم					
۱	۳/۸۴	۰/۲۱	۱/۹۳	۱۲۲/۴۰	۳۵/۴۲	۷/۲۹	۱۵/۶۳	ناچیز	۱/۶
۲	۳/۵۰	۰/۱۳	۱/۹۳	۱۵۶/۷۷	۳۵/۵۰	۵/۷۳	۲۰/۳۱	ناچیز	ناچیز
۳	۳/۷۹	۰/۱۸	۱/۰۴	۱۵۴/۶۹	۳۴/۹۰	۵/۷۳	۲۳/۹۶	ناچیز	ناچیز
۴	۳/۹۹	۰/۱۹	۱/۱۴	۱۴۳/۷۵	۲۸/۶۵	۳/۶۵	۱۷/۷۱	ناچیز	۱/۵
۵	۳/۱۱	۰/۲۴	۱/۸۱	۹۵/۸۳	۲۹/۶۹	۴/۱۷	۱۹/۲۷	ناچیز	۱/۰
۶	۲/۶۲	۰/۱۶	۰/۸۳	۱۴۳/۲۳	۴۴/۲۷	۵/۲۱	۲۴/۴۸	ناچیز	۱/۰

با توجه به بالا بودن مقادیر سدیم ، کلر ، بی کربنات و نیترات در پساب،لازم است نسبت به کاهش مقدار آلاینده های مذکور به حد مجاز اقدام شود. در این صورت چون پساب حاوی مقدار قابل توجه ای از عناصر غذایی از جمله فسفر،پتاسیم،آهن ومنگنز می باشد(جدول ۲)، می توان در کاهش یا حذف کودهای شیمیایی اقدام نمود.چون پساب حاوی مقادیر بالا از سدیم ،کلر و بی کربنات است بایستی در شیوه آبیاری دقت لازم مبذول گردد.

منابع

قنبری، ا.؛عابدی کوپایی، ج .؛ طایی سمیرمی، ج . ۱۳۸۵. اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده شهری روی عملکرد وکیفیت گندم و برخی ویژگی های خاک در منطقه سیستان. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰ (۴): ۷۳-۵۹.

یارن یارن کوپایی، م.؛ و همکاران. ۱۳۷۹. اثرات پساب و سیستم های آبیاری بر عملکرد چند محصول زراعی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Metcaff and Eddy Inc. ۱۹۹۱.Wastewater engineering.Treatment disposal, reuse.۳rd Ed. ISBN ۰-۰۷-۰۴۱۶۷۷-X.

Abstract

Use of urban domestic sewage and refined as a source of irrigation water in stress conditions, opened in the simplicity in many of the world's countries. This research was carried out in the field adjacent Arak refinery. TheFarm Irrigation was done with the purified sewage for ۳ years.Effluent sampling carried out during the plant growing season.Waste water analysis results indicated that the values of the chlorine and sodium bicarbonate, was permitted too much, although plant analysis does not showed the negative impact of the mentioned compounds, However the necessary measures in this regard need to be well thought out.

تاثیر دو اسید آلی مالیک و آگزالیک بر سینیتیک آزادسازی فسفر در ۲ خاک استان گلستان

راحله خم بر [۱]،اسماعیل دردی پور [۲]،فرهاد خرمالی [۲]،علی چراتی [۳]
۱-دانشجوی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی،۲- عضو هیئت علمی گروه خاک شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،۳-عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده
در این پژوهش تاثیر دو اسید آلی با وزن ملکولی کم(مالیک و اگزالیک) برآزاد سازی فسفر در دو خاک استان گلستان در ۵۰۴ ساعت بررسی شد. و بهترین معادله سینیتیکی جهت رها سازی فسفر انتخاب شد .نتایج این پژو هش نشان داد که رهاسازی فسفر در ابتدا سریع و سپس کاهش می یابد.بعد از گذشت ۵۰۴ ساعت مقدار فسفر آزاد شده در خاک ها از ۱۹۶.۰۳تا ۳۰۳.۷۴میلی گرم در کیلوگرم متغیر بود.اگزالیک اسید بدلیل pHپایین تر نسبت به مالیک اسید تاثیر بیشتری بر آزاد سازی فسفر داشت.معادله های مرتبه اول و تابع توانی به دلیل بالا بودن ضریب تشخیص و پایین بودن خطای استاندارد برآورد، می توانند در این خاک ها جهت توصیف سرعت آزاد شدن فسفر استفاده شوند.

واژه های کلیدی: فسفر،اسیداگزالیک،اسید مالیک

مقدمه
فسفر یکی از عناصر پر نیاز موجودات زنده است (ایلمرو همکاران ۱۹۹۲)که از نظر اهمیت غذایی در گیاهان پس از نیتروژن در درجه دوم قرار می گیرد. فسفر در خاک واکنش های گوناگونی مانند جذب سطحی،رسوب،تثبیت و رها سازی دارد.از جمله عوامل موثر بر واکنش های فسفر در خاک زمان می باشد. از فواید مطالعات سینیتیک رهاسازی فسفر این می باشد که نشان می دهد تمامی فسفر موجود در خاک ممکن است در زمان ژئولوژیکی به محلول خاک راه یابندولی همین مقدار فسفر در زمان محدودی مانند دوره رشد گیاه قادر به وارد شدن به محلول نمی باشد. بسیاری از خاک های ایران آهکی است و میزان کربنات کلسیم معادل در این خاک ها حتی تا بیش از ۶۵۰ گرم در کیلوگرم خاک نیز گزارش شده است. از طرف دیگر، کودهای فسفری در سطح وسیعی در این خاک ها استفاده میشوند که به افزایش فسفر در خاک به صورت ترکیبات گوناگون فسفر می انجامد(ادهمی وهمکاران ۲۰۰۶). اسید های آلی ترکیباتی با وزن ملکولی کم می باشند که شامل حداقل یک گروه کربوکسیل (R-COOH) می باشند و بدلیل نقش اصلی که در متابولیسم سلولی دارند در تمام ارگانیسم های زنده یافت می شوند(مارشنر،۱۹۹۵). ولی این تحقیق روی اسید های آلی با وزن ملکولی کم مانند اگزالات(Oxalate) و مالات(Malate)تاکید دارد. گروه کربوکسیل باعث ایجاد بارمنفی در اسید های آلی می شوند و بسته به تعداد گروه کربوکسیل،اسید های آلی شامل بار های منفی متفاوتی می باشند وبه همین دلیل قادر هستند با کاتیون های فلزی محلول تشکیل کمپلکس داده(معادله ۱) و یا جایگزین آنیون ها در خاک گردند(معادله ۲)(مارشنر,۱۹۹۵).

$$Malate^{2-}+ZnSo_4\ Zn\text{-}malate+So_4^{2-}\quad (۲)$$
$$+P\cdot_4^{3-}\ Citrate^{3-}+FePo_4\ Fe\text{-}Citrate \quad (۱)$$

بنابرین اسید های آلی در بسیاری از فرایند های خاک شامل حلالیت و جذب عناصر غذایی سمیت زدایی فلزی به ویژه آلومینیم(Al) و رشد و تکثیر میکروبی در محیط ریشه شرکت می کنند(جونز و همکاران،۱۹۹۴).

بیشتر مطالعات انجام شده درباره نقش اسید های آلی در ارتباط با عناصری مانند فسفر،آهن و آلومینیوم انجام شده است و تا بحال غالب این مطالعات با خاک های اسیدی بوده است(پهلمند ورکول، ۱۹۸۶) و تحقیقات کمتری در مورد رفتار اسید های آلی در خاک های آهکی انجام شده است..اتکینسون(اتکینسون و هکاران ۱۹۷۰)دو دلیل برای مطالعه سرعت واکنش های شیمیایی ارائه کرده است: پیش بینی اینکه واکنش ها با چه سرعتی به تعادل یا حالت شبه تعادل می رسند و پیش بینی سازوکار واکنش ها.معادله های سرعت هم چنین وسیله ای برای طبقه بندی واکنش ها به مرتبه های مختلف می باشند.معادلات سینیتیکی برازش شده در این پژوهش شامل: معادله مرتبه اول،پخشیدگی پارابولیکی،تابع نمایی،الویچ ساده شده استکه در جدول ۱نشان داده شده است.

جدول ۱- مدل‌های سینتیکی مورد استفاده در این مطالعه

مدل سینتیکی	پارامترها	معادله
(۱) شبه مرتبه اول	a=ln C. (mg P kg^{-1} at $t=t_{eq}$) و b(h^{-1})ثابت سرعت شبه مرتبه اول	
(۲) الوویچ ساده شده	a=۱/ ln( ) که در آن (mg P kg^{-1} s^{-1}) سرعت جذب اولیه و b=۱/ که در آن [(mg P kg^{-1})$^{-1}$] ثابت جذب است	
(۳) پخشیدگی پارابولیکی	a=C. (mgPkg^{-1} at $t=t_{eq}$) و b[(mg P kg^{-1})$^{-0.5}$] ثابت سرعت پخشیدگی است	
(۴) تابع توانی	a (mg Pkg^{-1}h^{-1})^{b} ثابت سرعت جذب اولیه و b (mg Pkg^{-1})$^{-1}$ ضریب	

سرعت جذب است

مواد و روش‌ها

آنالیز خاک

جهت انجام این پژوهش ۲نمونه خاک سطحی (۳۰-۰سانتیمتری) که از نظر فسفر قابل جذب و درصد رس متفاوت بودند از خاک های شرق استان گلستان به روش تصادفی انتخاب شدند.پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه نمونه ها در هوای آزاد خشک و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند.ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک ها شامل: بافت خاک با روش هیدرومتر(جی وبایود،۱۹۸۶)، pHدر گل اشباع با دستگاه pHمتر، Ec در عصاره اشباع توسط Ec متر ،ماده آلی به روش والکی بلک(نلسون و سامرز، ۱۹۸۲)،در ۳ تکرار تعیین شد.که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است.سینتیک آزادسازی فسفر به روش عصاره گیری متوالی با اسیدهای اگزالیک و مالیک (۱۰mM) انجام می شود. برای این منظور ۱گرم از هر خاک بهمراه ۲۰ میلی لیتر از عصاره گیرهای بالا و دو قطره کلروفرم برای توقف فعالیت میکروبی در لوله سانتریفیوژ ۵۰ میلی لیتری ریخته می‌شود. نمونه ها بمدت یک ساعت با ۲۰۰ دور در دقیقه تکان داده می شود سپس برای ۰.۵تا ۵۰۴ ساعت در انکوباتور قرار داده می شوند. پس از گذشت فواصل زمانی مشخص، نمونه ها به مدت یک ساعت تکان داده و به مدت ۱۵ دقیقه با ۵۰۰۰ دور در ثانیه سانتریفوژ می شود و سوسپانسیون صاف و محلول رویی جمع آوری می شود. سپس ۲۰ میلی لیتر محلول جدید اضافه و تکان دادن نمونه ها تکرار می شود و فسفر نمونه ها به روش رنگ سنجی اندازه گیری می شود. پس از پایان آزمایشات سینتیکی، معادله های سینتیکی مرتبه اول، معادله پخ ش پارابولیک، معادله تابع نمایی و معادله الوویچ را بر مقدار فسفات غیر تبادلی جذب و آزاد شده برازش و با توجه به ضریب تشخیص و اشتباه استاندارد برآورد، معادله یا معادلاتی که بیشترین ضریب تشخیص و کمترین اشتباه استاندارد برآورد را دارند انتخاب و ثابت های آنها محاسبه می گردد (ویولانت،۱۹۹۵).خطای استاندارد براورد با توجه به این فرمول محاسبه می ش ود: $SE=[(Pt-P.)^2/n-2]^{0.5}$،در این معادله P_t و $P_.$ به ترتیب نشان دهنده مقدار فسفر استخراج شده و برازش شده به وسیله مدل در زمان t و n تعداد نقاط آزمایشی است.هرچه خطای استاندارد براورد کمتر باشد بهتر است.

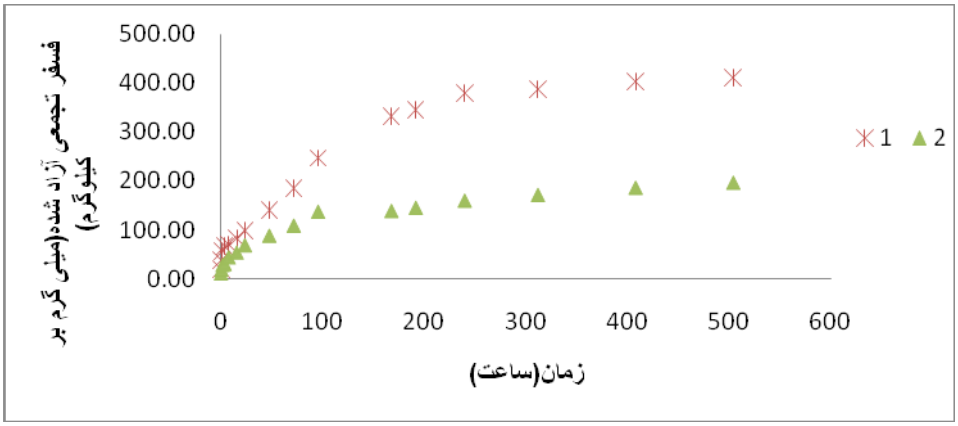
جدول۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد مطالعه

شماره خاک	کربن آلی (%)	EC (Ds/m)	pH	رس%	سیلت%	شن%	کلاس بافت خاک	کانی شناسی
۱	۱.۶۹	۱.۰۴۴	۷.۸۷	۳۵.۵	۳۶.۵	۲۸	کلی لوم	اسمکتایت
۲	۱.۱۳	۰.۷۴۴	۷.۹۴	۱۹.۵	۵۴.۲۵	۲۶.۲۵	سیلت لوم	ایلایت

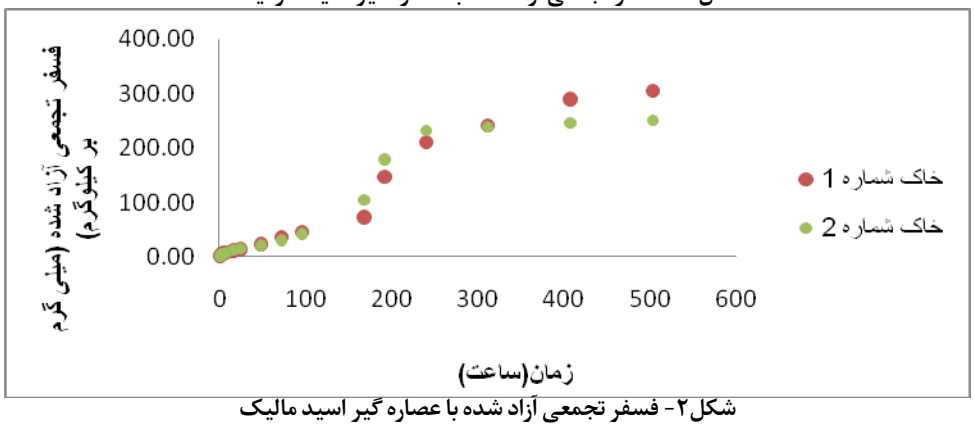
نتایج و بحث

برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است.همچنین مقدار فسفر استخراج شده در زمان های مختلف در هر دو عصاره گیر در جدول ۳ نشان داده شده است.جذب فسفر فرایندی است که فسفات محلول در اثر واکنش با ترکیبات آلی و معدنی خاک به شکل کمتر محلول تبدیل و در نتیجه فسفر قابل جذب گیاه کاهش می یابد(اختر و آلم، ۲۰۰۱).فسفر در خاک توسط اجزای مختلف خاک از جمله: کانی های رسی،کربنات کلسیم،اکسید های آهن و آلومینیوم و مواد آلی،تثبیت شده و از دسترس گیاه خارج می شود.تثبیت فسفر بستگی به سرعتی دارد که فسفر محلول می تواند به شکل های تثبیت شده تبدیل شود.الگوی آزاد شدن فسفر به عنوان تابعی از زمان برای عصاره گیر اسید اگزالیک و مالیک به ترتیب در شکل های ۱و ۲نشان داده شده است.با توجه به این جدول ها سرعت جذب فسفر در هر دو عصاره گیر در ابتدا سریع است و سپس کاهش یافته و به مقدار ثابتی می رسد.آگینین و تیسن(۱۹۹۵)در مطالعه خود دریافتند که جذب فسفر در ابتدا سریع و سپس کاهش و بعد از ۵۰ روز جذب فسفر به حالت پایداری رسید.همچنین بارو(۵طهماسبی)نیز در بررسی های خود نشان داد که جذب فسفر از ۱ الی ۳ روز شدیدا افزایش اما از ۳ تا ۹۱ روز تغییرات چندانی نداده است.اختلاف مقادیر عصاره گیری شده توسط دو عصاره گیر مربوط به سازو کار ها ی متفاوت در استخراج فسفر توسط این دو روش عصاره گیری می باشد.کمپلکس کردن در استخراج فسفر از خاک به وسیله اسید های آلی نقش دارد.برای تشریح سرعت رها سازی فسفر از ۴ مدل سینیتیکی استفاده شد(جدول ۱).ضرایب تشخیص و خطای استاندارد برآورد معادله های سینیتیکی در توصیف سرعت رها سازی فسفر توسط دو عصاره گیر اسید اگزالیک و اسید مالیک در جدول های ۴و ۵آورده شده است.معادله یا معادله هایی که ضریب تشخیص بالا و خطای استاندارد برآورد پایینی دارندبه عنوان معادله یا معادله هایی که سرعت آزاد شدن فسفر را بهتر توصیف می کنند انتخ اب شدند.با توجه به نتایج، معادله های مرتبه اول و تابع توانی به دلیل بالا بودن ضریب تشخیص و پایین بودن خطای استاندارد برآورد، می توانند در این خاک ها جهت توصیف سرعت آزاد شدن فسفر استفاده شوند.کاربرد معادله تابع نمایی در برازش واجذبی فسفر موفقیت آمیز بود.این مدل در مطالعه مک داول و شارپلی و راون و هوسنر واجذبی فسفر با زمان را با موفقیت تشریح کرده است(مسداول و شارپلی، ۲۰۰۳).بیابانکی و حسین پور(۱۳۸۶)نیز در مطالعات خود گزارش کردند که معادله مرتبه اول سرعت آزاد سازی فسفر را با

موفقیت تشریح کرده است.تاثیر اسید اگزالیک بر سرعت آزاد سازی فسفر بیشتر از اسید مالیک بود(تقی پور و جلالی،۲۰۱۳).بلـون و همکاران(۱۹۹۴) نشان دادند که اسید های آلی فسفر قابل استفاده را از طریق کاهش جذب سطحی فسفر افزایش می دهند.تاثیر تعداد گروه های کربوکسیل بر فسفر قابل استفاده اینگونه است که تری کربوکسیل بیشتر از دی کربوکسیل (اگزالیـک و مالیـک)و آن هم بیشتر از مونوکربوکسیل می باشد.نتایج نشان می دهد که در اسید هایی با تعداد گروه های کربوکسیل مسـاوی نیـز ،تـاثیر بـر آزاد سازی فسفر متفاوت است مانند اگزالیک و مالیک.تاثیر بیشتر اسید اگزالیک بر آزاد سازی فسفر می تواند مربوط به اسیدیته قویتر آن باشد.اگزالیک اسید pHپاینتری(۲.۶)نسبت به مالیک اسید(۳.۷) دارد.بعد از آزاد سازی فسفر بوسیله اسـید هـای آلـی pHدر محلـول خاک کاهش می یابد. وو و همکاران (۲۰۰۳).گزارش کردند که اسید های آلی بر pHمحلول خاک تاثیر داشته است.



شکل ۱- فسفر تجمعی آزاد شده با عصاره گیر اسید اگزالیک



شکل۲- فسفر تجمعی آزاد شده با عصاره گیر اسید مالیک

جدول ۳- مقدار تجمعی فسفر آزاد شده (میلی گرم در کیلو گرم)با استفاده از عصاره گیر های اسید اگزالیک و اسید مالیک

عصاره گیر	اگزالیک اسید		مالیک اسید	
شماره خاک	۱	۲	۱	۲
ساعت				
۰.۵	۱۹.۵	۱۰.۲۰	۱.۰۳	۱.۰۳
۱	۳۸.۱۴	۱۸.۱۳	۲.۲۱	۲.۲۱
۲	۵۶.۸۸	۲۷.۴۸	۳.۹۷	۳.۹۷
۴	۶۶.۹۰	۲۹.۶۲	۵.۹۵	۶.۰۸
۸	۷۱.۶۴	۴۳.۱۵	۷.۰۱	۸.۴۸
۱۶	۸۳.۷۱	۵۳.۰۲	۱۰.۸۶	۱۲.۳۲
۲۴	۹۹.۴۱	۶۷.۸۰	۱۳.۵۷	۱۴.۳۹
۴۸	۱۴۰.۶۵	۸۷.۴۴	۲۳.۱۴	۲۰.۷۷
۷۲	۱۸۵.۲۴	۱۰۸.۱۷	۳۶.۴۵	۳۰.۱۳
۹۶	۲۴۵.۹۹	۱۳۶.۶۵	۴۵.۱۹	۴۲.۳۲
۱۶۸	۳۳۱.۳۶	۱۳۸.۲۹	۷۲.۶۱	۱۰۴.۸۷
۱۹۲	۳۴۴.۴۹	۱۴۴.۶۰	۱۴۷.۱۴	۱۷۹.۶۸
۲۴۰	۳۷۷.۶۵	۱۵۹.۵۱	۲۱۰.۵۹	۲۳۳.۰۸
۳۱۲	۳۸۶.۰۵	۱۷۱.۱۱	۲۴۰.۰۵	۲۴۰.۰۵
۴۰۸	۴۰۱.۱۱	۱۸۵.۶۲	۲۸۸.۸۷	۲۸۸.۸۷
۵۰۴	۴۱۰.۲۴	۱۹۶.۰۳	۳۰۳.۷۴	۳۰۳.۷۴

جدول۴- ضریب تشخیص (R^2) و خطای استاندارد تخمین (SE) معادلات مختلف مورد استفاده در توصیف فسفر آزاد شده در محلول اسید اگزالیک ۱۰ میلی مولار

شماره	مرتبه اول		الوویچ ساده شده		انتشار پارابولیکی		تابع توانی	
	R^2	SE	R^2	SE	R^2	SE	R^2	SE
۱	۰.۹۹۴	۰.۱۰	۰.۸۶۷	۵۷.۲۴	۰.۹۵۹	۳۱.۱۱	۰.۹۷۲	۰.۱۶
۲	۰.۹۷۳	۰.۱۶	۰.۹۳۱	۱۷.۳۷	۰.۹۶۳	۱۲.۷۵	۰.۹۸۵	۰.۱۱

جدول۵- ضریب تشخیص (R^2) و خطای استاندارد تخمین (SE) معادلات مختلف مورد استفاده در توصیف فسفر آزاد شده در محلول اسید مالیک ۱۰ میلی مولار

شماره	مرتبه اول		الوویچ ساده شده		انتشار پارابولیکی		تابع توانی	
	R^2	SE	R^2	SE	R^2	SE	R^2	SE
۱	۰.۸۷۸	۰.۳۰۷	۰.۷۹۳	۱۳۸.۳	۰.۹۰	۳۶.۲۰	۰.۹۶۲	۰.۳۶۸
۲	۰.۹۱۹	۰.۴۰۰	۰.۶۵۲	۶۳.۲۵	۰.۸۹۸	۳۴.۱۲	۰.۹۵۰	۰.۳۶۹

منابع
مقاله‌ی مندرج در مجله‌های علمی

بیابانکی ف. و حسین پور ع.ر. ۱۳۸۶. سینیتیک آزاد شدن فسفر و همبستگی ضرایب مدل های سینیتیک با برخی ویژگی های خاک و شاخص های گیاهی در تعدادی از خاک های همدان.علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،۱۱: ۴۹۱-۵۰۳.

Adhami, E., Maftoun, M., Ronaghi, A., Karimian, N., Yasrebi, J., and Asad, MT. (۲۰۰۶). Inorganic phosphorus fractionation of highly calcareous soil of Iran, Communication of highly calcareous soil of Iran, Communication in soil Science and Plant Analysis, ۳۷, ۱۸۷۷-۱۸۸۸.

Agbenin, J. O. and H. Tiessen. ۱۹۹۵. Phosphorus sorption at field capacity and soil ionic strength: Kinetics and transformation., Soil Sci. Soc. Amer. J. ۵۹: ۹۹۸-۱۰۰۵.

Akhtar, M. and S.M. Alam. ۲۰۰۱. Effect of Incubation periode on phosphate sorption from two P sources. Bio. Sci. ۳: ۱۲۴-۱۲۵

Atkinson, R.J., F.J. Hingston, A.M. Posner and J.P. Quirk. ۱۹۷۰. Elovich equation for the kinetics of isotope exchange reaction at solid-liquid interfaces. Nature ۲۲۶: ۱۴۸-۱۴۹.

Barrow, N.J. ۱۹۷۹.The effects of temperature on the reactions between inorganic phosphate and soil. J. Soil Sci.۳۰ :۲۷۱-۲۷۹.
Bolan, N. S., Naidu, R., Mahimairaja, S., & Baskaran, S.(۱۹۹۴). Influence of Low-molecular-weight organic acid on the solubilizationof phosphates. Biology and fertility of Soil, ۱۸: ۳۱۱-۳۱۹.
Gee G.H., and Bauder J. W. ۱۹۸۶. Particle size analisis. P. ۳۸۳-۴۰۹. In A. Klute (ed.) Methode of Soil Analisis. Parte ۲ physical properties. SSSA, Madison, WI.
Illmer, p. and F. Schinner. ۱۹۹۲. Solubilization of inorganic phosphates by microorganisms isolated from forest soil.Soil. Soc. Amer.J. ۴۷:۳۹-۴۵.
Jones, D. L., P. R. Darrah, and L. V. Kochian. (۱۹۹۶). Critical-evaluation of organicacid mediated iron dissolution in the rhizosophere and its potential role in root iron uptake. Plant and Soil, ۱۸۰ : ۵۷-۶۶.
Raven, K. P. and L. R. Hosner. ۱۹۹۴. Soil phosphorus desorption kinetics and its relationship with plant grpwth soil sci. Soc. Am. J. ۵۸: ۴۱۶-۴۲۳.
McDowell, R. W. and A. N. Sharpley. ۲۰۰۳. Phosphorus solubility and release kinetics as a function of soil test P concentration. Geoderma ۱۱۲: ۱۴۳-۱۵۴.
Pohlman, A. A. and J. G. McColl. (۱۹۸۶). Kinetics of metal dissolution from forest soils by soluble organic acids. J. Environ. Qual., ۱۵: ۸۶-۹۲.
Shahabinejad H. ۲۰۱۳. Assessing the residual effects of fire on water infiltration, soil erodibility and shear strength in Fereydan rangelands. MSC thesis for Soil Science, Faculty
of Agriculture, Isfahan University of Technology.
Taghipour, M., & Jalali, M. (۲۰۱۳). Effect of low-molecular-weight organic acids on kinetics release and fraction of phosphorus in some calcareous soils of western Iran. Environ Monit Assess, ۱۸۵: ۵۴۷۱-۵۴۸۲.
Wu, L. H., Luo, y. M., Christie, P., & Wong, M. H. (۲۰۰۳). Effects of EDTA and low molecular weight organic acids on soil solution properties of a heavy metal polluted soil. Chemosphere, ۵۰, ۸۱۹-۸۲۲.
Violante, A. and L. Gianfreda. ۱۹۹۵. Adsorption of phosphate on variable charge mineral: competitive effect oforganic ligands. PP. ۲۹- ۳۸. *In*: Huang, P.M. and Berthelin J. *et al*. -(Eds.), Environmental Impact of SoilComponent Interactions vol. ۲. Boca Roton, Florida: CRC Press.
Marschner, h. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London.
Nelson D.W., and Sommers L.E. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. ۵۳۹-۵۷۷. *In* A.L. ..Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part ۲. ۲nd ed. Agron. Monogr. ۹. ASA, Madison, WI. USA

Abstract

this study, we examined the effect of low-molecular- weight organic acids (malic and oxalic acids) on P release of two soil in golestan province,for ۵۰۴ hours and choice the best kinetic equation for the release phosphorus. The resultsshowed thatphosphorus releasein thefirstfast andthenreduced. After over ۵۰۴ hours of release phosphorus in soils ranged from ۱۹۶.۰۳ to ۳۰۳.۷۴ mg per kg..Oxalicacidbecause oflow pHthanmalic acidhada greater impact onthe release ofphosphorus. . The equation of the first order and power function due to its high detection rates and low standard error of the estimate, the soil can be used to describe the P release rate.

مطالعه تاثیر عوامل پدوژنیکی درخشکیدگی سرشاخه‌ها و مرگ درختان پسته در مه‌ولات خراسان‌رضوی

محمد قاسم زاده گنجه‌ای [۱]، علیرضا کریمی [۲]، علی زین الدینی [۳]، رضا خراسانی [۲]
۱-دانشجوی دکتری گروه علوم خاك دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی مرکزتحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب،

چکیده
منطقه فیض‌آباد مه ولات یکی از مناطق مهم و عمده پسته کاری استان خراسان رضوی بوده که در حاشیه پلایای بجستان قرار دارد و با سطح زیر کشت حدود ۳۵۰۰۰ هکتار باغ پسته بیشترین مساحت باغات پسته استان را به خود اختصاص می دهد. در سالیان اخیر گزارش هایی از کاهش رشد و خشکیدگی سرشاخه ها و مرگ درختان پسته در این منطقه گزارش شده است. به منظور بررسی علل سرخشکیدگی درختان پسته، سه باغ با وسعت هر کدام حدود ۲۰ هکتار با سن یکسان حدود ۲۰ سال در سه واحد فیزیوگرافی انتهای آلوویال فن، دشت دامنه ای، و دشت سیلابی در حاشیه پلایای بجستان انتخاب گردید و با حفر ۳ خاکرخ در هر باغ و تشریح آن، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه های خاک‌ها مورد بررسی قرار گرفت. پایه‌های مورد استفاده در این باغ ها عمدتا فندقی، سفید فیض آباد و اکبر آقایی بود. مشاهدات صحرایی و بررسی نتایج آزمایشگاهی نشان داد که باغی که در انتهای آلوویال فن قرار داشت، فاقد تکامل پروفیلی بوده و به علت وجود یک سخت لایه در عمق ۷۰-۳۰ سانتیمتری، خاک دارای عمق کمی بوده و گسترش سیستم ریشه ای متوقف گردیده است. همچنین از نظر حاصلخیزی، خاک فقیر بوده و سرخشکیدگی در آن کاملا مشهود است. در باغ دو که در دشت دامنه ای واقع بود، خاک‌ها دارای تکامل پروفیلی بوده و عمیق می باشند. خاکرخ های این منطقه بدون سنگریزه بوده و سرخشکیدگی درختان به ندرت در آن مشاهده می‌شود. در باغ سه که در دشت سیلابی واقع بود به علت زیاد بودن شوری آب آبیاری مورد استفاده که حدود ۱۲ دسی زیمنس بر متر است و بالا بودن شوری خاک در منطقه توسعه ریشه در عمق ۱ متری تا حدود ۳۰ دسی زیمنس بر متر، سرشاخه های درختان پسته خشک و باغات پسته با کاهش عملکرد مواجه می باشند. بررسی‌ها نشان داد که خشکیدگی و مرگ درختان پسته رقم فندقی بیشتر از سایر ارقام بوده و ارقام اکبر آقایی و سفید فیض آباد کمتر صدمه دیده اند.

کلمات کلیدی: پدوژنیک، سرخشکیدگی، پسته، مه ولات

مقدمه
پسته یکی از مهمترین محصولات باغی ایران است که علاوه بر مصارف داخلی یکی از اقلام عمده کشاورزی در مسیر صادرات غیرنفتی ایران است. منطقه فیض آباد مه‌ولات که در جنوب و جنوب غرب استان خراسان رضوی واقع گردیده باتوجه به شرایط اقلیم، یکی از مناطق مناسب کشت پسته محسوب می شود. سطح زیر کشت پسته دراین منطقه ۳۵۰۰۰هکتار می باشدکه ۶۲ درصدآن رادرختان بارور و ۳۲ درصد درختان غیربارور تشکیل مي‌دهند. (۲). در سالهای اخیر موارد زیادی از کاهش رشد ، حاشیه سوختگی و خشکیدگی سرشاخه های درختان پسته در زمان رسیدن به دوره باروری از مناطق مختلف استان از جمله فیض آباد گزارش شده است(۶). متاسفانه اطلاعات موجود در مورد این این عارضه چندان زیاد نیست و بررسی های محدودی در این زمینه صورت گرفته است که در اواخر اردیبهشت و همراه با گرم شدن هوا، عوارض اولیه در درختان با زرد شدن و سپس خشکیدگی لبه های برگ آغاز شده که با شدت یافتن گرما و تبخیر و تعرق، زردی و خشکیدگی در سطح پهنک برگ گسترش می‌یابد و منجر به خزان زودرس برگ‌ها میشود. در سال دوم پس از جوانه زنی و ظهور برگ‌ها، بار دیگر عوارض یاد شده با شدت بیشتری بروز میکند و بالاخره در سال سوم در تداوم آن درختان خشک میگردند. علیزاده و همکاران (۱۳۷۸) ، در رفسنجان و اشکان و ابوسعید (۱۳۷۳) در کرمان، شوری خاک، پتانسیل کم آب و خاک همراه با تاثیر سوء بعضی از یون‌ها نظیر کلر، بی‌کربنات ، بور، سدیم و همچنین عدم تعادل صحیح میان غلظت عناصر غذایی را عوامل اصلی بروز عارضه خشکیدگی سرشاخه‌های درختان پسته ذکر کرده اند . محمدزاده (۲۰۰۶)، در بررسی عارضه خشکیدگی سرشاخه ها و برگ درختان پسته در بیمرغ گناباد مشخص نمود که نامتجانس بدون بافت خاک و وجود لایه شن ونیز سخت لایه درعمق خاك از جمله عوامل اصلی موثر بر عارضه است. وجود سخت لایه گسترش سیستم ریشه ای را متوقف و مانع نفوذ آب،ریشه و عناصر غذایی به اعماق خاک شده است. علاوه بر آن تجمع املاح در مجاورت ریشه (شوری زیاد) و فقر عناصر غذایی عارضه را شدت بخشیده است . مومنی و همکاران(۱۳۸۶)، در بررسی دیگر اظهار داشتند که رابطه مستقیمی بین مقدارپتاسیم K)) برگ و کاهش حاشیه سوختگی وجود دارد. ضمن اینکه افزایش عنصرهای سدیم(Na)وکلر(Cl)توانسته است حاشیه سوختگی را شدت بخشد. حاتمی و رجب زاده (۱۳۸۴) در فیض آباد(محولات) گزارش کرده اند که غلظت زیاد املاح در خاک و آب شامل بی‌کربنات ، کلر و بخصوص سدیم منجر به افزایش SAR و نیز افزایش نسبت Na/K و Na/Ca گردیده است و در نتیجه

جذب عناصر کم مصرف شامل روی(Zn)،آهن Fe))،مس (Cu) ومنگنز((Mn کاهش یافت که این کاهش جذب و نیز زیادی یوتهای سدیم و کلر از مهمترین عوامل موثر در بروز حاشیه سوختگی برگ و خشکیدگی نهال در مقایسه با شاهد بود. بررسی های مظفری و ملکوتی (۱۳۸۶) ، در باغ های پسته رفسنجان نشان داد که شرایط فیزیکوشیمیایی خاک نظیر شوری و کم آبی ، همچنین عدم تعادل بسیار زیاد بین نسبت های Na/K و مخصوصا Na/Ca در عصاره اشباع خاک سبب پایین آمدن عملکرد و مهیا شدن شرایط برای بوجود آوردن عارضه سرخشکیدگی درختان پسته می گردد و با افزایش شوری میانگین وزن خشک برگ ، ساقه و ریشه کاهش می‌یابد. مطالعه حاضر با هدف بررسی نقش عوامل پدوژنیک در کاهش رشد، خشکیدگی سر شاخه ها و مرگ درختان پسته در منطقه فیض آباد مه ولات با تکیه بر نقش عوامل خاک و آب در بروز این عارضه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظوربررسی عارضه سرخشکیدگی در درختان پسته با مشاوره و با کمك راهنمایی‌های کارشناسان مختلف کشاورزی بومی، منطقه‌ای با مساحت ۱۵ هزار هکتار در غرب و جنوب غرب شهر فیض آباد مه ولات در محدوده ۳۳ ۵۸ تا ۴۶ ۵۸ طول شرقی و ۵۸ ۳۴ تا ۱۰ ۳۵ عرض شمالی در تابستان سال ۱۳۹۲ جهت اجرای تحقیق انتخاب شد. از سه باغ پسته در سه واحد مختلف فیزیوگرافی منطقه فیض آباد مه ولات که عارضه حاشیه سوختگی برگ‌هاوکاهش رشد در آنها مشهود بود بازدید بعمل آمد. وسعت هر کدام از باغ‌ها حدود ۲۰ هکتار با سن یکسان حدود ۲۰ سال در واحدهای فیزیوگرافی انتهای آلوویال فن، دشت دامنه ای، و دشت سیلابی انتخاب گردید و با حفر ۳ خاکرخ تا عمق ۱۵۰ سانتیمتری در هر باغ و تشریح عمق و ضخامت لایه ها، بافت، تجمع آهک و املاح محلول، چگونگی توزیع سیستم ریشه ای خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه های خاک در هر خاکرخ، مورد بررسی قرار گرفت. سپس از هر لایه، نمونه برداری انجام گرفته و نمونه های خاک جهت انجام آزمایش های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال گردید. همچنین پس از بررسی وضعیت ظاهری درختان، نمونه های مرکب برگ شاخه های غیربارور از درختان آسیب دیده تهیه و جهت آنالیز به آزمایشگاه بخش خاک و آب ارسال شد. در آزمایشگاه بر روی نمونه برگ‌های برداشت شده آزمایش های لازم جهت تعیین وضعیت عناصر غذایی نیتروژن ، فسفر ، پتاسیم ، سدیم ، کلسیم ، منیزیم ، کلر، آهن، منگنز، روی، مس و بر انجام شد . پایه های مورد استفاده در این باغ ها عمدتا فندقی، سفید فیض آباد و اکبر آقایی بود.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج سه خاکرخ شاهد مورد مطالعه در باغ‌های پسته در سه واحد مختلف فیزیوگرافی را نشان می‌دهد. نتایج آزمایشگاهی نشان داد که باغی که در انتهای آلوویال فن قرار داشت، دارای حدود ۲۰تا ۳۰ درصد سنگریزه سطحی و در عمق ۳۰ سانتیمتری بیش از ۷۵ درصد سنگریزه ریز و درشت میباشد.این خاکرخ فاقد تکامل پروفیلی بوده و به علت وجود یک سخت لایه در عمق ۷۰-۳۰ سانتیمتری، خاک دارای عمق کمی بوده، بافت خاک متوسط و گسترش سیستم ریشه ای متوقف گردیده است. همچنین از نظر حاصلخیزی، خاک و سرخشکیدگی در آن کاملا مشهود است(خاکرخ ۱). با توجه به شرایط اقلیمی ، ظرفیت نگهداری آب در خاک که حاصل سبکی بافت و عمق کم خاک میباشد، از جمله عوامل اصلی بروز تشدید عارضه خشکی سرشاخه ها و مرگ درختان در این واحد است. در باغ دو که در دشت دامنه ای واقع بود، خاک ها دارای تکامل پروفیلی بوده و عمیق می باشند. خاکرخ‌های این منطقه دارای آهک فراوان، بافت خاک متوسط، فاقد شوری و قلیاییت و بدون سنگریزه بوده و سرخشکیدگی درختان به ندرت در آن مشاهده گردید. این باغ دارای بیشترین عملکرد در واحد سطح بود. در باغ سه که در دشت سیلابی واقع بود به علت زیاد بودن شوری آب آبیاری مورد استفاده که حدود ۱۲ دسی زیمنس بر متر است و بالا بودن شوری خاک در منطقه توسعه ریشه در عمق ۱ متری تا حدود ۳۰ دسی زیمنس بر متر، سرشاخه‌های درختان پسته خشک و باغات پسته با کاهش عملکرد مواجه می باشند. علت بیشترین میزان شوری در سطح را میتوان به حرکت مویینه آب شور و افزایش نمک‌ها به سطح خاک در اثرسیلاب‌های موقتی و نیز تبخیر آب زیرزمینی شور در سطح نسبت داد. شوری و نسبت جذب سدیم (SAR) لایه های خاک درخاکرخ‌های های حفر شده در این باغ‌ها نشان می دهد که خاک‌ها شور و سدیمی بوده و درصد مواد آلی آنها ناچیز می باشد. مقدار عناصر ماکرو ومیکرو (به استثنای بر) خاک پایین تر از حد کفایت است که نشان دهنده فقر شدید عناصر غذایی در خاک می باشد. یون‌های سدیم و کلر یون‌های غالب در نیمرخ خاک می باشند و سمیت حاصل از فراوانی حضور آنها یکی از علل مهم بروز عارضه حاشیه سوختگی و کاهش رشد در درختان پسته است وگرما و شدت تبخیر و تعرق حاکم در طول دوره رشد گیاه باعث تشدید آن شده است. از عوامل دیگر دخیل در بروز عارضه سرخشکیدگی در باغ شماره ۳، تراکم بیش از حد بهینه درختان پسته در باغ‌ها می باشد. به‌طور معمول تراکم درختان موجود در باغ هاحدود ۱۰۰۰ اصله در هکتار یعنی دو برابر رقم مورد نیاز است. این تعداد درخت اضافی باعث افزایش شدت تبخیر و تعرق شده و درختان را در معرض تنش خشکی قرار داده است. باغ شماره سه از نظر مدیریت تغذیه ای وضعیت مناسبی نداشته و فقط از کودهای شیمیایی نیتروژنه و فسفره استفاده می شود و مصرف کود پتاسیمی (ظاهرا بعلت کمیابی) چندان رایج نیست، درحالی که باتوجه به وضعیت آب و خاک در این واحد، مصرف کودهای پتاسیمی می‌تواند باعث تخفیف عوارض سوء ناشی از شوری و سدیمی بودن خاک و آب گردد.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ‌های شاهد

افق	عمق	رس	سیلت	شن	سنگریزه	بافت	pH	EC (dSm^{-1})	Mg	Ca	Na	گچ	TNV	O.	SAR

خاکرخ شماره ۱															
A	۳۰-۰	۱۷	۳۱	۵۲	۱۰	L	۷.۶	۱.۳۲	۱۱۰۵	۲۴	۲۰.۵	-	۱۴.۲	۰.۲۱	۴.۸۶
۲C	۷۰-۳۰	۱۰	۲۹	۶۱	۶۰	LS	۷.۹	۲.۱۷	۱۵	۱۷	۲۲.۵	-	۱۸.۰	۰.۰۹	۵.۶۲
۳Btk	۱۰۰-۷۰	۱۹	۲۴	۵۷	۳۰	SiL	۷.۸	۱.۸۹	۱۹	۲۷	۲۶	-	۱۹.۴	۰.۰۸	۵.۴۲
۴C	۱۵۰-۱۰۰	۱۰	۱۹	۷۱	۷۰	LS	۷.۷	۱.۱۱	۲۲.۵	۲۶	۳۱.۵	-	۱۶.۲	۰.۰۹	۶.۴۳
خاکرخ شماره ۲															
A	۳۵-۰	۱۹	۳۵	۴۶	-	L	۸.۲	۰.۸۸	۳۴	۴۰	۶۸	-	۲۳.۰	۰.۴۱	۱۱.۱۸
Bk۱	۵۵-۳۵	۲۰	۴۰	۴۰	-	L	۷.۹	۲.۸۸	۱۹	۱۹	۵۵.۵	-	۲۲.۲	۰.۳۷	۱۲.۹۸
Bk۲	۸۰-۵۵	۲۱	۳۲	۴۷	-	SL	۷.۸	۳.۵۵	۲۵	۲۳	۵۹	-	۲۴.۹	۰.۱۹	۱۲.۲۹
C	۱۵۰-۸۰	۲۲	۳۷	۴۱	-	L	۷.۷	۴.۷۹	۲۵	۳۶	۶۳.۳	-	۲۵.۱	۰.۱۵	۱۱.۴۷
خاکرخ شماره۳															
A	۳۰-۰	۲۰	۲۹	۵۱	-	SL	۸.۱	۳۱.۷۱	۲۸	۴۶	۱۲۶	۲.۵۴	۱۵.۴	۰.۵۶	۲۰.۷۶
Bz۱	۷۰-۳۰	۲۴	۳۱	۴۵	-	L	۸.۰	۲۹.۵۵	۲۱	۲۶	۷۸.۸	۱.۱۷	۱۵.۷	۰.۳۳	۱۶.۲۸
Bz۲	۱۵۰-۷۰	۲۳	۳۳	۴۴	-	SL	۷.۹	۲۶.۱۲	۲۰	۲۷	۶۳.۳	۰.۶۵	۱۶.۰	۰.۱۰	۱۳.۰۷

همچنین، نتایج آزمایشات خاک‌ها نشان میدهد که تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی با تغییر موقعیت لندفرم‌ها در ارتباط می‌باشد. خاک‌های تشکیل شده بر روی دشت دامنه ای، دارای بافت متوسط تا سنگین بوده و قابلیت هدایت الکتریکی در این خاکها با افزایش عمق افزایش یا کاهش می‌یابد. تغییرات در قطر ذرات خاک نیز بسیار معنی دار می‌باشد، به این صورت که بیشترین میزان درصد رس در منطقه درکم ارتفاع ترین نقطه شامل دشت دامنه ای و دشت سیلابی می‌باشد. خاک‌های تشکیل شده در دشت سیلابی، دارای بیشترین میزان شوری و نسبت جذب سدیم می‌باشند. تغییرات SAR در طول ترانسکت روندی شبیه به آنچه EC دارد از خود نشان داد. میزان سنگریزه روند کاملا متفاوتی داشته و هر چه از بالا و شمال منطقه به جنوب نزدیک میشویم از میزان سنگریزه کاسته شده و در دشت دامنه ای و سطوح کفه نمکی و رسی در دشت سیلابی به صفر می‌رسد. بافت خاک از سمت آلوویال فن به طرف دشت سیلابی، سنگین تر شده و بر میزان شوری خاک نیز افزوده می‌شود. میزان آهک در افق‌های سطحی برخی از خاکرخ‌ها به دلیل افزایش در اثر هوادیدگی بیشتر بوده که با افزایش عمق ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد که علت کاهش در افق سطحی را میتوان به کمبود رطوبت جهت شستشوی آهک نسبت داد. افزایش آهک در عمق خاکرخ بیشتر به وجود مواد مادری آهکی در عمق نسبت داده شده است

نتایج تجزیه برگی نشان می دهد که درختان باغات ۱ و ۳ در وضعیت تغذیه ای مناسبی قرار ندارند ودر باغ ۳ به دلیل غلظت زیاد عناصر سدیم و کلر، موجب بروز سمیت در برگ‌ها شده و عارضه بافت مردگی (نکروز) حاشیه و متن برگ‌ها را موجب شده است. مقایسه برگ‌های آسیب دیده در باغات مختلف، نشان می‌دهد که باکم‌تر شدن غلظت پتاسیم و زیاد شدن غلظت سدیم و کلر در برگ خسارت وارده شده، شدت یافته است(جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه برگ باغات پسته

مشخصات	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	----------%----------							----------میلی گرم در کیلوگرم----------				
باغ ۱	۱/۱	۲/۰	۸/۰	۶/۰	۱/۱	۳/۰	۴/۰	۱۹۷	۲۱	۹	۸	۱۰۵

باغ ۲	۳/۲	۴/۰	۵/۱	۱/۰	۰/۱	۵/۰	۶/۰	۲۰۹	۲۷	۱۲	۱۱	۱۲۲
باغ ۳	۹۵/۰	۰۶/۰	۲/۰	۹/۰	۲/۱	۴/۰	۱/۱	۱۲۱	۱۹	۸	۷	۲۲۰

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌تواند راهنمای پرورش دهندگان پسته در مناطق مشابه و جلب توجه آنان به تناسب اراضی و شناخت عوامل محدود کننده خاکی جهت احداث باغ‌های پسته قرار گیرد.

منابع

۱-اشکان ، م. و ابوسعیدی، د.، ۱۳۷۳. بررسی بیماری خشکیدگی سرشاخه درختان پسته در استان کرمان. گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات پسته، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ایران . تهران.

۲- بی نام . ۱۳۹۰. آمارنامه محصولات باغی. دفتر فن آوری اطلاعات، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی.

۳-حاتمی ، م. رم.، و رجب زاده ، م. ۱۳۸۴. بررسی خشکیدگی نهال و حاشیه خشکی برگ درختان پسته در منطقه فیض آباد. خلاصه مقالات چهارمین کنگره علوم باغبانی ایران . مشهد. صفحه ۱۹۲.

۴-علیزاده ، ع.، علایی، ح. و ارشاد، ج. ۱۳۷۸ . بررسی سبب شناسی خشکیدگی سرشاخه های درختان پسته در رفسنجان . مجله علوم کشاورزی مدرس. دانشگاه تربیت مدرس دوره اول ، شماره دوم تهران .

۵-مظفری، و. و ملکوتی ، ج. ۱۳۸۶. تأثیر شوری و نسبت های مختلف Na/Ca بر رشد و برخی فرآیندهای بیولوژیکی پسته . پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران . شیراز. صفحه های ۵۹۶ تا ۵۹۷

۶- مهرنژاد، م.ح وجوانشاه، ا.۱۳۸۹. سند راهبردی تحقیقات پسته ایران. سازمان تحقیقات ،آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات پسته کشور

۷-مومنی، ع. ق.، داوری نژاد ، غ.، آستارایی، ع.ر.، و رجب زاده ، م. ۱۳۸۶. رابطه بین حاشیه سوختگی برگ ارقام پسته و عناصر موجود در برگ. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران . شیراز. صفحات ۵۷۴-۵۷۳..

۸-Mohammadzadeh, A.R., ۲۰۰۶. The cause(s) of Growth Decline of pistachio trees in the south of Khorasan-Iran. ActaHorticulturae, ۷۲۶: Pp. ۵۰۹-۵۱۱.

Abstract

One of the major areas of Faizabad district in May Guardians pistachio Khorasan which is situated on the edge of Playa Bajestan and cultivation area of about ۳۵,۰۰۰ hectar of pistachio orchards largest pistachio orchards to the province offers. In recent years , there are reports of reduced growth and drying pistachio twigs and death have been reported in this area.Diebackpistachiotreesto investigate the causes of pistachio trees , three gardens , each with an area of about ۲۰ hectar with the same age of about ۲۰ years in the three physiographic units Alluvial fans end , piedmont plain and floodplain on the playa margin Bajestan was selected and drilled ۳prophilein every garden and describe the physical and chemical properties of the soil layers were studied . Used by the hazelnut orchards are mostly white Faizabad and Akbar aghaee . Field observations and laboratory results showed that at the end of the garden which was Alluvial fan , and no soil development because there is a hard layer at a depth of ۳۰-۷۰ cm , a depth of the soil is stopped expansion of the system root . Also in terms of soil fertility was poor and it is quite evident dieback . The ۲ garden was located in the piedmont plains, soils are deep in the soil development . The profiles in area was no gravels and no dieback. The۳ Garden , which was located in the floodplain due to the high salinity of the irrigation water used is approximately ۱۲dS/ m and high soil salinity in the root zone at a depth of ۱ meter up to around ۳۰ ds/m , aerial parts of the trees of dried pistachios and pistachio orchards are faced with reduced yield . Studies show that dieback and death than other varieties and varieties of walnut trees Pistachio White of Faizabad andAkbar aghaee less have been damaged.

حذف فسفات از آب‌های آلوده با نانو ذرات اکسید نیکل

مهسا میری [۱]، شهریار مهدوی [۲]، امیرحسین سیاح زاده [۳]، رزان سواری [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر،۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر،۳-استادیار گروه عمران، دانشکده عمران و معماری، دانشگاه ملایر،۴-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

چکیده
تخلیه پساب‌های حاوی فسفر به آب‌های سطحی منجر به رشد بیش از حد جلبک‌ها و ایجاد پدیده یوتریفیکاسیون می‌شود. بنابراین حذف و کنترل مقدار فسفر اضافی از پساب‌های آلوده و خاک ضروری است. در این تحقیق کارایی فرآیند جذب فسفات با استفاده از نانو ذرات اکسید نیکل تحتتاثیر عوامل مختلف از جمله پ‌هاش، مدت زمان تماس و مقدار جاذب بررسی و شرایط بهینه تعیین گردید. با اعمال شرایط بهینهایزوترم جذب انجام گردیدو حداکثر ظرفیت جذب ۷/۴۹ میلی گرم فسفات بر گرمجاذب بدست آمد.از بین معادلات فروندلیچ و لانگمویر، معادله لانگمویربر داده های ایزوترمی این مطالعه برازش بهتری (R^2= ۹۸%) یافتند. داده‌ها در مقایسه با سیر مطالعات نشان دادند که نانو ذرات اکسید نیکل می تواند به عنوان یک جاذب کارآمد برای حذف فسفات از آب‌های آلوده و خاک مورد استفاده قرار گیرند.

واژگان کلیدی : فسفات، حذف، آب، نانو ذرات اکسید نیکل

مقدمه
یکی از محصولات جانبی که در اثر کاربرد های بهداشتی گوناگون ناشی از فعالیت انسان در دسترس آب قرار می‌گیرد فسفات است.اگر فاضلاب‌ها به دریاچه‌ها اقیانوس‌ها و رود خانه‌ها بدون اصلاح وارد شوند می‌توانند به محیط‌زیست و پس از آن به سلامت انسان آسیب برسانند(Shannon and et al., ۲۰۰۸). فسفاتی که به آب‌های سطحی وارد می‌شود تعادل موجودات زنده در آب را به هم می‌زند وکیفیت آب را از طریق کاهش سطح اکسیژن محلول با تحریک رشد جلبک سبز آبی تحت تاثیر قرار می‌دهد. این جلبک‌ها به نوبه خود اثر مضری بر روی ماهی‌ها ودیگر آبزیان و سبب کاهش تنوع زیستی، اثر نامطلوب بر روی بهداشت محیط و در نهایت انسان دارد(Biswas and et al., ۲۰۰۸).به منظور کنترل واصلاح چنین مشکلاتی و برای حفظ محیط زیست سبز پایدار برای نسل آینده حذف فسفر از فاضلاب قبل از این که به محیط زیست برود ضروری است (Su and et al., ۲۰۱۳).با توجه به این مسئله قوانین جدیدی که از دقت بیشتری برخوردار بودند برای تخلیه فسفات وضع شدند که نتیجه آن توسعه روش های موثری برای حذف فسفات از فاضلاب قبل از تخلیه آن به محیط زیست است.مقررات واستانداردهایی برای کیفیت پساب‌ها وجود دارد که در آن‌ها مقدار فسفات حداکثر بین ۰/۱ تا ۵/۰ میلی گرم برلیتر یا حتی در بعضی از موارد کمتر از ۳/۰ میلی گرم برلیتربرای رسیدن به حالت استاندارد توصیه شده است (Liu and et al., ۲۰۰۸).روش حذف فسفر از فاضلاب از جمله رسوب شیمیایی بصورت MPA (منیزیم آمونیوم فسفات)، HPA(هیدروکسی آپاتیت) و فرآیندهای جذب و روش های بیولوژیک به طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته اند(Tsuji and et al., ۲۰۱۲). تبادل آنیونی نیز از روش های بسیار معمول است اما آنها هم کاستی‌های مختلفی مانند جذب کم در حضور آنیون‌های رقیب دارند(Tsuji and et al., ۲۰۱۲). نانو تکنولوژی فرآیندی است که در جلوگیری از آلودگی، شناسایی، اندازه گیری و تصفیه آلاینده‌ها نقش مهمی دارد. از آنجا که اکسیدهای فلزی در ابعاد نانو سطح ویژه بزرگتری دارند فسفات بیشتری جذب می‌کنند و در نتیجه موثرترند(Tang and et al.,۲۰۱۲).نانو ذرات آمورف اکسید زیر کونیوم ممکن است بدلیل ساختار متخلخل و بسیار هیدراته خود ظرفیت جذب بالایی داشته باشند(Su and et al., ۲۰۱۳). هدف از این تحقیق بررسی امکان حذف فسفات توسط نانو ذرات اکسید نیکل از آب های آلوده تحت متغیرهای : پ‌هاش، زمان تماس، غلظت نانو ذره و ایزوترم های جذب می‌باشد.

مواد و روش‌ها
آزمایش‌های جذب
این مطالعه از نوع کاربردی است. ابتدا متغیرهایی از قبیل زمان تماس، پ‌هاش، مقدار جاذب و غلظت فسفات مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش از نانو ذرات اکسید نیکل به عنوان جاذب استفاده شد. این نانو ذرهاکسیدنیکل مورد استفاده از شرکت Tecnan خریداری شد. ضمنا کلیهمواد شیمیایی و استانداردها از شرکت مرک با درخه خلوص بالا (GR) تهیه شد.
۱- تاثیر زمان تماس بر میزان جذب :

بررسی اثر زمان تماس مقدار ۰۲۵/۰ گرم از نانو ذرات اکسیدنیکل را در مجاورت ۵/۱۲ میلی لیتر از محلول با غلظت اولیه ۲۰۰میلی گرم بر لیتر فسفات قرار داده شدو سپس میزان جذب هر یک از نمونه ها در فواصل زمانی (۱۰- ۱۴۴۰ دقیقه) مورد آنالیز قرار گرفتند.

۲- تاثیر پهاشبر میزان جذب:

در ابتدا پهاش محلول ها را بین ۲ تا ۸ تنظیم نموده سپس مقدار ۰۲۵/۰ گرم از نانو ذرات اکسید نیکل را در مجاورت ۵/۱۲ میلی لیتر از محلول نیترات با غلظت ۲۰۰میلی گرم بر لیتربا پهاش مشخص در مدت زمان تماس ۱۴۴۰ دقیقه قرار داده شد. در پهاش های مختلف عمل نمونه گیری و آنالیز میزان جذب فسفات انجام و پهاش بهینه تعیین شد.

۳- بررسی تاثیر غلظت نانو ذره اکسید نیکل (جاذب)بر میزان جذب:

به منظور تعیین مقدار بهینه نانو ذره اکسید نیکل مقادیر مختلف نانو ذره اکسید نیکل شاملغلظت های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ گرم بر لیترو محلولپایه ای ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر فسفاتدرمدت زمان تماس ۱۴۴۰ دقیقه اضافه گردیدند.

۴- بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف فسفات بر میزان جذب (ایزوترم های جذب):

جهت تعیین غلظت بهینه جذب فسفات محلول های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر فسفات با پهاش بهینه ۶ و زمان بهینه ۱۸۰ دقیقه در دمای بهینه ۲۵ درجه سانتی گراد را در مجاورت غلظت بهینه ۰۲۵/۰ گرم در ۵/۱۲ سی سی از غلظت‌های ذکر شده فسفات قرار می‌دهیم.

به منظور بررسی همدمای جذب و تعیین حداکثر ظرفیت جذب از معادله ایزوترمی لانگمویر استفاده شد که فرم خطی آن به صورت زیر است :

معادله (۱): $C/q = 1/kb + C/b$

c: غلظت تعادلی جذب شونده در محلول برحسب میلی گرم در لیتر

K: ثابتی که مربوط به قدرت پیوند یا قدرت جذب می باشد

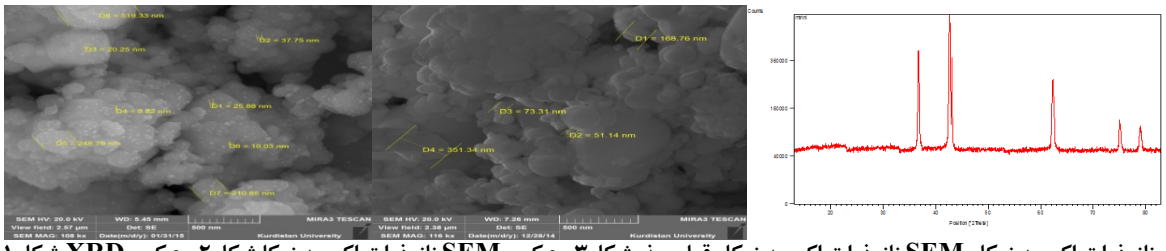
q : میزان جذب بر حسب میلی گرم در گرو جاذب

b: ماکزیمم جذب

جهت تعیین غلظت فسفات تعادلی در محلولاز دستگاه اسپکتروفتومتردر طول موج ۸۲۰ آنگستروم با استفاد از رنگ سنجی به روش فسفومولیبدات استفاده گردید.

بحث و نتیجه گیری

به منظور تعیین مشخصات ساختاری نانو ذرات اکسید نیکل از تکنیک‌های پرتو ایکس (XRD) و میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) استفاده گردید. عکس های XRD و SEM نانو ذرات اکسید نیکل به تر تیب در شکل های زیرنشان داده شده اند.



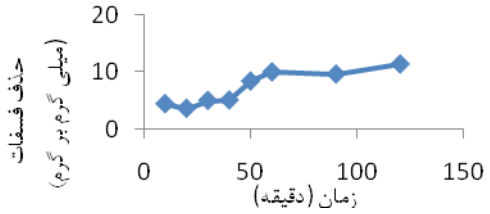
نانوذرات اکسید نیکل SEM نانوذرات اکسید نیکل قبل جذبشکل۳- عکس SEM نانوذرات اکسید نیکلشکل۲- عکس XRD شکل۱- عکس بعد جذب

شکل های SEM بیانگر جذب فسفات بر روی نانو ذره ی اکسید نیکل می باشد. با توجه به این شکل ها مشخص می گردد که قطر این نانو ذره قبل از جذب ۱۳/۱۶۱ نانو متر و بعد از جذب ۱۸/۱۳۵نانو متر می‌باشد.

با توجه به شکل‌های XRD اندازه ذرات برابر با ۱/۳۷ نانو متر است.

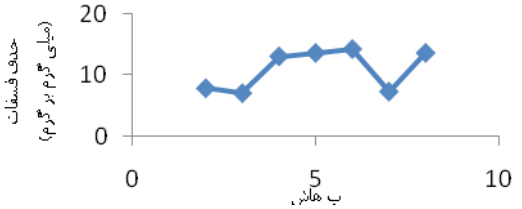
جهت انجام این تحقیق، ابتدا تاثیر زمان تماس سپس تاثیر پهاشو غلظت نانو ذرات مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج حاصل از تاثیر زمان تماس بر میزان حذف فسفات مطابق شکل(۴) می‌باشد:



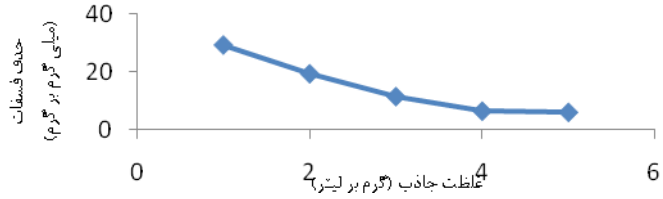
شکل ۴- تاثیر زمان‌های تماس برمیزان جذب نانو ذره اکسید نیکل

با افزایش زمان تماس میزان حذف افزایش می یابد. همانگونه که در شکل (۴) مشاهده می‌کنیم در زمان ۱۸۰ دقیقه حداکثر میزان حذف ۶/۱۴ میلی گرم برگرم فسفات مشاهده شد.
نتایج حاصل از تاثیر پهاش های مختلف بر میزان حذف فسفات مطابق شکل (۵)می‌باشد با افزایش پهاش میزان حذف فسفات افزایش یافت. در محدوده پهاش ۲ تا ۶ میزان حذف سیر صعودی داشته بطوریکه در پ هاش ۶ حداکثر حذف را داشته و بعد از آن مجددا کاهش می‌یابد. در پهاش‌های قلیایی یون OH^- به عنوان یک یون رقیب برای آنیون‌های فسفات عمل نموده و برخی از جایگاه‌های نانو ذرات اکسید نیکل را اشغال می کند. طبق مطالعات انجام شده در حذف فسفات، بهترین میزان جذب توسط رس در پهاش بربر ۶ تا ۷ و آلومینای فعال در پهاش برابر ۵/۶ به دست آمده است (Liu and et al., ۲۰۰۷و Chi and et al., ۲۰۱۰).



شکل ۵ - تاثیر پهاش های مختلف بر میزان حذف نانو ذره اکسید نیکل

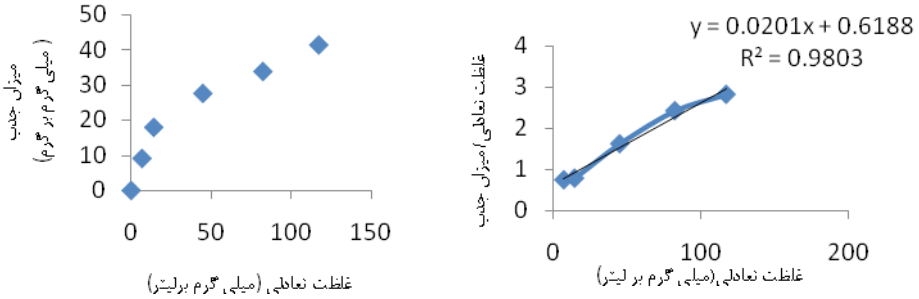
نتایج حاصل از مقادیر مختلف غلظت نانو ذرات اکسید نیکل مطابق شکل (۶) می‌باشد.



شکل ۶- تاثیر غلظت‌های مختلف نانو ذرات اکسید نیکل بر میزان حذف فسفات

نتایج حاصل از بررسی تاثیر غلظت جاذب بر جذب فسفات در شکل (۶)نشان داده شده است. داده‌هابیانگر این است که با افزایش میزان غلظت جاذب، میزان جذب کاهش می‌یابد. که حداکثر درصد حذف در غلظت ۲ گرم در لیتر برابر با ۱۳/۱۲ میلی گرم بر گرم جاذب بدست آمد. این امربه دلیل افزایش میزان برخورد و آزاد بودن باندهای آماده روی نانو ذرات اکسید نیکل است. این نتایج بدست آمده توسط جانگ و همکاران (۲۰۰۷) در جذب فسفات بوسیله ی گل قرمز فعال(active red mud)و همچنین بلیر و همکاران)۲۰۰۶) در حذف فسفر بوسیله ی آپاتیت و همچنین ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) در حذف فسفات بوسیله ی هیدروکسیدهای با لایه دوگانه نیز تایید شده است .
با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایشات ایزوترم جذب ظرفیت جذب تعیین گردید. حداکثر ظرفیت جذب نانو ذرات اکسید نیکل برابر با ۷/۴۹ میلی گرم فسفات به ازای هر گرم از جاذب بدست آمد. نتایج حاصل از مطالعات ایزوترمی نشان داد که حذف فسفات از معادله لانگمویربا ضریب تبیین(R^2 برابر با ۹۸% بدست آمد بنابراین می‌توان گفت که سطح جاذب حالت ناهمگنی دارد.

با افزایش غلظت اولیه فسفات از ۲۵ به ۲۰۰ میلی گرم در لیتر ظرفیت جذب از ۱/۹ به ۷/۴۹میلی گرم در گرم افزایش می‌یابد. این امر می تواند ناشی از زیاد بودن باندهای آزاد جاذب و باندهای تبادل یون باشد(ملکوتیان و همکاران، ۱۳۸۹). علاوه بر این در سیستم‌های جذب مجاورتی، غلظت ورودی فسفات موجود در محلول نقش مهمی را به عنوان نیروی محرکه غلبه کننده بر مقاومت ناشی از انتقال جرم بین فاز مایع و جامد ایفا می‌نماید و بنابر این با افزایش غلظت فسفات در محلول ورودی، ظرفیت جذب فسفات جذب شده، افزایش می‌یابد(Zhang and Xu., ۲۰۱۱). نتایجی که در این پژوهش بدست آمد توسط نتایج دریزو و همکاران (۲۰۰۶)در جذب فسفات بوسیله یسربار کورهفسفات وکریشنام وهمکاران (۲۰۰۸) در حذف فسفات بوسیله ی coir pith نیز تایید شده است .



شکل۹: ایزوترم جذب برازش یافته با معادله لانگموبرشکل۸- ایزوترم نانو ذرات نیکل

جدول ۱ - مقایسه ی بین جاذب مورد بررسی در این پژوهش وسایر جاذب ها در جذب فسفات

Adsorbent	Sorption Capacity (mg g^{-1}) -P PO_4^{3-}	pH	Temperature	Reference
mesoporous ZrO۲	۷۱/۲۹	۱۰	۲۵	*Liu et al,* ۲۰۰۸
Zirconium ferrite	۱۳	۷	۲۵	.*Biswas et al,* ۲۰۰۸
Zirconium-loaded collagen fiber	۴۷/۲۸	۳/۶	۲۵	*Liao et al,* ۲۰۰۶
nickel oxide nanoparticles	۷/۴۹	۶	۲۵	This study

نتیجه گیری

در غلظت جاذب ۲ گرم در لیتر میزان جذب ۱/۱۲ میلی گرم در گرم، زمان ۱۸۰ دقیقه میزان جذب ۶/۱۴ میلی گرم در گرم و پ هاش ۶ میزان جذب ۲/۱۴ میلی گرم در گرم به دست آمد. با استفاده از معادله لانگمویر حداکثر ظرفیت جذب ۷/۴۹ میلی گرم فسفات در گرم جاذب می باشد. بنابراین این نانو ذره، میتواند جاذب مناسبی برای حذف فسفر در محلول های آبی باشد.

منابع

Biswas B, Inoue K, Ghimire K, Harada H, Ohto K, Kawakita H. ۲۰۰۸. Removal and recovery of phosphorus from water by means of adsorption onto orange waste gel loaded with zirconium. Bioresource Technology ۹۹:۸۶۸۵-۸۶۹۰.

Chi N, Dong B, Liao Y. ۲۰۱۰. Advanced phosphate removal by adsorption onto activated al porcelain in simulation water. Coll. of Environ. Sci. and Eng, ۱۸: ۱-۴.

Cucarella V, Renman G, Qual J. ۲۰۰۹. Phosphorus sorption capacity of filter materials used for on-site wastewater treatment determined in batch experiments-a comparative study. Environ Qual, ۳۸ :۳۸۱-۳۹۲.

Krishnan K and Haridas A. ۲۰۰۸. Removal of phosphate from aqueous solutions and sewage usin natural and surface modified coir pith. J. of Hazardous Materials, ۱۵۲: ۵۲۷-۵۳۵.

Liu C, Li Y, Luan Z, Chen Z, Zhang Z, Jia P. (۲۰۰۷). Adsorption removal of phosphate from aqueous solution by active red mud. Environmental Sciences, ۱۹: ۱۱۶۶-۱۱۷۰.

Liu H, Sun X, Yin C, Hu C. ۲۰۰۸. Removal of phosphate by mesoporous ZrO_2. Journal of Hazardous Materials, ۱۵۱: ۶۱۶-۶۲۲.

Shannon M, Bohn P, Elimelech M, Georgiadis J, Marinas B, Mayes A. ۲۰۰۸. Science and tech purificatio in the coming decades. Nature, ۴۵۲: ۳۰۱-۳۱۰.

Su Y, Cui H, Li Q, Gao S, Shang J. ۲۰۱۳. Strong adsorption of phosphate by amorphous zirconium oxide nanoparticles. Water R e search, ۴۷: ۵۰۱۸-۵۰۲۶.

Tang M, Zong E, Wan H, Xu Z, Zheng S, Zhu D. ۲۰۱۲. Zirconia functionalized SBA-۱۵ as effective adsorbent for phosphate removal. Microporous and Mesoporous Materials, ۱۵۵: ۱۹۲-۲۰۰.

Tsuji M. ۲۰۰۲. $SeO^{۲-}_{۳}$selective properties of inorganic materials synthesized by the soft chemical process. Solid State Ion, ۱۵۱: ۳۸۵-۳۹۲.

Zhang G and Xu J. ۲۰۱۱. Competitive adsorption of fluoride and phosphate on mgal-co۳ layered double layer. Advanced Materials Research, ۱۶۰ - ۱۶۲, ۱۸۲-۱۸۸.

Abstract

Phosphorus sludge discharged to surface lead to excessive growth algae and eutrification. So remove and control excess phosphorus from waters and contaminated soils is essential. In this study efficiency sorption process using nickel oxide nanoparticles under the influence of various factors including PH, time, the amount of adsorbent and optimal conditions were determined. In optimal condition, the adsorption isotherm was performed at ۲۰۰ mg /l of phosphate and in this manner the adsorption capacity was obtained ۴۹.۷ mg/g. Freundlich equation fitted to data in this study ($R^۲$ =۰.۹۸) . Data in comparison with the other studies have shown that nickel oxidenanoparticles can be used as an effective adsorbent to remove phosphates from contaminated soil and water.

بررسی وضعیت پتاسیم و ارتباط آن با برخی ویژگی های خاک باغ‌های پرتقال استان فارس

صفیه خلیلی [۱]، حمیدرضا اولیایی [۲] ، ابراهیم ادهمی [۲] ، محمدرضا چاکر حسینی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج ، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج و مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی یاسوج

چکیده
پتاسیم به عنوان عنصر ضروری در محصولات کشاورزی به خوبی شناخته شده است. این مطالعه به منظور تعیین وضعیت این عنصر و ارتباط اشکال آن با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد. پژوهش در ۱۰ باغ پرتقال در مرکز، جنوب و غرب استان فارس انجام شد. نمونه‌برداری از خاک در دو عمق ۲۵-۰ سانتی‌متر و ۵۰-۲۵ سانتی‌متر انجام شد. میانگین مقادیر پتاسیم محلول، تبادلی، غیر تبادلی، ساختمانی و کل به ترتیب ۱۴/۲۱، ۳۸/۱۸۱، ۵۱/۶۵۸، ۱۷/۲۳۳۰، ۵۸/۳۱۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بودند. میانگین مقدار پتاسیم محلول و پتاسیم تبادلی در عمق ۲۵-۰ بیشتر از عمق ۵۰-۲۵ بود و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این دو شکل وجود داشت. رابطه مثبت و معنی‌داری بین پتاسیم ساختمانی و کل با مقدار رس خاک مشاهده شد. در نهایت اکثر خاک‌ها (۱۷ نمونه از مجموع ۲۰ نمونه خاک) کمتر و نزدیک حد بحرانی (۲۰۰-۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) پتاسیم داشتند. کاربرد کودهای پتاسه در این باغ‌ها توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: استان فارس، پتاسیم، پرتقال، ویژگی های خاک.

مقدمه
پتاسیم فراوانترین عنصر غذایی موجود در افق سطحی خاك بوده و وظایف فیزیولوژیکی بسیار مهمی در گیاه به عهده دارد. این عنصر در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است و به عنصر کیفیت معروف است (مارشنر، ۱۹۹۵). نقش پتاسیم به عنوان عنصر ضروری در محصولات کشاورزی به خوبی شناخته شده است. پتاسیم در خاک معمولا به اشکال ساختاری، تثبیت شده، تبادلی و محلول یافت می‌شود و بین این اشکال رابطه تعادلی وجود دارد و این روابط تعادلی در تغذیه گیاه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند (ملکوتی و همایی ۱۳۸۴). پتاسیم محلول به طور مستقیم به وسیله گیاهان جذب می‌گردد ولی معمولا در مقادیر کمی در خاك یافت می‌شود. پتاسیم تبادلی قابل استخراج با استات آمونیوم توسط بارهای منفی مواد آلی و ذرات رس نگهداری می‌گردد و قابل دسترس گیاهان است (اولسلیگلی و همکاران، ۱۹۷۵). تعادل موجود بین شکل های مختلف پتاسیم در خاک، باعث تداوم تأمین پتاسیم برای گیاه می‌شود. پتاسیم غیرتبادلی که در بین لایه‌های کانی‌های فیلوسیلیکاتی نگهداری می‌شود می‌تواند منبع مهم پتاسیم قابل جذب برای گیاهان باشد. فراهمی پتاسیم غیرتبادلی خاک برای گیاه به عوامل مختلفی مانند نوع کانی، میزان پتاسیم در کانی و فراوانی کانی‌های پتاسیم‌دار و اندازه ذرات آنها، مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک و سرعتی که این نوع پتاسیم می‌تواند به شکل‌های قابل جذب تبدیل شود بستگی دارد (جلالی، ۲۰۰۶). پتاسیم، عنصری ضروری در تنظیم تعادل یونی در سلول، توسعه مناسب اندازه میوه و تنظیم ضخامت پوست در مرکبات می باشد)ملکوتی، ۱۳۸۰). سطح زیر کشت مرکبات در استان فارس ۶۰۱۴۷ هکتار و میزان تولید برابر ۱۳۳۶۹۱۹ تن می‌باشد (سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲). مطالعات بسیار اندکی در ارتباط با وضعیت کلی پتاسیم در خاک باغ‌های مناطق عمده تحت کشت مرکبات (پرتقال) در استان فارس صورت گرفته‌است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی وضعیت پتاسیم و شکل‌های آن در دو عمق خاک و ارتباط آنها با برخی ویژگی‌های مهم خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها
در این مطالعه با توجه به آمار و اطلاعات موجود، مناطق عمده زیر کشت پرتقال در استان فارس شناسایی شده و تعداد ۲۰ نمونه خاک از ده منطقه استان (غرب، مرکز و جنوب استان) انتخاب شدند، سپس نمونه برداری از زیر سایه انداز درختان به فاصله‌ی ۸۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متری هر درخت و در دو عمق ۲۵-۰ و ۵۰-۲۵ سانتی‌متری نمونه‌برداری انجام شد. این عمل در هر باغ بر روی ۳ درخت انجام و در نهایت نمونه‌ی ترکیبی آماده شد. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری به آزمایشگاه انتقال یافتند. آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی شامل بافت خاك به روش هیدرومتر (بویوکوس، ۱۹۶۲)، قابلیت هدایت الکتریکی خاك در عصاره گل اشباع توسط دستگاه هدایت سنج الکتریک، pH توسط دستگاه pH متر شیشه‌ای در گل اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی خاك با استات سدیم ۱ نرمال و pH=۲/۸ (چاپمن، ۱۹۶۵)، کربنات کلسیم به روش تیتراسیون برگشتی اسید کلریدریک (ریچاردز ۱۹۵۴)، گچ به روش استون (ریچاردز، ۱۹۵۴)، اندازهگیری کربن آلی به روش سوزاندن تر (جکسون، ۱۹۷۵)، کلسیم و منیزیم به روش تیتر کردن با دی- تی-ای سدیمدار (ریچاردز، ۱۹۵۴)، سدیم و پتاسیم به روش شعله سنجی (ریچاردز، ۱۹۵۴) و کربنات و بیکربنات، از طریق تیتر کردن با اسید سولفوریک (ریچادز، ۱۹۵۴) انجام شد. شکلهای مختلف پتاسیم شامل

محلول، تبادلی، غیرتبادلی و کل به ترتیب در عصاره اشباع، عصارهگیری با استات آمونیوم ۱ نرمال pH=۷، عصارهگیری با اسید نیتریک جوشان، و هضم با اسید فلوریدریک و تیزاب سلطانی تعیین می‌شوند (پرت، ۱۹۶۵). پتاسیم تبادلی از تفاضل پتاسیم محلول و پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم، پتاسیم غیرتبادلی از تفاضل پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم و پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک و پتاسیم ساختمانی از تفاضل پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک و پتاسیم با اسید فلوریدریک به دست آمدند. آنالیزهای آماری مقایسه میانگین‌ها با نرم افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

	EC (dS/m)	pH	CEC ($cm\,kg^{-1}$)	OM	OC	CCE	Clay	Silt	Sand
					%				
حداقل	۱۹/۰	۲۵/۷	۷/۶	۱۰/۱	۶۴/۰	۳/۲۶	۵/۱۴	۵/۱۷	۱۶
حداکثر	۸۲/۱۷	۸۶/۷	۲/۲۶	۷۳/۶	۹۰/۳	۵/۶۱	۲۷	۵۹	۶۸
میانگین	۲۴/۲	۶۴/۷	۵/۱۲	۰۸/۶	۵۲/۳	۹/۴۸	۰/۲۰	۸/۳۹	۲/۴۰

دامنه تغییرات مقدار رس، سیلت، شن، کربنات کلسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی به ترتیب ۲۷-۵/۱۴ درصد، ۵۹-۵/۱۷ درصد، ۶۸-۱۶ درصد، ۵/۶۱-۲۵/۲۶ درصد، ۱۹/۲۶-۷۱/۶ سانتی‌مول بر کیلوگرم خاک می‌باشد. شکل‌های پتاسیم و همبستگی آنها با یکدیگر و با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شکل محلول پتاسیم در خاک‌های مطالعه شده از ۵۳/۵۹-۳۵/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم با میانگین ۱۴/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین شکل های مختلف پتاسیم

	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیر تبادلی	پتاسیم ساختاری	پتاسیم کل
			($mg.kg^{-1}$)		
حداقل	۳۲/۶	۹۱/۵۸	۹۰/۳۸۱	۴۰/۱۲۶۲	۲۱/۲۳۴۴
حداکثر	۵۳/۵۹	۶۵۴	۷۷/۱۶۲۶	۲۱/۳۴۸۳	۲۰/۴۳۴۶
میانگین	۱۴/۲۱	۳۸/۱۸۱	۵۱/۶۵۸	۱۷/۲۳۳۰	۵۸/۳۱۹۷

پتاسیم محلول در عمق ۲۵-۰ سانتی متر (۵۳/۵۹-۴۰/۱۰) میلی‌گرم بر کیلوگرم که نسبت به عمق ۵۰-۲۵ سانتی متر که دامنه تغییرات آن (۷۲/۳۳-۳۲/۶) میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است دارای تغییرات بیشتری است (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین شکل های مختلف پتاسیم در دو عمق ۲۵-۰ سانتی متر و ۵۰-۲۵ سانتی متر

	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیر تبادلی	پتاسیم ساختاری	پتاسیم کل
			%		
میانگین عمق ۲۵-۰	۳۳/۲۵	۴۰/۲۷۷	۳۸/۷۲۸	۳۵/۲۴۱۸	۸۰/۳۲۶۳
حداقل ۲۵-۰	۴۰/۱۰	۷۵/۶۳	۸۱/۴۲۶	۸۸/۱۶۰۰	۲۸/۲۵۰۰
حداکثر ۲۵-۰	۵۳/۵۹	۶۴۵	۷۷/۱۶۲۶	۲۱/۳۴۸۳	۲۰/۴۳۴۶
میانگین عمق ۵۰-۲۵	۹۴/۱۶	۳۶/۱۳۵	۶۶/۵۸۸	۲۲۴۱	۸۳/۳۱۲۷
حداقل ۵۰-۲۵	۳۲/۶	۹۱/۵۸	۹۰/۳۸۱	۴۰/۱۲۶۲	۲۱/۲۳۴۴
حداکثر ۵۰-۲۵	۷۷/۳۳	۵۳/۲۳۱	۹۲/۸۰۵	۹۳/۳۳۳۲	۰۷/۴۰۶۱

نجفی‌قیری (۱۳۸۹) بیان نمود دلیل مقادیر بالای پتاسیم در سطح کاربرد کودهای پتاسیم در سطح خاک، هوادیدگی بیشتر کانی‌های پتاسیم‌دار و آزاد شدن پتاسیم به محلول خاک، باز گرداندن بقایای گیاهی و انتقال پتاسیم موجود در محلول خاک از اعماق به سطح به علت تبخیر زیاد در سطح باشد. حداقل پتاسیم محلول مربوط به منطقه تیون و حداکثر مقدار آن مربوط به منطقه لار می باشد که بالا تربودن پتاسیم محلول در این خاک به دلیل بالاتر بودن درصد سیلت نسبت به رس در منطقه لار می باشد.

مطابق با نظریه (منگل و همکاران، ۱۹۹۸) با افزایش درصد سیلت غلظت پتاسیم محلول افزایش می‌یابد زیرا ذرات سیلت دارای مکان‌های ویژه برای جذب و نگه‌داری پتاسیم محلول نمی‌باشد. شکل از پتاسیم با شکل‌های تبادلی و غیر تبادلی همبستگی معنی‌دار مثبت و با شکل ساختمانی همبستگی معنی‌دار منفی نشان می دهد (جدول ۴).

جدول ۴- ضریب همبستگی بین شکل های مختلف پتاسیم

	پتاسیم محلول	تبادلی	غیر تبادلی	ساختمانی	کل
پتاسیم محلول	۱				
تبادلی	۸۷۸/۰**	۱			
غیر تبادلی	۷۸۳/۰**	۹۳۳/۰**	۱		
ساختمانی	-۶۴۹/۰**	-/۳۶۶	-۲۵۶/۰	۱	
کل	-/۰۷۲	۲۹۶/۰	۴۱۵/۰	۷۶۹/۰**	۱

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد ازمون F می‌باشند.

.همچنین پتاسیم محلول با درصد رس همبستگی نشان نمی‌دهد (جدول ۵)

جدول ۵- ضریب همبستگی بین شکل های مختلف پتاسیم و ویژگی خاک

	EC	OM	OC	CCE	pH	CEC	Clay	Silt	Sand
پتاسیم محلول	۱۵۰/۰	۱۵۰/۰-	-/۱۵۰	-۴۲۲/۰	۱۳۱/۰	-۳۲۲/۰	-۴۳۳/۰	-۴۴۲/۰	۴۵۰/۰*
پتاسیم تبادلی	۲۱۳/۰	۲۱۳/۰-	-۲۱۳/۰	-۵۶۹/۰**	۰۶۷/۰	۰۲۶/۰	-۱۸۲/۰	-۲۲۲/۰	۲۱۹/۰
پتاسیم غیر تبادلی	-۰۴۶/۰	۰۴۶/۰	۰۴۶/۰	-۵۶۶/۰**	۱۴۶/۰	۱۸۲/۰	-۰۴۲/۰	-۰۳۶/۰	۰۳۸/۰
پتاسیم ساختمانی	-۱۸۵/۰	۱۸۵/۰	۱۸۵/۰	۱۰۷/۰	۲۶۷/۰-	۶۰۵/۰**	۶۹۵/۰**	۶۹۶/۰**	-۷۱۱/۰**
پتاسیم کل	-۱۵۲/۰	۱۵۲/۰	۱۵۲/۰	-۲۸۱/۰	۱۷۸/۰-	۶۷۲/۰**	۶۱۲/۰**	۶۰۶/۰**	-۶۲۱/۰**

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد ازمون F می‌باشند.

که این نتایج با نتایج آزادی و همکاران (۱۳۹۲) در خاک‌های منطقه کافتر استان فارس همخوانی دارد. شکل تبادلی پتاسیم دامنه تغییرات آن (۶۵۴-۹۱/۵۸) میلی‌گرم بر کیلوگرم با میانگین ۲۸/۱۸۱ است. دامنه تغییرات در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متر (۶۴۵-۷۵/۶۳) با میانگین ۴۰/۲۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در عمق ۵۰-۲۵ سانتی‌متر (۹۱/۵۸-۵۳/۲۳۱) با میانگین ۳۶/۱۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که نسبت به عمق ۲۵-۰ به مقدار زیادی کاهش یافته است که این موافق نتایج سایر پژوهشگران است (الزبیدی و همکاران، ۲۰۰۸؛ شارما و همکاران، ۲۰۰۶؛ شارپلی ۱۹۸۹). این شکل از پتاسیم با شکل غیرتبادلی و محلول همبستگی مثبت و معنی‌دار و همچنین با درصد کربنات کلسیم رابطه معنی‌دار منفی نشان می‌دهد که موافق نتایج آزادی و همکاران (۱۳۹۲) است. حسین پور و همکاران (۱۳۷۹) و بهارلویی (۱۳۸۲) اظهار کردند که بین پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی و درصد رس رابطه معنی‌دار وجود ندارد که با نتیجه به دست آمده مطابقت دارد. با توجه به حد بحرانی ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای پتاسیم تبادلی در برخی نمونه‌ها کمبود پتاسیم مشاهده می شود. پتاسیم غیرتبادلی از (۹۰/۳۸۱-۷۷/۱۶۲۶) با میانگین ۵۱/۶۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک است. دامنه تغییرات در عمق ۲۵-۰ سانتی متر (۸۱/۴۲۶-۷۷/۱۶۲۶) با میانگین ۳۸/۷۲۸ بیشتر از دامنه تغییرات پتاسیم غیر تبادلی عمق ۵۰-۲۵ سانتی‌متر (۹۰/۳۸۱-۹۲/۸۰۵) با میانگین ۶۶/۵۸۸ است که براساس نتایج (استفن و اسپارکز، ۱۹۹۷) و (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۴) وجود میکاهای هوادیده در خاک‌های سطحی سبب آزاد سازی بیشتر آمونیوم غیر تبادلی نسبت به خاک زیر سطحی می‌شود. پتاسیم ساختاری دامنه تغییرات از (۴۰/۱۲۶۲-۲۱/۳۴۸۳) میلی‌گرم بر کیلوگرم با میانگین ۱۷/۲۳۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. مقدار آن در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متر (۸۸/۱۶۰۰-۲۱/۳۴۸۳) با میانگین ۳۵/۲۴۱۸ و در عمق ۵۰-۲۵ سانتی متر (۴۰/۱۲۶۲-۹۳/۳۳۳۲) با میانگین ۲۲۴۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود. پتاسیم ساختمانی با پتاسیم کل رابطه معنی‌دار مثبت و با پتاسیم محلول رابطه معنی‌دار منفی و همچنین با درصد رس رابطه معنی‌دار مثبت نشان می‌دهد که موافق تحقیقات (خرمالی و همکاران، ۲۰۰۳) در خاک‌های خرکه کردستان است. پتاسیم کل در دامنه (۲۱/۲۳۴۴-۲۰/۴۳۱۶) با میانگین ۵۸/۳۱۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک است. مقدار آن در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متر (۲۸/۲۵۰۰-۲۰/۴۳۴۶) با میانگین ۸/۳۲۶۳ و در عمق ۵۰-۲۵ سانتی‌متر (۳۱/۲۳۴۴-۰۷/۴۰۶۱) با میانگین ۸۳/۳۱۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک است. پتاسیم ساختاری با میانگین ۶۸/۷۲ درصد از پتاسیم کل و پتاسیم غیر تبادلی با میانگین ۷۳/۲۰ درصد از پتاسیم کل بیشترین میزان پتاسیم در خاک را به خود اختصاص داده اند. این شکل از پتاسیم با پتاسیم ساختمانی، ظرفیت تبادل کاتیونی، رس و سیلت رابطه معنی‌دار مثبت و با شن رابطه معنی‌دار منفی نشان می‌دهد.

نتیجه گیری

نتایج ارائه شده در این مطالعه وضعیت پتاسیم را در باغ‌های پرتقال استان فارس نشان می‌دهد. با توجه به اینکه حد بحرانی پتاسیم قابل استفاده در درختان پرتقال ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است از مجموع ۲۰ نمونه خاک ۱۵ خاک کمتر از حد بحرانی (به دلیل عدم استفاده از کودهای پتاسه) و ۲ خاک نزدیک حد بحرانی (۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بودند. خاک‌های فیروزآباد، قائمیه، خفر و لارستان کمترین میزان پتاسیم و خاک‌های فسا و قطب آباد بیشترین میزان پتاسیم را دارا بودند. با توجه به نتایج به دست آمده استفاده از کودهای پتاسه جهت رسیدن به حداکثر محصول در بیشتر باغات استان ضروری به‌نظر می‌رسد

منابع

آزادی، ا. باقرنژاد، م. و ابطحی، س.ع. ۱۳۹۲. بررسی وضعیت پتاسیم و ارتباط آن با کانی‌شناسی و ویژگی‌های خاک در خاک‌های منطقه کافتر استان فارس. نشریه مدیریت خاک. شماره ۳.صفحه های ۶۹-۵۹.

بارونی، ف. ۱۳۹۲. بررسی چند عصاره‌گیر برای ارزیابی پتاسیم قابل استفاده گیاه برنج در برخی خاک‌های انتخابی استان کهگیلویه و بویراحمد. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج.

بهارلوئی، ژ. و ابطحی، ع. ۱۳۸۲. بررسی میزان تغییر شکل‌های مختلف پتاسیم در ارتباط با تحول خاك‌های سروستان. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاك ایران . دانشگاه گیلان و موسسه تحقیقات برنج ایران.

حسین پور، ع. کلباسی، م. و خادمی، ح. ۱۳۷۹. سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی از خاک و اجزای آن در تعدادی از خاکهای گیلان. مجله علوم آب و خاک. جلد چهاردهم، شماره ۲،صفحات ۱۱۲-۹۹.

خرمالی، ف. نبی اللهی، ک. بازرگان، ک. افتخاری، ک. ۱۳۸۶. بررسی وضعیت پتاسیم در راسته‌های مختلف خاک ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی خرکه کردستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی .جلد ۱۴، شماره ۵، صفحه‌های ۵۴-۴۶.

سازمان جهاد کشاورزی استان فارس. ۱۳۹۳. گزارش آماری سالانه. (Available in: ۱۶.۰۶.۱۳۹۳) http//:fars.agri-jahad.ir

ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۰. گزارش نهایی پروژه شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در درختان میوه و ارائه راه حل‌های اجرایی توصیه بهینه کودی برای افزایش تولید و ارتقای کیفی تا حد استاندارد جهانی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی تهران، ایران شماره ثبت ۳۱۳۰۵۳۱۱.

ملکوتی، م.ج. و همایی، م. ۱۳۸۴. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک (مشکلات و راه حل‌ها).انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

نجفی قیری، م. ۱۳۸۹ . بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و کانی‌شناسی و وضعیت پتاسیم در خاک‌های استان فارس. رساله دکتری بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

Al-Zubaidi A., Yanni S. and Bashour I. ۲۰۰۸. Potassium status in some Lebanese soils. Lebanese Science Journal, ۹(۱): ۸۱-۹۷.

Bouyoucos G.J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. Agronomy Journal, ۵۴(۵): ۴۶۴-۴۶۵.

Chapman H.D. ۱۹۶۵. Cation-exchange capacity. Methods of soil analysis. Part ۲. Chemical and microbiological properties, (methods of soilanb), ۸۹۱-۹۰۱.

Jackson M.L. ۱۹۷۵. Soil Chemical Analysis: Advanced Course. Department of Soils, College of Agriculture, University of Wisconsin, Madison, WI.

Jalali M. ۲۰۰۶. Kinetics of non-exchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of western Iran. Geoderma, ۱۳۵: ۶۳-۷۱.

Marschner H. ۱۹۹۵. Functions of mineral nutrients: macronutrients. Mineral nutrition of higher plants, ۲: ۳۷۹-۳۹۶.

Mengel K.R. and Dou H. ۱۹۹۸. Release of potassium from the silt and sand fraction of loss-derived soil. Soil Sci. ۱۶۳: ۸۰۵-۸۱۳.

Oelsligle D.D., Doll E.C. and Valverde C. ۱۹۷۵. Potassium release characteristics of selected Peruvian soils. Soil Science Society of America Journal, ۳۹(۵): ۸۹۱-۸۹۶.

Pratt P.F. ۱۹۶۵. Potassium. ۱۰۲۲-۱۰۳۰. In: C. A. Black. Methods of Soil Analysis, ۲۱۵ part ۲. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Richards L.A. ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Washington: United States Salinity Laboratory Staff. ۱۶۰ p. Agriculture Handbook, ۶۰.

Sharma B.D., Mukhopadhyay S.S. and Sawhney J.S. ۲۰۰۶. Distribution of potassium fractions in relation to landforms in a Himalayan catena: (Verteilung von Kaliumfraktionen von Bodenarten innerhalb einer Himalaya-Catena).Archives of Agronomy and Soil Science, ۵۲(۴): ۴۶۹-۴۷۶.

Sharpley A.N. ۱۹۸۹. Relationship between soil potassium forms and mineralogy. Soil Science Society of America Journal, ۵۳(۴): ۱۰۲۳-۱۰۲۸.
Smith S.J., Power J.F. and Kemper W.D. ۱۹۹۴. Fixed ammonium and nitrogen availability indexes. Soil science, ۱۵۸(۲): ۱۳۲-۱۴۰.
Steffens D. and Sparks D.L. ۱۹۹۷. Kinetics of nonexchangeable ammonium release from soils. Soil Science Society of America Journal, ۶۱(۲): ۴۵۵-۴۶۲.

Abstract

Potassium (K) is well known as an essential element in agricultural products. This study was conducted in order to determine the statue of this element and its correlation with major soil physicochemical properties. Soil samples were taken from ۲ depths (۰-۲۵ and ۲۵-۵۰ cm) from selected orange orchards (۱۰ orchards) in center, south and west of Fars province. Mean soluble, exchangeable, non-exchangeable, structural and total K were ۲۱.۱, ۱۸۱.۳, ۶۵۸.۵, ۲۳۳۰.۷ and ۳۱۹۷.۵ mg kg^{-1}, respectively. Higher contents of soluble and exchangeable K were measured at soil surface than subsurface soils. A positive and significant correlation was noticed between soluble and exchangeable K. In addition, a positive and significant correlation was noticed between clay content with structural and total K. Totally, most soils (۱۷ soils) had exchangeable K less than critical level (۲۰۰-۲۵۰ mg kg^{-1}). Using of K fertilizers is recommended.

بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای زراعی در بخش جنوبی جلگه خوزستان

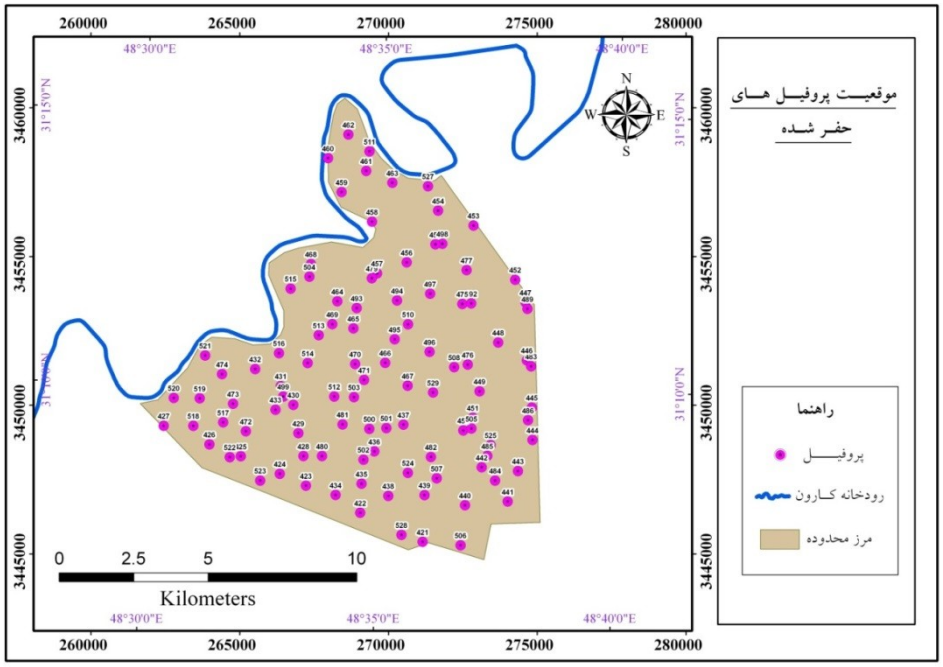
نادر حسینی زارع [۱]، علی غلامی [۲]، ابراهیم پناه پور [۲]، علیرضا جعفرنژادی [۳]
۱- دانش‌آموخته دکترای خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز،۲- استادیار خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز،
۳- عضو هیت علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده
این تحقیق با هدف بررسی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و محدودیت‌های خاکهای کشاورزی در بخشی از دشت جنوب اهواز انجام گردید. به این منظور منطقه‌ای به وسعت ۱۱۰۵۶ هکتار در جنوب اهواز انتخاب و با نمونه‌برداری مکانی، خصوصیات مورد نظر (درصد رس، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربن آلی، آهک، شوری، پ‌هاش و بافت خاک) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل نتایج حاصل با استفاده از روش‌های آماری و به کمک نرم افزار SPSS انجام گردید. نتایج حاصل نشان داد، ۲/۷۱ درصد خاک‌ها (۹۸۲۴ هکتار) دارای کربن آلی کمتر از ۰/۵ درصد، حدود ۵/۸۸ درصد دارای شوری بیش از (ds/m) ۱۶ و ۴/۹۰ درصد دارای آهک بیش از ۴۵ درصد بودند. ظرفیت تبادل کاتیونی (۴۲۰۰ هکتار) کمتر از (meq/۱۰۰g) ۵۵/۱۲ و میانگین ذرات رس (حدود ۱۰۳۲۴ هکتار)، برابر ۳۷/۲۶ درصد اندازه‌گیری شد این اراضی شدیدا آسیب‌پذیر و دارای مشکلات و محدودیت‌های نسبتا زیاد به‌ویژه از نظر شوری خاک، سطح بالا و شوری بسیار زیاد آب زیرزمینی می‌باشد. و در نتیجه ادامه بهره‌برداری بی‌رویه و غیراصولیاز این اراضی، موجب گسترش تخریب محیط زیست می‌گردد.

کلمات کلیدی: خاکهای کشاورزی، جنوب اهواز، خواص فیزیکی و شیمیایی، محیط زیست

مقدمه
نگاه عمده به خاک تاکنون از نظر تولید محصولات کشاورزی و تهیه مواد غذائئ و یا تامین مواد خام اولیه برای پاره‌ای از صنایع بوده است و اصولا تعیین قابلیت اراضی بر این اساس صورت گرفته است ، تنها در سالهای اخیر است که تعمیق بینش و نگرش ((محیط زیست مدارانه)) و گسترش مضمون توسعه پایدار سبب گردیده تا ارزش های اکولوژیکی خاک به عنوان یک منبع طبیعی بالقوه تجدید پذیر ، مورد توجه قرار گیرد. استان خوزستان به دلیل برخورداری از منابع غنی آب و خاک از دیرباز همواره بعنوان قطب کشاورزی مورد توجه مسئولین وقت بوده است. از آنجایی که طی سالیان متمادی نواحی با خاک‌های دارای کیفیت بهتر و مرغوب‌تر به زیر کشت رفته است لذا توسعه و اجرای طرحهای جدید کشاورزی با هدف تامین مواد غذایی جهت جمعیت رو به رشد و تامین امنیت غذایی موجب گردیده تا بهره‌برداری از اراضی با خاک‌های دارای کیفیت نامناسب‌تر و نامرغوب ناچارا مورد توجه و در دستور کار برنامه‌ریزان کشور قرار گیرد. بهره‌برداریبی‌رویه و غیر اصولی از چنین خاک‌های شدیدا آسیب‌پذیر و مسئله‌دار در استان خوزستان که عمدتا شوری و نمکهای محلول مشکل آنها می‌باشد، همانطور که تجربه سالیان اخیر نشان داده است، باعث ایجاد آلودگی منابع آب آبیاری و افزایش مجدد املاح و نمکهای محلول خاک در پایین‌دست تخریب محیط زیست شده است. این پژوهش با هدف بررسی و شناسایی کیفیت فیزیکی و شیمیایی و مسائل و مشکلات بهره برداری از خاک اراضی کشاورزی در جنوب اهواز و با توجه به حفظ محیط زیست منطقه انجام شد.

موقعیت منطقه مورد تحقیق
به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ، منطقه‌ای به وسعت ۱۱۰۵۶ هکتارکه بخشی از اراضی دشت خوزستان واقع در جنوب اهواز است، انتخاب گردید، شکل ۱. رژیم حرارتی خاک هایپرترمیک و رژیم رطوبتی آن اریدیک می باشد. که این رژیم در شرایط آب و هوایی خشک حاصل می گردد. معدل درجه حرارت سالانه ۵/۲۵ درجه سانتی گراد، متوسط بارندگی سالانه ۵/۲۳۸ میلیمتر و میانگین درصد رطوبت سالانه ۴/۳۸ درصد است. شیب منطقه در حدود ۲-۱ درصد بوده و از نظر فیزیوگرافی منطقه مسطح و شامل دشت های آبرفتی رودخانه ای و دشت های رسوبی می باشد.



شکل ۱- موقعیت نقاط نمونه‌برداری از خاک منطقه مورد بررسی

برای نمونه برداری صحرایی از خاک ابتدا موقعیت مکانی نمونه ها با توجه به ویژگی ها و خصوصیات خاک موجود منطقه تعیین شد در این تحقیق با توجه به سوابق مطالعات خاکشناسی موجود در منطقه، پراکندگی نقاط مطالعاتی بگونه ای تعیین شد که خصوصیات سری ها و اغلب واحدهای خاک را بر روی نقشه های خاکشناسی و طبقه بندی اراضی در بر گرفته باشد. بدین منظور تعداد ۱۰۴ نمونه (از عمق ۳۰-۰ سانتی متر) خاک تهیه و تجزیه شد. آنالیز نمونه‌ها و سپس نتایج حاصل با استفاده از کتابنامه شماره ۶۰ وزارت کشاورزی آمریکا، رودس و کلارک (۱۹۷۸)، بولتن شماره ۱۰ خاک سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (۱۹۷۰)، تفسیر نتایج آزمون خاک(پم‌هزلتون و برایان مورفی، ۲۰۰۷) و کتاب روشهای استاندارد تجزیه آب و پساب(۲۰۱۲) تجزیه و تحلیل گردید

نتایج و بحث

خصوصیات آماری ویژگی‌های مورد مطالعه

آماره های توصیفی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه مورد تحقیق که بخشی از خاک اراضی کشاورزی جلگه خوزستان واقع در جنوب اهواز را شامل می شود در جدول (۱) ارایه شده است.

هدایت الکتریکی(EC)

نتایج نشان داد، میزان شوری از ۷/۲ تا ۱۵/۱۸۸ دسی زیمنس بر متر متغیر و متوسط آن برابر با ۶/۷۴ دسی زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. بر این اساس، حدود ۵/۸۸ درصد نمونه های تحقیقاتی دارای شوری بیش از ۱۶ دسی زیمنس بر متر بودند.

ویژگی های آماری	Clay %	Silt %	Sand %	CEC meq/۱۰۰gr	Caco۳ %	OC %	pH	EC ds/m
تعداد	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۴
میانگین	۳۷/۲۶	۴۹/۴۶	۴۶/۲۷	۵/۱۲	۸۶/۴۷	۴/۰	۶۹/۷	۵۹/۷۴
میانه	۲۶	۴۵/۴۵	۲۶	۲۷/۱۲	۴۸	۳۵/۰	۶۹/۷	۶/۷۹
مد	۲۳	۴۵	۲۵	۲/۸	۴۹	۳۲/۰	۲/۷	۹۸/۱۶
انحراف معیار	۴۹/۷	۴۶/۶	۷۴/۱۱	۲۲/۳	۴۱/۱	۱۵۷/۰	۳۱/۰	۴۱
واریانس	۱۴/۵۶	۸۱/۴۱	۱۳۷	۴/۱۰	۹۹/۱	۰۲۵/۰	۰۹۵/۰	۱۶۷۵
چولگی	۰۱۶/۰	۰۷۱/۰	۶۹۴/۰	-۰۳۷/۰	-۶۹۸/۰	۲۸۳/۰	-۳۵۲/۰	۰۸۹/۰
دامنه	۶/۳۲	۳۴	۷۴/۵۸	۰۳/۱۴	۶	۶۸/۰	۱۱/۱	۴۳/۱۸۰
حداقل	۱۰	۳۰	۲۶/۸	۲۱/۵	۴۴	۱/۰	۰۵/۷	۷۲/۷
حداکثر	۶/۴۲	۶۴	۶۷	۲۴/۱۹	۵۰	۷۹/۰	۱۶/۸	۱۵/۱۸۸

جدول (۱) ویژگی‌های آماری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (۱۰۴ نمونه) منطقه مورد مطالعه

اسیدیته(pH(

با توجه به نتایج حاصل، مقدار اسیدیته از ۶۸/۶ تا ۲/۸ متغیر و در کل نقاط تحقیقاتی متوسط آن برابر ۶۹/۷ اندازه‌گیری شد. بر این اساس، بیش از ۴/۶۴ درصد نقاط مطالعاتی دارای pHبیش از ۶/۷ بودند.

کربن آلی(OC)

نتایج نشان داد، کربن آلی از ۱/۰ تا ۷۸/۰ درصد متغیر و متوسط آن در منطقه مورد مطالعه برابر ۳۹۴۷/۰درصد اندازه‌گیری شد. بر این اساس، حدود ۲/۷۱ درصد نمونه های مورد تحقیقاتی دارای کربن آلی کمتر از ۵/۰ و صددرصد نمونه های مطالعاتی دارای کربن آلی کمتر از یک درصد بودند.

آهک(TNV%)

بر اساس نتایج حاصل، مقدار آهک در منطقه مورد تحقیق بالا و از ۳۷ تا ۵۰ درصد متغیر و متوسط آن برابر ۸۶/۴۷ درصد اندازه‌گیری شد. در ۴/۹۰ درصد نقاط مطالعاتی مقدار آهک در خاک بیش از ۴۵ درصد اندازه‌گیری شد. و از این نظر خاک های آهکی بشمار می آیند.

ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC)

نتایج نشان داد، مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی از ۲۱/۵ تا ۲۴/۱۹ میلی اکی والنت در صد گرم خاک متغیر و متوسط آن برابر ۵۵/۱۲ میلی اکی والنت در صد گرم خاک اندازه‌گیری شد. بر این اساس، حدود ۴۹ درصد نمونه ها ی برداشتی دارای مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی کمتر از ۱۲ میلی اکی والنت در صد گرم خاک بودند.

درصد شن(Sand)

بر اساس نتایج بدست آمده، مقدار درصد ذرات شن (Sand) از ۲۶/۸ تا ۶۷ درصد متغیر و متوسط آن در منطقه مورد تحقیق ۴۶/۲۷ درصد اندازه‌گیری شد. همچنین ۷۵ درصد نمونه های برداشتی دارای کمتر از ۳۴ درصد شن بودند.

درصد سیلت (Silt)

مقدار سیلت در منطقه مورد تحقیق از ۲۰ تا ۶۴ درصد متغیر و متوسط آن در کل منطقه مورد تحقیق برابر ۴۹/۴۶ درصد اندازه‌گیری شد. بر این اساس، حدود ۴۹ درصد نقاط مطالعاتی دارای ذرات سیلت بیش از ۴۵ درصد بودند.

درصد ذرات رس (Clay)

نتایج نشان داد، مقدار ذرات رس خاک که خود نقش اساسی و کلیدی در توان خودپالایی خاک بعهده دارد از ۱۰ تا ۶/۴۲ درصد متغیر و متوسط آن ۳۷/۲۶ درصد اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج بدست آمده از نمونه های مطالعاتی، ۱/۷۳ درصد نمونه‌ها دارای ۱۸ تا ۳۴ درصد رس می باشند و جمعا ۶/۸۵ درصد نقاط مطالعاتی دارای کمتر از ۳۴ درصد رس بودند.

بافت خاک

نتاج نشان داد، بافت خاک منطقه مورد پژوهش عموما متوسط تا نسبتا سنگین می‌باشد. بر این اساس، ۳۶ درصد نمونه‌ها دارای بافت از نوع لومی، ۲۴ درصد از نوع لوم‌رسی، ۲۳ درصد رس‌سیلتی و ۱۳ درصد دارای بافت لوم‌سیلتی بودند.

همبستگی بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

همبستگی بین متغیرهای مورد اندازه‌گیری خاک درمنطقه مورد تحقیق واقع در جنوب اهواز در جدول (۲) نشان داده شده است. بر این اساس، میزان ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC) با درصد رس و مقدار کربن آلی خاک همبستگی مثبت معنی‌دار داشت (۰۱/۰ p). از طرفی با مقدار شن خاک دارای همبستگی منفی بود(۷۵/۰-<r). همچنین مقدار CEC با بخش ذرات سیلت خاک همبستگی مثبت داشت..همبستگی مثبت بین میزان کربن آلی با بخش ذرات ریز و همبستگی منفی آن با بخش درشت خاک از جمله دیگر موارد مورد اشاره می باشد. این همبستگی بین کربن آلی و درصد رس خاک مثبت و برابر ۴۵ درصد و با بخش درشت خاک همبستگی منفی و برابر ۳۷ درصد را نشان می دهد.

جدول (۲) همبستگی بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (۱۰۴ نمونه) منطقه مورد مطالعه

	EC	pH	%OC	CaCO۳	CEC	Sand	Silt	Clay
EC	۱							
pH	-۲۷۹/۰**	۱						
%OC	۰۴۲/۰-ns	۰۰۵/۰ ns	۱					
$CaCO_3$	۰۰۴/۰-ns	۰۴۰/۰-ns	۰۰۲/۰-ns	۱				
CEC	۰۵۲/۰ ns	۰۷۶/۰ ns	**۴۸۲/۰	۰۹۵/۰ ns	۱			
Sand	۱۸۶/۰-ns	۰۱۳/۰ ns	**۳۷۵/۰-	۰۷/۰-ns	**۷۵۶/۰-	۱		
Silt	**۲۷۴/۰	۱۶۷/۰-ns	۰۹۹/۰	۱۳۱/۰ ns	**۲۹۷/۰	**۷۶۵/۰	۱	
Clay	۰۵۶/۰ ns	۱۲۶/۰ ns	**۴۵۳/۰	۰۲۴/۰-ns	**۸۷۳/۰	**۸۰۱/۰-	**۲۵/۰	۱

.تغییرات معنی‌داری وجود ندارد. .. تغییرات در سطح ۰۵/۰ معنی‌دار می‌باشد ..: تغییرات در سطح ۰۱/۰ معنی‌دار می‌باشد : ns

عمق و کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

بر اساس نتایج نمونه‌برداری و اندازه‌گیری از منطقه مورد مطالعه و شبکه پیزومتری از منابع آب زیرزمینی دشت جنوب اهواز، سطح آب زیرزمینی عموما در عمق ۲-۲/۱ متری سطح زمین بوده و نتایج تجزیه، هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی را بین ۴۰۰۰ تا ۱۶۰۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر نشان داد.

نتیجه‌گیری نهایی

رشد روزافزون جمعیت و محدودیت منابع تولید موجب بهره‌برداریبی‌رویه و غیراصولی از منابع شدیدا آسیب‌پذیر و در نتیجه گسترش تخریب محیط زیست شده است. منطقه جنوب اهواز و اراضی آبخور واقع در شرق و غرب حوضه رودخانه کارون بزرگ که بالغ بر دویست و پنجاه هزار هکتار را در بر می‌گیرد، امروزه یکی از کانونهای فعال از نظر توسعه کشاورزی، آبزی‌پروری و شیلات،

صنعت و توسعه شهری است.از طرفی با توجه به محدودیت‌های موجود بخصوص از جنبه شوری بسیار بالای خاک و آب زیرزمینی منطقه، باعث شده تا انجام هر گونه توسعه در این بخش از جلگه خوزستان آسیب‌های جدی را برای محیط زیست و بخصوص منابع آب سطحی نظیر رودخانه کارون و اراضی پایین دست آن بهمراه داشته باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد اراضی کشاورزی منطقه مورد مطالعه دارای شوری بسیار زیاد بوده.و به همین علت کشاورزان محلی در تابستان عمدتا برنجکاری به روش غرقابی و کشت مستقیم در سطح وسیع و در زمستان هم به کشت گندم و جو و در سالهای اخیر هم به تغییر کاربری اراضی از کشاورزی به آبزی پروری(پرورش ماهی) مبادرت می‌ورزند که خود در این شرایط خشکسالی و کم‌آبی، هدر روی وسیع منابع آب شیرین و نهایتا تخریب خاک و محیط زیست را بدنبال دارد. دلیل آسیب‌پذیری خاک منطقه مورد مطالعه را می‌توان در شرایط آب و هوایی حاکم بر دشت و جلگه خوزستان، ترکیب معدنی خاکها، شیوه‌ی مدیریت اراضی کشاورزی و سطح بالا و شوری بسیار زیاد آب زیرزمینی جستجو نمود. همچنین شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک غالب بر استان خوزستان امکان تشکیل خاکهای غنی از مواد آلی را فراهم نمی‌آورد.در واقع طی قرنهای متمادی مقدار ماده آلی خاک در مقادیر بسیار کم تثبیت شده و از نظر مواد آلی فقیر می‌باشند.با توجه به مشکلات و محدودیت‌های خاک کشاورزی و آسیب‌پذیری آن، ضروری است با در نظر گرفتن کیفیت منابع خاک و آب موجود و با محوریت حفظ جنبه‌های محیط زیستی منطقه اقدام به برنامه‌ریزی و تعیین الگوی کشت و یا توصیه به هر نوع کاربری و فعالیت مناسبدر منطقه نمود.

منابع

حسینی زارع، ن. ۱۳۹۳. بررسی آلودگی منابع آب و تاثیر آن بر توان خودپالایی خاک‌های کشاورزی در بخش جنوبی جلگه خوزستان. پایان‌نامه دکترای خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان

مومنی، ع. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی فاکتورهای موثر بر ظرفیت خودپالایی خاک دشت‌های کشاورزی استانهای خوزستان و فارس. نشریه شماره ۱۷۷۴. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

نیشابوری، م. و ریحانی تبار، ع. ۱۳۸۹. تفسیر نتایج آزمون خاک(ترجمه). انتشارات دانشگاه تبریز.

Hazelton P. and Murphy B. ۲۰۰۷. Interpreting soil test results.

Donald L. Sparks. ۲۰۰۳. Environmental Soil Chemistry. University of Delaware-۴

۵-European commission, ۲۰۰۵

Abstract

The aim of this study is investigation of physical and chemical properties and limitations of agricultural soils in partly south of Ahvaz plain, Khouzestan. This research was conducted in ۱۱۰۵۶ ha area in south of Ahvaz. In this study area, several properties such as (%Clay, CEC, Organic Carbon, $CaCO_3$, Salinity, pH, Texture)was measured. In this study Statistical Methods and SPSS software used to analysis of data. The results showed that ۷۱.۲% of soils (۹۸۲۴ha) contained less than ۰.۵% Organic Carbon, ۸۸.۵% of soils had Electrical Conductivity more than ۱۶(dS/m), ۹۰.۴% of soils had more than ۴۵% $CaCO_3$. Cation Exchange Capacity in ۴۲۰۰ ha was less than ۱۲.۵۵ meq/۱۰۰gr , and average of clay particles (۱۰۳۲۴ha) was measured about ۲۶.۳۷%. To conclude, these land have serious problems and limitations specially in salinity and The high level of groundwater and its salinity. In result continuation of irregular utilization, cause extension of environment destruction.

مقایسه جذب نسبیکادمیوم، روی و نیکل توسط اسید هیومیک خاکی

سارا ملاعلی عباسیان
استادیار دانشگاه مراغه

چکیده

در ایـن مطـالعه خـاک تحـت جنگـل سـوزنی بـرگ کلاردشـت) مـورد بررسـی قـرار گرفـت. هم‌دماهـای جـذب در دمـای ۲۰ ±۱°C و در سه pH مختلف (۵، ۷ و ۶/۸) تعیین شد. از نیترات و کلراید کلسیم بعنوان الکترولیت زمینه و کنترل کننده قدرت یـونی استفاده شد. برای توصیف داده‌های جذب یون‌های فلزی از معادله فرندلیچ و لنگموئیر یک مکانی استفاده گردید. نتایج بدست آمده نشان داد گروه‌های فنلی اسید هیومیک خاکی بیشتر از گروه‌های کربوکسـیلیک بـود. در pH برابـر ۵ ، جـذب کـادمیوم توسـط اسـید هیومیک خاکی در مقایسه با جذب روی و نیکل بیشتر مشاهده گردید.معادله فرندلیچ به خوبی بر همه داده‌هـا بـرازش یـافت. شـکل خطی مدل لنگموئیر یک مکانی به خوبی به همه داده‌های حاصله برازش نیافت، عدم برازش این مدل می‌تواند دلیل بر نـاهمگنی در مکان‌های جذبی مواد هیومیک باشد.

واژه های کلیدی: هم‌دما، قدرت یونی، فلزات سنگین
، جذب کادمیوم، نیکل و روی توسط اسید هیومیک خاکی (اسید هیومیک استخراج شده از افق سطحی

مقدمه

فلزات سنگین از جمله مهمترین آلاینده‌هایی هستند که امروزه از طرق مختلف به خاک افزوده مي‌شوند. مهمـترین ویژگـی فلـزات سنگین در مقایسه با سایر آلاینده‌ها، پایدار بودن آن‌ها و در نتیجه تجمع تدریجی آن‌هـا در خـاک مي‌باشـد.یکـی از مهم‌تریـن عوامـل موثر در سرنوشت فلزهای سنگین در خاک، توانایی تشکیل کمپلکس با مواد آلی موجود در خاک مي‌باشد. مواد هیومیکی بعنوان زیر مجموعه‌ایی از مواد آلی خاک شامل اسید هیومیک، اسید فولویک و هیومین مي‌باشـد. اسـیدهای هیومیـک دارای منشـا مختلـف از لحاظ ترکیب عنصری، مقدار و نوع گروه‌های عـاملی و درجـه هیـومیکی شـدن متفـاوت هسـتند(Datta et al. ۲۰۰۱)، لـذا ویژگي‌هـای اسیدهای هیومیک از مکانی به مکان دیگر متفاوت بوده و نتایج مربوط به اسید هیومیک استخراج شده از یک نوع خاک را نمي‌تـوان به خاک دیگر تعمیم داد(Senesi et al. ۲۰۰۳; Buurman et al. ۲۰۰۹).

مواد هیومیکی اصولاً بدلیل دارا بودن تعداد زیادی گروه‌های عامل، واکنش‌پذیری بالایی دارند. تعداد و نوع گروه‌های عاملی تـاثیر زیادی در واکنش‌پذیری مواد هیومیکی در محیـط خـاک دارنـد. گروه‌هـای عامـل اسـیدی(مخصوصـاً کربوکسـیل و گروه‌هـای فنلـی) مسئول ظرفیت تبادل کاتیونی مواد آلی خاک بوده و بعنوان نقاط اتصال دهنده مواد آلی به عناصر یا ترکیبات معدنی (ماننـد فلـزات، اکسیدها و هیدروکسیدهای فلزی و رس‌ها) و یا ترکیبات آلی خاک به شـمار مي‌رونـد. بررسـي‌های انجـام شـده نشـان داده اسـت کـه فراوان‌ترین گروه‌های عاملی فعال در مواد هیومیکی، گروه‌های کربوکسیلی و فنولی هسـتند، کـه قادرنـد بـا یون‌هـای چنـد ظرفیـتی مانند Mg^{2}، Cu^{2+}، Cd^{2+}، Hg^{2+}، Fe^{3+}، Al^{3+} و Ca^{2} پیوند ایجاد کنند. یون‌های فلزی اکثراً با گروه‌های کربوکسیلی پیوند ایجاد مي‌نمایند(Tipping et al. ۲۰۰۲).

عواملی مانند منشا و روش استخراج اسید هیومیـک، pH، دمـا، غلظـت و ترکیـب الکـترولیت زمینـه، میـزان جـذب سـطحی فلـزات سنگین را تحت تاثیر قرار مي‌دهند(Tipping ۲۰۰۴). مطالعات برخی از محققین موید این نکته است که در میان عوامل متعدد تاثیرگذار در برهمکنش بین اسید هیومیک و کادمیوم، pH و قدرت یونی دارای اهمیت بیشتری هستند(Liu and Gonzalez ۲۰۰۰; Abate and Masini ۲۰۰۵). حضور مواد هیومیکی، جذب کادمیوم و نیکل بوسیله اکسیدهای آهن را افزایش مي‌دهد(Laxen ۱۹۸۵). ژو و همکاران(۲۰۰۸) با بررسی جـذب نیکـل توسـط مونتموریلونـایت دریافتنـد کـه جـذب نیکـل در pH ۷>بـه قـدرت یـونی وابسـته اسـت در حـالیکه در pH ۷>مستقل از قدرت یونی مي‌باشد(Xu et al. ۲۰۰۸) که این مطابق با یافته‌های چانگ و همکـاران(۲۰۰۸) اسـت. اسـت و همکـاران(۲۰۰۲) در بررسی جذب روی و کادمیوم بر اسید هیومیک خاک جنگلـی دریافتنـد کـه در مقـادیر pH پـایین، روی کمـتر جـذب اسـید هیومیک خاک جنگلی مي‌شود. آن‌ها نشان دادند که پیوند روی در مقایسه با کـادمیوم بـر اسـید هیومیـک خـاک جنگلـی بـه نسـبت قـــــــ

مواد و روش‌ها

استخراج، جداسازی و خالص سازی اسید هیومیک از خاک به روش پیشنهاد شده توسط انجمن بین المللی مواد هیومیکی انجام گرفت(Swift, ۱۹۹۶). به منظور تعیین مقادیر گروه‌های عاملی، در ابتدا اسید هیومیک با اسید کلریدریک ۵/۰ مولار شستشو داده شد و از رزین تبادل کاتیونی(Ion exchangeer I, strong-acid cation exchanger از کمپانی مرک) عبور داده شد تا از اشباع شدن تمام سایت‌های تبادلی اسید هیومیک از یون هیدروژن اطمینان حاصل گردد.سپس محلول خروجی از رزین در اون در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد خشک گردید. برای تعیین اسیدیتی کل یعنی مجموع گروه‌های کربوکسیلی و هیدروکسیل فنولی از هیدروکسید باریم و به منظور تعیین گروه‌های کربوکسیلی از استات کلسیم استفاده گردید. همچنین مقدار گروه‌های هیدروکسیل فنولی از تفاوت مقدار گروه‌های کربوکسیلی و اسیدیتی کل محاسبه گردید(Swift, ۱۹۹۶).بافت خاک به روش هیدرومتری(Bouyoucos, ۱۹۶۲)، کربن آلی خاک به روش والکی و بلک(Nelson and Sommers, ۱۹۹۶)، مقدار کربنات کلسیم معادل به روش کلسیمتر فشاری(Nelson, ۱۹۸۲) و نیز در صد رطوبت اشباع، EC و pH در عصاره اشباع(Rhoades, ۱۹۸۲)اندازه‌گیری گردید.جذب سطحی کادمیوم، نیکل و روی توسط اسید هیومیک بطور مجزا ، در غلظت ثابت ۴/۰ گرم بر لیتر اسید هیومیک، در غلظت ۰۰۸/۰ مولار نیترات کلسیم و کلرید کلسیم بعنوان الکترولیت زمینه، و سه pH (۷ ، ۵ و ۶/۸)، در دامنه ای از غلظت کادمیوم (۱۸۰ - ۰ میکرو مولار)، روی (۸۵/۳۰۵-۰ میکرومولار) و نیکل (۷۷/۳۴۰-۰ میکرومولار) تعیین گردید. به منظور تهیه غلظت‌های مختلف کادمیوم، نیترات کادمیوم و غلظت‌های مختلف نیکل و روی تیترازول آن‌ها مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس آزمایش مقدماتی، زمان تعادل ۱۰ ساعت انتخاب گردید. آزمایش ها در دمای ثابت ۱ ± ۲۰ درجه سلسیوس در انکوباتور انجام شد. پس از آماده سازی هر نمونه، pH آن با استفاده از هیدروکسید کلسیم یا اسید نیتریک و اسید کلریدریک تنظیم گردید. pH نمونه‌ها در میانه زمان تعادل مجدداً کنترل و تنظیم شد. بعد از اتمام زمان تعادل و به منظور جداسازی فاز محلول،نمونه‌ها به مدت ۲۵ دقیقه با سرعت ۱۷۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. محلول رویی به دقت جدا گردید. غلظتکادمیوم، نیکل و روی در محلول رویی بوسیله‌ی دستگاه جذب اتمی اندازه گیری و بر اساس آن و در نظر گرفتن غلظت اولیه، مقدارکادمیوم، نیکل و روی جذب سطحی شده توسط اسید هیومیک محاسبه گردید.

نتایج و بحث

در این بررسی، اسید هیومیک مورد استفاده از خاک‌های جنگلی منطقه کلاردشت که زیر پوشش درختان سوزنی برگ قرار دارد، استخراج گردید. اسید هیومیک موجود در این خاک‌ها در یک فرآیند کاملاً طبیعی و تدریجی- و نه مثلاً در اثر افزودن مواد آلی به خاک- به وجود آمده و از تمام ویژگي‌های یک اسید هیومیک طبیعی برخوردار مي‌باشد. مشخصات خاک مورد استفاده در جدول ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱- برخی از ویژگي‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	O.C (%)	*CCE ($g\ kg^{-1}$)	رطوبت اشباع (%)	EC (dSm^{-1})	pH
لوم‌رسی	۳۲	۴۰	۲۸	۸۱/۶	۱۱/۱۳۷	۲۸/۱۰۰	۴۶/۲	۷۶/۷

* کربنات کلسیم معادل

استخراج اسید هیومیک از این خاک به دشواری و کندی انجام گرفت، زیرا اسید هیومیک موجود در خاک در مراحل پس از تشکیل با انواع کاتیون‌ها و سطوح جامد خاک پیوندهای متعددی تشکیل داده و لذا تا حد زیادی نامحلول گردیده بود. در این بررسی برای استخراج اسید هیومیک از خاک، از روش پیشنهاد شده توسط انجمن بین المللی مواد هیومیکی استفاده گردید. این روش برای بسیاری از خاک‌ها مناسب بوده و راندمان استخراج آن بالا مي‌باشد(Swift, ۱۹۹۶) و چون استخراج اسید هیومیک در اتمسفر نیتروژن انجام مي‌گیرد، مانع اکسیده شدن اسید هیومیک و پیدایش محصولات مصنوعی در فرآیند استخراج مي‌گردد.

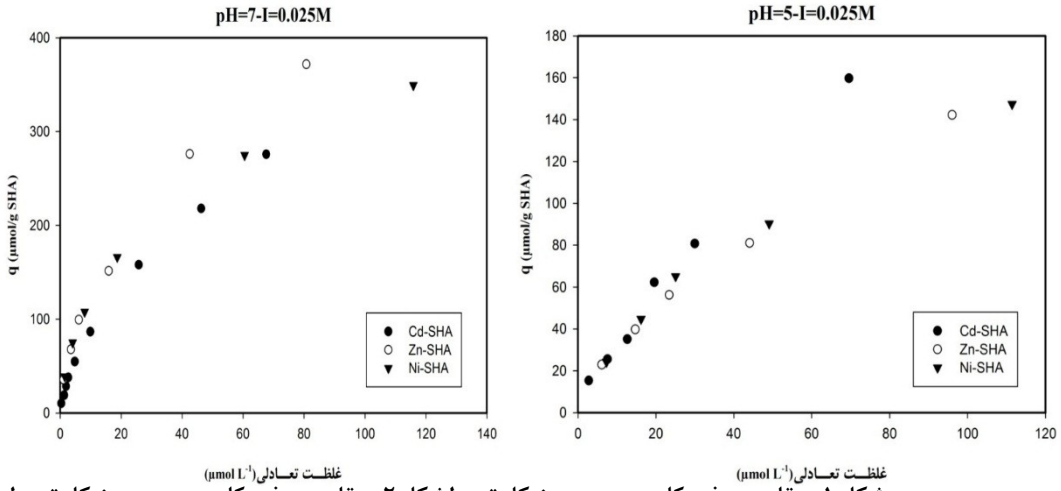
جدول ۲- مقادیر گروه‌های عاملی اسید هیومیک خاکی

نوع اسید هیومیک	اسیدیتی کل ($mmolc\ g^{-1}$)	گروه‌های کربوکسیلی ($mmolc\ g^{-1}$)	گروه‌های فنولی ($mmolc\ g^{-1}$)
خاکی	۶۲/۸	۶۷/۳	۹۵/۴

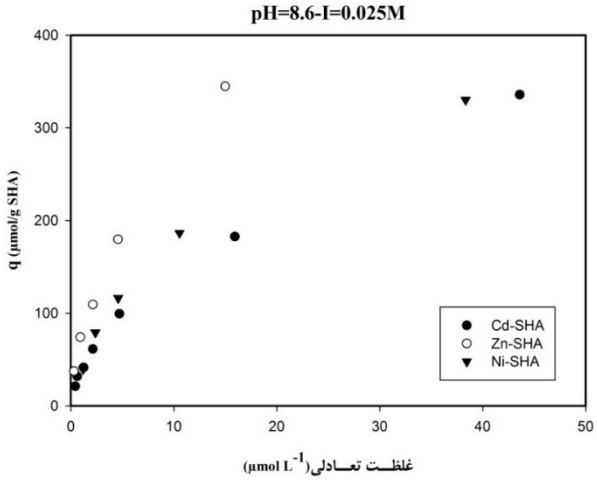
همانطوریکه این جدول نشان مي‌دهد،میزان گروه‌های کربوکسیلی اسید هیومیک خاکی (۵/۴۲ در صد اسیدیتی کل) کمتر از گروه‌های فنولی (۴/۵۷ در صد اسیدیتی کل) مي‌باشد. گروه‌های کربوکسیلیک اسیدي‌تر از گروه‌های فنلی مي‌باشند (pKcar.<pKphen.). گروه‌های فنلی در مراحل اولیه تجزیه مواد هیومیکی به وفور یافت شده (Yong and Mourato, ۱۹۸۸) و از لیگنین موجود در گیاهان چوبی مشتق مي‌گردند (Rashid, ۱۹۸۵). با توجه به اینکه خاک مورد استفاده برای استخراج اسید هیومیک در این بررسی زیر پوشش درختان سوزنی برگ قرار داشته و ورود مداوم مواد آلی به آن (ریزش برگ‌ها) طی سال‌ها ادامه داشته است، و با توجه به پایین بودن دمای خاک در بخشی از سال، مي‌توان تصور کرد که لااقل بخش قابل توجهی از مواد آلی این خاک در مراحل

اولیه و یا میانی فرآیند هیومیکی شدن قرار داشته و لذا نسبت گروه‌های فنلی به گروه‌های کربوکسیلیک در اسید هیومیک استخراج شده از آن بالا باشد.

شکل‌های ۱، ۲ و ۳ جذب کادمیوم، روی و نیکل توسط اسید هیومیک خاکی در pHهای مختلف را نشان می‌دهند. اسید هیومیک خاکی در pH=۵، کادمیوم را بطور کلی بیشتر از روی و نیکل ترجیح می‌دهد. اما در پوشش کم سطح، جائیکه مکان‌های پر انرژی فعال می‌باشند، تمایل به جذب این ۳ عنصر یکسان می‌باشد، که احتمالاً به سبب تشکیل کمپلکس‌های کره درونی قوی توسط هر ۳ عنصر با سطح اسید هیومیک می‌باشد. در pHهای ۷ و ۶/۸ بطور کلی روی بیشتر از نیکل و کادمیوم ترجیح داده می‌شود. اما در pH=۷ در پوشش کم سطح تمایل به جذب روی و نیکل یکسان و بیشتر از کادمیوم می‌باشد، در حالیکه در pH=۶/۸، چه در پوشش کم و چه زیاد، روی آشکارا نسبت به دو عنصر دیگر ترجیح داده می‌شود. احتمالاً تمایل بیشتر روی به تشکیل رسوب در فصل مشترک دو فاز جامد و مایع چه در پوشش کم و چه زیاد، علت این تفاوت باشد.



شکل ۱- مقایسه جذب کادمیوم، روی و نیکل توسطشکل ۲- مقایسه جذب کادمیوم، روی و نیکل توسط pH=اسید هیومیک خاکی در قدرت یونی ۰۲۵/۰ مولار و pH=۷اسید هیومیک خاکی در قدرت یونی ۰۲۵/۰ مولار و ۵



pH=شکل۳- مقایسه جذب کادمیوم، روی و نیکل توسطاسید هیومیک خاکی در قدرت یونی ۰۲۵/۰ مولار و ۶/۸

در این تحقیق، برای توصیف داده‌های جذب سطحی از معادله‌های فرندلیچ (معادله ۱) ، لنگموئیر یک مکانی(معادله ۲) و لنگموئیر دو مکانی (معادله ۳) استفاده گردید.

(۲) در این معادلات q عبارتست از مقدار جذب سطحی یون فلز مورد نظر بر حسب میکرومول بر گرم، C غلظت تعادلی یون فلز بر

حسب میکرومول بر لیتر می‌باشد. در معادله فرندلیچ K_F و n دو ثابت معادله می‌باشند. در معادله (۲) b حداکثر مقدار جذب با همان واحد q و K ثابتی است که می‌توان آن‌را به عنوان یک پارامتر وابسته به انرژی جذب تفسیر نمود.

میزان برازش معادلات فوق بر داده‌های جذب سطحی با استفاده از ضریب تعیین (R^2) و جذر میانگین مربعات خطا ارزیابی (RMSE) گردید.

(۳)

در فرمول فوق، n تعداد نقاط مشاهده‌ای، Z*(xi) و Z(xi) به ترتیب مقدار برآوردی و مقدار مشاهده‌ای برای نقطه iام می‌باشد.

معادله فرندلیچ (معادله ۱) بخوبی بر داده‌های جذبی برازش می‌یابند. پارامترهای مدل در جدول ۳ ارائه گردیده است. این معادله بعلت داشتن دو ثابت (n و K_F) از قابلیت انعطاف خوبی برخوردار است و پژوهشگران زیادی گزارش کرده‌اند که این معادله بر داده‌های بدست آمده از مطالعات جذب سطحی بخوبی برازش می‌یابد یکی از اشکالات این معادله آن است که قادر به برآورد حداکثر جذب نمی‌باشد .

جدول ۳ : ضرایب معادله فرندلیچ در جذب کادمیوم، نیکل و روی توسط اسید هیومیک خاکی در قدرت یونی ۰۲۵/۰ مولار ومقادیر مختلف pH

pH	Cd^{+2}				Ni^{+2}				Zn^{+2}			
	R^2 †	RMSE ††	K_F	n	R^2	RMSE	K_F	n	R^2	RMSE	K_F	n
۵	۹۹۳/۰	۰۳۸/۰	۶۶/۸	۶۵/۰	۹۹۲/۰	۰۲۷/۰	۴۵/۷	۶۴/۰	۹۹۹/۰	۰۰۹/۰	۸۱/۶	۶۶/۰
۷	۹۹۴/۰	۰۳۲/۰	۲/۱۸	۶۶/۰	۹۹۲/۰	۰۳۲/۰	۶۷/۳۵	۴۹/۰	۹۹۹/۰	۰۱۴/۰	۶۳/۳۴	۵۵/۰
۶/۸	۹۹۷/۰	۰۱۹/۰	۲۸/۳۸	۵۹/۰	۹۸/۰	۰۵۴/۰	۳۳/۴۵	۵۴/۰	۹۹۶/۰	۰۲۱/۰	۹۸/۶۷	۶۲/۰

† ضریب تعیین، †† ریشه میانگین مربعات خطا($\mu mol\ g^{-1}$)

مدل لنگموئیر یک مکانی (معادله ۲) بر داده‌ها برازش داده شد. این مدل به خوبی مدل فرندلیچ بر داده‌ها برازش نیافت. اما با حذف یک نقطه از هم‌دما (نقطه اول با کمترین غلظت تعادلی)، این مدل در جذب نیکل و روی توسط اسید هیومیک خاکی در همه pHهای مورد مطالعه به نحو قابل قبولی برازش یافت (R^2 ۹۷/۰). پارامترهای b و K برای این شرایط در جدول ۴ ارائه گردیده است. این مدل بر داده‌های کادمیوم در pH=۶/۸ به خوبی برازش نیافت. عدم برازش این مدل توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است . علت عدم برازش این مدل بر داده‌ها، مفروضات معادله لنگموئیر می‌باشد. مدل لنگموئیر بر سه فرض پوشش تک لایه، مکان‌های جذبی معادل و استقلال مکان‌های جذبی استوار است . بر اساس این فرض‌ها می‌توان توابع ساده‌ای برای سرعت‌های جذب و واجذب نوشت. در حالیکه در سیستم " اسید هیومیک- محلول" حداقل دو فرض مکان‌های جذبی معادل و استقلال مکان‌های جذبی در جذب صادق نمی‌باشند. در سیستم مورد مطالعه حداقل دو نوع مکان جذبی کربوکسیلیک و فنلی در جذب یون‌های فلزی نقش اصلی را ایفا می‌نمایند و مکان‌های گروه‌های فنلی پیوندهای بالنسبه قوی‌تری را با عناصر بر قرار می‌نمایند. علاوه بر این، در هر یک از این دو دسته مکان جذبی، طیف وسیعی از مکان‌های با انرژی متفاوت وجود دارند . بعلاوه سایر گروه‌های عاملی نیز در اسید هیومیک حضور دارند. این تنوع گروه‌های عاملی باعث می‌گردد ناهمگنی سطح از لحاظ مکان جذبی گسترده باشد. علت برازش ضعیف‌تر مدل بر داده‌های کادمیوم در pH=۶/۸ ممکن است مربوط به ناهمگن‌تر شدن سطح از لحاظ انرژی جذب و یا رسوب یون‌های فلزی در سطح در pHهای بالا باشد.

جدول ۴- برازش مدل لنگموئیر یک مکانی بر داده‌ها

ماده هیومیکی	عنصر	قدرت یونی (مولار)	pH	b	K**	R^2 †
SHA	Cd	۰۲۵/۰	۵	۳/۵۲۶	۰۰۶/۰	۹۸/۰
SHA	Cd	۰۲۵/۰	۷	۱۴/۳۵۷	۰۳۸/۰	۹۷/۰
SHA	Ni	۰۲۵/۰	۵	۲۳۸	۰۱۴/۰	۹۸/۰
SHA	Ni	۰۲۵/۰	۷	۴۷۶	۰۳۱/۰	۹۷/۰
SHA	Ni	۰۲۵/۰	۶/۸	۶۲۵	۰۴۲/۰	۹۵/۰
SHA	Zn	۰۲۵/۰	۵	۶/۳۸۴	۰۰۷/۰	۹۶/۰
SHA	Zn	۰۲۵/۰	۷	۵۸۸	۰۲۷/۰	۹۵/۰
SHA	Zn	۰۲۵/۰	۶/۸	۸۳۳	۰۶۶/۰	۸۹/۰

SFA= اسید هیومیک کودی و =CHA ،اسید هیومیک خاکی =SHA ،حداکثر جذب، ** انرژی جذب، † ضریب تعیین *

منابع

Abate, G. and J. C. Masini (۲۰۰۵). "Influence of pH, ionic strength and humic acid on adsorption of Cd(II) and Pb(II) onto vermiculite." Colloids and Surfaces A : Physicochemical and Engineering Aspects ۲۶۲ : ۳۳-۳۹.

Buurman, P., et al. (۲۰۰۹). "Analytical pyrolysis and thermally assisted hydrolysis and methylation of Eurosoil humic acid samples- Akey to their source." Geoderma ۱۵۰ : ۱۰-۲۲.

Datta, A., et al. (۲۰۰۱). "A study on natural and synthetic humic acids and their complexing ability towards cadmium." Plant and Soil ۲۳۵ : ۱۱۵-۱۲۵.

Laxen, D. P. H. (۱۹۸۵). "Trace metal adsorption/coprecipitation on hydrous ferric oxide under realistic conditions : The role of humic substances." Water Res., ۱۹ : ۱۲۲۹-۱۲۳۶.

Liu, A. and R. D. Gonzalez (۲۰۰۰). "Modeling Adsorption of Copper(II), Cadmium(II) and Lead(II) on Purified Humic Acid." Langmuir ۱۶ : ۳۹۰۲-۳۹۰۹.

Senesi, N., et al. (۲۰۰۳). "Humic acids in the first generation of eurosoils." Geoderma ۱۱۶ : ۳۲۵-۳۴۴.

Abstract

This investigation was conducted to study the sorption of cadmium, nickel, and zinc by a humic acid extracted from the surface horizon of a soil under a coniferous forest located in North of Iran. The sorption experiments of all elements were carried out at۲۰±۱ ℃ in three pH values of ۵.۰, ۷.۰, and ۸.۶. Calcium nitrate and calcium chloride were used as background electrolyte for ionic strength adjustment. Empirical models, namely, Freundlich and Langmuir single-site were employed to describe isotherm data. Results indicate percentage of phenolic functional groups in the soil humic acid was higher than carboxylic functional groups. At constant ionic strength, the sorption of cadmium, nickel and zinc were increased with pH. The order affinity of a number of metals for the soil humic acid at pH= ۵ were found to be as: $Cd^{۲+}$>$Ni^{۲+}$ $Zn^{۲+}$. Isotherm data were described adequately by Freundlich equation, however, single-site Langmuir model was not adequately fitted to all isotherm data, which probably is the result of the surface heterogeneity of sites on humic acids.

توزیعشکل‌هایشیمیایی نیکل در خاک‌های آهکی استان‌های کرمانشاه و ایلام

علی چراغی تبار ۱، ابراهیم ادهمی ۲، حمیدرضا اولیایی ۲
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ۲-دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

چکیده
پژوهش حاضر برای بررسی وضعیت توزیع شکل‌های نیکل در تعدادی نمونه خاک‌های آهکی استان‌های کرمانشاه و ایلام انجام شد. عصاره‌گیری متوالی با استات آمونیوم یك مولار خنثی (محلول + تبادلی)؛ استات آمونیوم یك مولار pH۵(کربناتی)؛ هیدروکسیل آمین هیدروکلرید ۰۴/۰ (متصل به اکسیدهای آهن و منگنز)؛ آب‌اکسیژنه ۳۰ درصد (آلی)؛ و اسید نیتریك ۷ مولار (شکلباقی‌مانده) در دو تکرار با نسبت ۲ به ۲۰ خاك: عصاره‌گیر انجام شد. وضعیت توزیع شکل‌های مختلف نیکل در خاک‌های موردمطالعه به‌صورت: شکل تبادلی < شکل شکل کربناتی < شکل آلی < شکل همراه با اکسیدها < شکل باقی‌مانده بود. میانگینغلظتنیکلخاکدراین پژوهش بالاترازمقدارمجازکشورهایمختلفبودبنابراین به نظر می‌رسد در خاک‌های موردمطالعهآلودگینیکلوجوددارد.

واژگان کلیدی: خاک‌های آهکی،شکل‌های شیمیایی، نیکل.

مقدمه
آلاینده‌ها، از جمله عوامل مختل‌کننده اکوسیستم‌ها به شمار می‌روند و در این میان فلزات سنگین به دلیل اثرات فیزیولوژیکی آن‌ها بر موجودات زنده در غلظت‌های کم حائز اهمیت شناخته شده‌اند (حسینی، ۱۳۷۳). فلزات سنگین به‌طور طبیعی در مقادیر مختلف در محیط وجود دارند. مقدار آن‌ها در خاک تحت تأثیر عوامل مختلفی همچون سنگ مادر، وجود منابع آلوده‌کننده، کاربرد کودهای آلی و شیمیایی در کشاورزی و استفاده از پساب‌های صنعتی و شهری در آبیاری متفاوت می‌باشد (میرغفاری، ۱۳۸۴).
منابع آلاینده محیط‌زیست به فلزات سنگین را می‌توان در قالب منابع طبیعی و منابع ناشی از فعالیت‌های بشر تقسیم‌بندی نمود. استخراج و فراوری مواد معدنی به‌خصوص معادن فلزی نقش مهمی در تخریب و آلودگی محیط‌زیست دارند. برخی از فلزات سنگین نظیر مس، روی و نیکل در مقادیر کم به‌عنوان عناصر کم‌مصرف برای رشد گیاهان ضروری هستند و به‌وسیله ریشه از خاک جذب می‌شوند (عرفان منش و همکاران، ۱۳۷۹). از جمله گیاهان حساس به سمیت نیکل غلات را می‌توان نام برد (Kabata- Pendias et al, ۱۹۹۴). میانگین غلظت نیکل در خاک‌های دنیا ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. نیکل خاک به میزان بسیار زیادی به طبیعت مواد مادری بستگی دارد. برای مثال خاک‌های تشکیل یافته از مواد مادری سرپانتین می‌تواند حاوی ۱۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیکل باشد .غلظت معمول نیکل در خاک ۷۵-۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و حد بحرانی غلظت آن در خاک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (حسینی، ۱۳۷۳).
در سال‌های اخیر روش‌های عصاره‌گیری دنباله‌ای یکی از راه‌های تخمین شکل‌های شیمیایی عناصر می‌باشد که به عنوان کامل‌ترین روش توصیفی رفتار کلی فلزات در خاک نام‌برده می‌شود و می‌تواند تخمین خوبی از تحرک بالقوه عناصر را در اختیار ما قرار دهد (Keller et al, ۱۹۹۴). عصاره‌گیری دنباله‌ای یا پی در پی عناصر سنگین در خاک‌ها روشی برای تعیین شکل‌های محلول و تبادلی، آلی، کربناتی متصل به اکسیدها و سولفیدها و تتمهٔ آن‌ها در خاک‌هاست که نتایج آن در پیش‌بینی زیست‌فراهمی، سرعت آبشویی و تغییر شکل عناصر در خاک‌های کشاورزی و آلوده ارزشمند می‌باشد (Miller et al, ۱۹۸۶).
البته هیچ‌کدام از شیوه‌های عصاره‌گیری دنباله‌ای به‌طور کامل در حل کردن شکل خاص یک عنصر کمیاب موفق نبوده‌اند، روش‌های عصاره‌گیری جزء به جزء یا دنباله‌ای استاندارد نشده‌اند و هر محقق روش خاص خود یا اصلاح‌شدهٔ روش دیگران را به کار می‌برد و از روش‌های قدیمی‌تر به‌عنوان مدل‌هایی برای روش‌های جدید استفاده می‌شود. انتخاب روش، بستگی به هم‌بستگی با پاسخ‌های گیاهی، در دسترس بودن ابزارها و مواد و راحتی روش تجزیه دارد (al, Hoff et ۱۹۵۸).
سینگ و همکاران (۱۹۸۸) شکل‌های عناصر کم‌مصرف خاک را شکل محلول + تبادلی، کربناتی، آلی، متصل به اکسیدهای منگنز، متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل، متصل به اکسیدهای آهن متبلور و تتمه فرض کردند. روش پیشنهادی تسیر و همکاران (۱۹۷۹) به صورت گسترده‌ای با اصلاحات جزیی استفاده شده است (Kashem et al, et al, ۱۹۹۷, ۱۹۸۸, Ma et al, Singh ۲۰۰۱). کاشم و سینگ (۲۰۰۱) روش تسیر و همکاران (۱۹۷۹) را به‌صورت آب مقطر، استات آمونیوم خنثی، استات آمونیوم با pH ۵؛ هیدروکسیل آمین هیدروکلرید، آب اکسیژنه و اسید نیتریك اصلاح نمودند.
دشت ماهیدشت یکی از حاصل‌خیزترین نقاط استان کرمانشاه می‌باشد. مساحت حوضه آبریز آن ۱۴۲۰ کیلومترمربع و وسعت دشت آن ۴۶۶ کیلومترمربع است. هلیلان دشتی است کم وسعت ولی حاصلخیز که در بین سه استان کرمانشاه (بخش ماهیدشت)، لرستان و ایلام قرار گرفته است دشت هلیلان تقریباً ۲۵ کیلومتر طول و ۱۴ کیلومتر عرض دارد و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۹۵۰

متر است. اطلاعات چندانی از وضعیت عناصر کمیاب در این دشت‌ها در دسترس نیست. این پژوهش به منظور بررسی توزیع شکل‌های شیمیایی نیکل در نمونه خاک‌های آهکی دشت‌های ماهیدشت و هلیلان در استان‌های کرمانشاه و ایلام و نیز بررسی ارتباط بین این شکل‌ها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر بر روی ۳۰ نمونه‌ی خاک آهکی از افق سطحیاز دشت‌های ماهیدشت و هلیلان در استان‌های کرمانشاه و ایلام انجام شد. مقدار کافی از خاک‌های مورد مطالعه به‌صورت تصادفی جمع‌آوری شده و پس از هواخشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل شد. pHخاک در گل اشباع بافت خاک به روش هیدرومتری اندازه‌گیری شد. ظرفیت تبادل کاتیونی با جانشینی کاتیون‌ها با استات آمونیوم، ماده آلی به روش اکسیداسیون مرطوب کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی‌تعیین شد(جدول ۱).

.جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

	CEC (cmol/kg)	CCE (%)	OC (%)	EC (dS/m)	pH	رس(%)	شن(%)	سیلت(%)
محدوده	۲/۳۷-۴/۱۲	۸/۴۳-۹/۰	۳/۳-۶/۰	۲/۰-۱/۰	۶/۸-۷	۵۲-۴/۹	۳/۶۱-۶	۵۲-۳/۲۹
میانگین ≒ انحراف معیار	۱/۲ ≒ ۶۷/۷ ۵	۱/۱۳ ≒ ۲۴	۵۴/ ≒ ۱ ۰	۱/ ≒ ۰۲/۰ ۰	۲/ ≒ ۳۶/۰ ۸	۲۴ ≒ ۸/۲۶ /۸	۴/ ≒ ۹/۱۰ ۳۴	۵۴ ≒ ۸/۳۸ /۵

.به ترتیب کربناتکلسیممعادل، ظرفیتتبادلکاتیونی،کربنآلی و قابلیت هدایت الکتریکی محلول خاکهستندECو OC، CEC ، CCE

عصاره‌گیری جزء به جزء به روش کاشم و همکاران(۲۰۰۷) در دو تکرار انجام شد. خلاصه مراحل عصاره‌گیری به روشی که در پژوهش حاضر به کار رفته در جدول ۲ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که درتمامعصاره‌هاغلظترویباروشجذباتمیبادستگاه ۲۳۰۰ZCASTHITACHتعیین گردید.

جدول ۲- خلاصه روش عصاره‌گیری دنباله‌ای و شکل نیکل استخراج شده.

شکل‌های شیمیایی نیکل	علامت	مدت تکان دادن (ساعت)	حمام بخار	عصاره‌گیر	میلی‌لیتر عصاره‌گیر برای ۲ گرم خاک
محلول	Sol-X	۱		H_2O	۲۰
تبادلی	Exch-X	۲		۱M NH_4OAc (pH=۷)	۲۰
کربناتی	Car-X	۲		۱M NH_4OAc (pH=۵)	۲۰
متصل به اکسیدهای آهن و منگنز	MnFe-X	گاه‌گاهی	۶	۰۴M NH_4OH.HCL + ۰. CH_3COOH(pH=۳)	۲۰
آلی	OM-X	۵/۰	۵/۵	H_2O_2+۳.۲M NH_4OAc+HNO_3	۲۰
باقی‌مانده	Res-X	گاه‌گاهی	۶	M HNO_3 ۷	۲۰

نتایج و بحث

خصوصیات خاک‌ها از دامنه تغییرات وسیعی برخوردار بودند (جدول ۱).توزیع شکل‌های مختلف نیکل در جدول ۳ آمده است. به‌طور میانگین نیکلمتصل به کربنات‌ها ۱۴/۱درصد، متصل به اکسیدهای آهن و منگنز ۶۴/۱۰ درصد، متصل به ماده آلی حدود ۵۸/۷ درصد و باقی‌مانده ۴/۸۰ درصد مجموع شکل‌های اندازه‌گیری شده را تشکیل می‌دهند. بنابراین می‌توان گفت در خاک‌های مورد مطالعه ترتیب فراوانی شکل‌های شیمیایی نیکل با صرف‌نظر کردن از شکل‌های محلول + تبادلی به‌صورت کربناتی>آلی>اکسیدی> باقی‌ماندهمی‌باشد.

جدول ۳- توزیع شکل‌های شیمیایی نیکل (میلی‌گرم در کیلوگرم) در خاک‌های مورد مطالعه

		عصاره‌گیر				
		محلول + تبادلی	کربناتی	متصل به اکسیدهای آهن و منگنز	آلی	باقی‌مانده
محدوده	ن چ	۲/۸-۴۵/۰	۵/۸۸-۵۵/۱	۲۵/۷۱-۲/۲	۵/۶۵۰-۲/۲۱	
میانگین ≒ انحراف معیار	ن چ	۳۶/۱ ≒ ۴۹/۲	۵۱/۱۷ ≒ ۳/۲۳	۸۵/۱۴ ≒ ۶۴/۱۶	۲/۱۳۱ ≒ ۴/۱۷۶	

.نچ(ناچیز): غلظتمشاهدههشدهکمترازحداندازه‌گیریبادستگاهجذباتمی می‌باشد

مقدار نیکل محلول در آب و تبادلی در همه خاک‌های مورد مطالعه کم‌تر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بود. به نظر می‌رسد مقدار کم نیکل محلول و تبادلی به علت مقدار بالای رس، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و کربنات کلسیم معادل (CCE) خاک‌های مورد مطالعه باشد زیرا این عامل‌ها ظرفیت جذب را در خاک‌ها بالا برده و در نتیجه شکل‌های محلول و تبادلی به شکل‌های کم محلول‌تر رسوب می‌کنند.

مقدار شکل کربناتی نیکل در خاک‌های مورد مطالعه در دامنه ۴۵/۰ تا ۲/۸ با میانگین ۴۹/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک قرار داشت. که به‌طور میانگین ۱۴/۱ درصد نیکل کل را تشکیل می‌داد. در خاک‌های مورد مطالعه نیکل متصل به اکسیدهای آهن و منگنز از ۵/۱ تا ۵/۸۸ با میانگین ۳/۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک تغییر کرد که به‌طور میانگین ۶/۱۰ درصد نیکل کل بود. بیش‌ترین مقدار نیکل بعد از شکل باقی‌مانده در این شکل حضور داشت(جدول ۳). نیکل متصل به ماده آلی از ۲/۲ تا ۲۵/۷۱ با میانگین ۵۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک تغییر کرد. که به‌طور متوسط ۶/۱۶ درصد نیکل کل بود. شکل باقی‌مانده نیکل در خاک‌های مورد مطالعه بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد و در دامنه ۲۵/۲۱ تا ۵/۶۵۰ با میانگین ۵/۱۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک قرار داشت که به‌صورت میانگین ۴/۸۰ درصد نیکل کل را تشکیل داد.

میانگین مجموع شکل‌های نیکل خاك در منطقه مورد مطالعه ۲۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. با توجه به اینکه فعالیت‌های انسانی که باعث ورود نیکل به محیط‌زیست می‌شوند شامل کودهای شیمیایی، صنایع فولاد، ضرب سکه و ساختن ظروف فلزی، پاک‌کننده‌ها و سوختن سوخت‌های فسیلی می‌باشد و در منطقه موردمطالعه به غیر از مصرف کودهای شیمیایی این صنایع وجود ندارد بنابراین علاوه بر مصرف کودهای شیمیایی احتمال دارد که مواد مادری موجود در منطقه حاوی کانی‌های نیکل باشند. میانگین غلظت نیکل خاك در این پژوهش بالاتر از مقدار مجاز کشورهای کانادا (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، استرالیا(۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، لهستان(۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، انگلستان (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و آلمان (۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود.

منابع

حسینی، م،ط. ۱۳۷۳. بررسی برخی از عناصر کمیاب و آگاهی به میزان تجمع آن‌ها در تعدادی از خاک‌های اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

عرفان منش، م. و افیونی، م. ۱۳۷۹. آلودگی محیط‌زیست (آب، خاک و هوا)، انتشارات ارکان.

میرغفاری، ن. ۱۳۸۴. بررسی غلظت سرب در تعدادی از گونه‌های گیاهی طبیعی اطراف معدن سرب و روی ایران کوه در اصفهان. مجله‌ی منابع طبیعی. جلد ۵۸. شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۶۳۵ تا ۶۴۲.

Hoff, D. J. and H. J. Mederski. ۱۹۵۸. The chemical estimation of plant available soil manganese. Soil Science Society of America. ۲۲: ۱۲۹- ۱۳۲.

Kabata- Pendias A.A and H. Pendias. ۱۹۹۴. Trace Elements in Soils and Plants. ۲nd edition. CRC Press Boca Raton, London, New York.

Kashem MA and Singh BR, ۲۰۰۱. Metal availability in contaminated soils: I. Effects of flooding and organic matter on changes in Eh, pH and Solubility of Cd, Ni and Zn. Nutrient Cycling in Agroecosystems ۶۱:۲۴۷-۲۵۵.

Kashem, M.A., B.R Singh, T. Kondo, S.M. Imamul Huq and S.Kawai. ۲۰۰۷. Comparison of extractability Of Cd, Cu, Pb and Zn with sequential extraction in contaminated and non-contaminated soils. J.Environ. Science. Tech., ۴(۲): ۱۶۹ - ۱۷۶.

Keller, C. and JC. Vedy. ۱۹۹۴. Distribution of copper and cadmium fractions in two forest soils. Journal of Environmental Quality. ۲۳: ۹۸۷-۹۹۹.
Ma, L.Q. and Rao, G.N. ۱۹۹۷. Chemical fractions of Cadmium, Copper, Nickel and Zinc contaminated soils. Journal of Environmental Quality. ۲۶:۲۵۹-۲۶۴.
Miller, W. P., D. C. Martens and L. W. Zelazny. ۱۹۸۶. Effect of sequence in extraction of trace metals from soils. Soil Science Society of America. ۵۰:۵۹۸-۶۰۱.
Singh, J.P., S.P.S. Karwasra and M. Singh. ۱۹۸۸. Distribution and forms of copper, iron, manganese and zinc in calcareous soils of India. Soil Science,۱۴۶: ۳۵۹-۳۶۷.
Tessier, A., P. G. C. Campbell and M. Bisson. ۱۹۷۹. Squential extraction procedure for the speciation of particulate trace metal. Journal of Analytical Chemistry. ۵۱:۸۴۴-۸۵۱.

Abstract

Current study conducted to evaluate the distribution of nickel(Ni)fractions in some calcareous soil of Kermanshah and Ilam.Sequential Extraction executed by a molar neutral ammonium acetate (soluble + exchangeable); a ۱M ammonium acetate pH۵ (carbonatic fraction), hydroxyl amine hydrochloride ۰/۰۴(associatedwith iron and manganese oxides);Hydrogen peroxide ۳۰% (organic fraction) and nitric acid ۷ M (residual) with ۲:۲۰ soil:reagent in duplicate on each soil. Distribution of Ni fraction was in the following order : soluble + exchangeable-Ni<Car-Ni<Organic-Ni <Fe and Mn oxides-Ni<Res-Ni. The average concentration of Ni in the soil of this study was higher than permitted in various countries,therefore there is the probability of Ni toxicity in the studied soils.

مدیریت حاصلخیزی خاک با روش پیمایش یکپارچه عناصر غذایی (NOTMUN)

کامران مروج [۱]، پریسا علمداری [۱]، نیکو حمزه پور [۲]
۱- عضو هیئت علمی و استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲- عضو هیئت علمی و استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه

چکیده
بر اساس مبانی علم تغذیه گیاه، نه تنها عناصر غذایی باید در مقادیر مناسب در اختیار گیاه قرار گیرد، بلکه رعایت نسبت مناسب بین آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. هدف این پژوهش بررسی ایجاد تعادل عناصر غذایی در خاک به عنوان یک روش مدیریتی در حاصلخیزی خاک می باشد. در این رابطه مدیریت یکپارچه عناصر غذایی (INM) می تواند مفید باشد. تولید پایدار محصولات کشاورزی ایده استفاده از منابع طبیعی (بدون تخریب آن) برای کسب درآمد بیشتر بویژه برای کشاورزان فقیر را تقویت می کند. در این زمینه مدیریت یکپارچه عناصر غذایی، خاک را بعنوان منبع مواد غذایی ضروری مورد نیاز برای رشد گیاه حمایت و پشتیبانی می کند. در این روش کشاورزان و کارشناسان پایداری و قابلیت دسترسی عناصر کم مصرف و پر مصرف خاك را مورد بررسی قرار مي‌دهند. این روش مدیریتی در واقع یك تغییر رویه از تحقیقات مبتنی بر مصرف سنتی کودها به راه حل‌های جامع در زمینه تلفیق کودهای آلی و معدنی، تلفیق چهارپایان، حفاظت خاك، سیاست‌های کشاورزی و بازار مي‌باشد. تحقیقات نشان می دهد که کیفیت مدیریت حاصلخیزی خاک رابطه مستقیمی با سطح درآمد زارعین دارد. کشاورزان فقیر به علت قیمت بالای کودهای شیمیایی، لغو یا کاهش یارانه های دولتی، مشکلات بانکی و اعتباری و نیز مسائل مربوط به فروش محصولات خود، استفاده از آنها را کاهش داده اند.
کلمات کلیدی: چرخه عناصر غذایی، دانش بومی، کشاورزی پایدار و مدیریت حاصلخیزی خاک،

مقدمه
بطور ذاتی حاصلخیزی خاك در مناطق خشك پائین است و محدودیت‌های محیطی از قبیل درجه حرارت بالا، ظرفیت پائین نگهداری آب، اسیدیته بالا، ماده آلی کم در خاك، عمق کم خاك و غیره آن را تحت تأثیر قرار مي‌دهند. در طی سه دهه گذشته، تمرکز تحقیقات و تلاش ها در زمینه مدیریت حاصلخیزی خاک بر روی تخلیه بسیار زیاد عناصر غذایی در خاک و سیر قهقرایی آنها می باشد. افزایش تولید محصول با تعادل عناصر غذایی در گیاه نسبت مستقیم داشته و تنها راه شناسائی تعادل یا عدم تعادل عناصر در گیاه، بررسی وضعیت حاصلخیزی خاك و غلظت عناصر غذایی در اندام‌های هوایی گیاه است. از یکسو تجزیه و تحلیل نقش انسان در غالب سامانه های مختلف استفاده از اراضی، تاریخچه، نحوه و میزان تأثیرشان بر روی حاصلخیزی خاك و از سوی دیگر، شناخت ارتباط بین انواع گیاهان، حیوانات و خاك ها در این زمینه بسیار مهم است.
Sanchez (۱۹۷۹) معتقد است که وقتی انواع کودهای شیمیایی با قیمت مناسب و به سهولت در دسترس هستند، دلیلی وجود ندارد که به بحث مدیریت عناصر غذایی در خاک توجه ویژه داشت. البته این نگرش در سال های اخیر از جایگاه مناسبی برخوردار نبوده و مصرف کودهای شیمیایی و قیمت آنها به سمت واقعی شدن پیش می رود. همزمان با این موضوع به تدریج استفاده از کودهای سبز جایگزین بخشی از کودهای شیمیایی شده است. البته از اواسط دهه ۱۹۸۰ تا اواسط دهه ۱۹۹۰، جهت گیری محسوسی به استفاده همزمان از کودهای آلی و شیمیایی پیدا شد (FAO., ۱۹۹۵a).
در این راستا مدیریت یکپارچه عناصر غذایی (INM)[۵۹] مطرح شد. هدف از این بحث، تلفیق استفاده مناسب از مواد غذایی طبیعی و ساخته شده توسط انسان (انواع کودهای شیمیایی) به منظور افزایش و حفظ قدرت باروری خاک برای نسل های آینده در یک سامانه زراعی بود. تمرکز اصلی کشاورزی حفاظتی نیز بر تعادل و تناسب در چرخه عناصر غذایی در خاک می باشد. بدین معنی که خاک در حداقل ممکن زیر و رو شود و یک پوشش گیاهی دائمی، نیاز به کودهای شیمیایی را به حداقل برساند. وقتی گیاهان زراعی به مقدار کافی مواد غذایی در اختیار داشته باشند، حساسیت کمتری به آفات داشته و در واقع به نوعی کمک به مدیریت یکپارچه آفات نیز می کنند. استفاده زیاد از کودهای شیمیایی از یکسو می تواند منجر به رشد سریع تر علف های هرز شده و از سوی دیگر توان رقابت آنها با محصولات کشاورزی در جذب عناصر غذایی را نیز افزایش می دهد (Samling., ۱۹۹۳).
بنابراین، بحث مدیریت علف های هرز نیز از طریق زمان، مقدار و روش استفاده از مواد غذایی مورد نیاز گیاه تحت تاثیر قرار گرفته و اثر منفی بالقوه علف های هرز بر رشد محصول را می تواند کاهش دهد (Esilaba et al., ۲۰۰۴). در اکثر مناطق دنیا، کشاورزان سعی در بهبود شرایط خاک برای رشد گیاهان خود دارند. اما تلاش های آنها به علت عدم دانش کافی، منابع مالی کم و در نتیجه بی انگیزه گی آنها با شکست مواجه می شود. در حقیقت سطح بالای فقر علت اصلی و نهفته مشکل مدیریت حاصلخیزی آنها می باشد (FAO.,

[۵۹] Integrated Nutrient Management

۱۹۹۵a). با توجه به توضیحات فوق الذکر، هدف از این مطالعه، بررسی و کنترل تعادل و بهبود چرخه عناصر غذایی در خاک های مناطق خشک به عنوان یک روش مدیریتی در زمینه حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می باشد.

مواد و روش‌ها

مطالب مورد بحث، بخشی از یک سلسله جلسات هم اندیشی با جمعی از کشاورزان نمونه منطقه ای و کشوری، دانشجویان تحصیلات تکمیلی در کنار همکاری تعدادی از متخصصین با تجربه در بخش های دولتی، دانشگاهی و خصوصی در زمینه نگاه به موضوع مدیریت حاصلخیزی خاک می باشد.

نتایج و بحث

در دهه های آینده، چالش بخش کشاورزی در سطح بین المللی افزایش تقاضا برای تولید مواد غذایی با روش های پایدار و سازگار با محیط زیست خواهد بود. کاهش حاصلخیزی خاک و سوء مدیریت مواد مغذی گیاهی در خاک این چالش را تشدید خواهد کرد. در این رابطه، نظارت و کنترل نسبت و مقدار عناصر غذایی در خاک (NUTMON) [۶۰] روش جامع و چند جنبه‌ای است که افراد مختلفی را در بخش مدیریت منابع طبیعی (بطور عام) و در زمینه عناصر غذائی در خاك (بطور خاص) مورد مخ اطب قرار مي‌دهد. روش (NUTMON) در پروژه‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای در زمینه مدیریت حاصلخیزی خاك چه در بخش تجمع عناصر غذائی و چه تخلیه آنها، اجرا می شود. اخیراً نیز این روش در کشورهای چین، اندونزی، تایلند، ویتنام، بورکینوفاسو، اتیوپی، قنا، کنیا، مالی و آوگاندا استفاده شده است (Tandon et al., ۱۹۹۵).

بررسی های انجام شده منجر به تولید شاخص‌های مهمی در زمینه چرخه عناصر غذائی، تعادل عناصر غذائی، چرخه سرمایه و درآمد در مزرعه شده است. نتایج تجزیه و تحلیل‌های کمّی و کیفی برای ارتقاء یا طراحی شیوه های جدیدی که مشکلات مدیریت حاصلخیزی خاك را لحاظ کرده و به بهبود افزایش سرمایه گذاری در مزرعه کمك مي‌كنند، استفاده مي‌شوند. اما سئوالی که مطرح می شود این است که چرا روش نظارت و کنترل نسبت و مقدار عناصر غذایی در خاک توسعه یافته است؟

رشد جمعیت در مناطق مختلف دنیا بویژه در کشورهای در حال توسعه نیازمند افزایش عملکرد محصولات کشاورزی معادل سه تا چهار درصد در سال مي‌باشد. در مناطق فوق الذکر این افزایش تولید باید از طریق خاك هائی صورت بگیرد که در سه دهه گذشته اکثراً از عناصر غذائی تخلیه شده‌اند. حال برای دستیابی به رشد عملکرد مد نظر، همکاری کشاورزان، محققین و سیاستگذاران ضروری است (IFPRI., ۱۹۹۵). یکی از فاکتورهای اساسی در زمینه افزایش تولید، مدیریت حاصلخیزی خاك است. عناصر غذائی خاك تا حد امکان باید حفظ شوند و در همان زمان مي‌بایست عناصر غذائی به خاك اضافه شوند.

اخیراً این روش مدیریتی برای مناطقی که تجمع عناصر غذائی در خاک های آنها وجود دارد، نیز استفاده شده است. این رخداد اغلب در سیستم‌های کشاورزی موجود در شرق آسیا دیده می شود. در این مناطق هدف از چنین روش مدیریتی مصرف مناسب و بهینه عناصر غذائی مي‌باشد. در این روش کشاورزان با آگاهی از میزان عناصر غذایی در خاک مي‌توانند هزینه‌های مربوط به کودهای شیمیائی را بدون اینکه کاهشی در عملکرد اتفاق بیفتد، کاهش دهند (Esilaba et al., ۲۰۰۴).

یکی از مسائل پیش روی مدیریت حاصلخیزی خاک، چند جنبه‌ای بودن آن است. بطور کلی مشکلات حاصلخیزی خاك سه جنبه دارند: بیوفیزیکی، اقتصادی و اجتماعی - فرهنگی. از نقطه نظر بیوفیزیکی، مشکلات مدیریتی شامل مصرف کم و نابهنگام انواع کودهای شیمیایی، اتخاذ عملیات های مدیریتی نامناسب که منجر به هدر رفت زیاد عناصر غذایی از طریق شست و شو و فرسایش مي‌شود و عدم استفاده از کودهای دامی است. از نقطه‌نظر اقتصادی مشکلات مدیریت حاصلخیزی خاك عبارتند از: عدم امنیت محیط اقلیمی و بازار، عدم رعایت حقوق مالکیتی، محدودیت زیر ساخت‌ها و مدیریت ضرر و زیان. از لحاظ جنبه‌های فرهنگی - اجتماعی نیز می توان به برخی تنش های اجتماعی و سطح سواد پایین کشاورزان که تاثیر مستقیمی بر توام مدیریتی آنها می گذارد، اشاره کرد (Scherr and Yadav., ۱۹۹۶).

بطور کلی دانش، آگاهی، خلاقیت و کفایت کشاورز، از جمله عناصر ضروری برای پذیرش فن آوری‌های جدید مي‌باشند. در کنار موارد فوق الذکر، مباحث جمعیتی نیز در این زمینه نقش مهمی بازی مي‌کنند. خانواده‌هائی که سرپرست آن، زنان هستند، اغلب دسترسی کمتری به نهاده های کشاورزی از جمله انواع کودهای شیمیایی و دامی دارند. دلیل آن نیز محدودیت دسترسی به نقدینگی و یا عدم توجه سیستم‌های ترویجی و آموزشی و بنگاه های اعتباری به آنها است (Kumwenda et al., ۱۹۹۶).

با توجه به موانع ذکر شده، چگونه روش نظارت و کنترل نسبت و مقدار عناصر غذایی در خاک (NUTMON) مي‌تواند از مدیریت حاصلخیزی خاك پشتیبانی کند (Tandon et al., ۱۹۹۵)؟

اولین و ضروري‌ترین قدم، درك اهمیت موضوع مدیریت حاصلخیزی خاك است.

دومین قدم این است که راه‌حل‌های مناسبی که تعریف مي‌شود و توسعه مي‌یابند، باید در ارتباط نزدیك با کشاورزان و با همکاری آنها اجرا شود. کاهش حاصلخیزی خاك یك بحث بسیار پیچیده است و یك راه حل منفرد برای آن وجود ندارد. راه‌حل‌ها نیاز به پذیرش محلی دارند و حتماً باید بر پایه اطلاعات کامل از تمام جنبه‌های دخیل در این امر باشند (اجرای روش مدیریتی فرگیری مشارکتی و پژوهش عملی (PLAR)[۶۱]).

---

[۶۰] Nutrient Monitoring

[۶۱] Participatory Learning and Action Research

مدیریت یکپارچه عناصر غذائی به نحوی عمل می‌کند که در نهایت منجر به تولید پایدار از نقطه نظر زیست محیطی، منابع مالی و مسائل فرهنگی - اجتماعی می‌شود. تعادل عناصر غذائی، متغیر بسیار مناسبی برای شناخت هدر رفت عناصر غذائی در خاك است. این متغیر، یك شاخص کیفیت برای خاك می باشد که نشان دهنده تغییرات حاصلخیزی خ اك تحت یك مدیریت مشخص است. شاخص تعادل عناصر غذائی در مقیاس‌های مختلف قابل محاسبه است (پلات، مزرعه، منطقه یا کشور). در شکل ساده و کلی، این پارامتر از طریق کسر عناصر غذائی ورودی به خاك از عناصر خارج شده بدست می آید. حال، تعادل عناصر غذائی منفی نشان می دهد که عناصر غذائی خروجی از سیستم، بیش از عناصر ورودی است. چنین شرایطی به تدریج ذخیره عناصر غذائی خاک را کم می کند. بنابراین، تعادل عناصر غذائی همیشه باید به ذخیره عناصر غذائی خاک ارتباط داده شود تا پایداری سیستم تعیین شود (Esilaba et al., ۲۰۰۴).

مدیریت حاصلخیزی خاک با روش نظارت و کنترل نسبت و مقدار عناصر غذایی (NUTMON) شامل دو فاز است (FAO., ۲۰۰۸b و Esilaba et al., ۲۰۰۴):

فاز شناسائی[۶۲] و فاز توسعه[۶۳].

الف) فاز شناسائی

این مرحله در سطح مزرعه اجرا می شود. چرا که تصمیم گیری های مربوط به مدیریت مزرعه می باشد. هدف فاز شناسائی، تجزیه و تحلیل مشارکتی شرایط موجود با توجه به تخلیه عناصر غذائی خاک و عملکرد اقتصادی مزرعه است. این عمل با کمک از روش مدیریتی پژوهش عملیِ مشارکتی [۶۴](PRA) و نقشه چرخه عناصر غذایی منطقه که با این روش بدست آمده صورت می گیرد. در این زمینه بخشی با نام جعبه ابزار NUTMON نقش مهمی را بازی می کند. زیرا چرخه عناصر غذائی بین خاک، محصول و حیوانات را کمّی می سازد. چنین حرکتی بیان می کند چه فعالیت هائی در یک مزرعه منجر به مصرف عناصر و چه اقداماتی باعث تجمع عناصر می شوند. چرخه های مالی کمّی شده نیز در زمینه فعالیت های سود بخش، نیاز به نیروی کار و سایرمسائل مربوطه آگاهی های لازم را می دهد.

نمونه برداری از خاک و تجزیه و تحلیل آن، اطلاعات ضروری در رابطه با وضعیت کنونی عناصر در خاک به ما می دهد. در این زمینه نیز ابزارهای مشارکتی متنوعی وجود دارند که برای جمع آوری و تجزیه و تحلیل بینش سایر افراد ذینفع فعال در خصوص مشکلات حاصلخیزی خاك، استفاده می‌شوند. نتایج کمّی جعبه ابزار NUTMON که اغلب با اطلاعات کیفیِ جمع‌آوری شده از سایر افراد ذینفع ادغام شده است، یك پایه و اساس محکم برای شناسائی صحیح و مناسب مبتنی بر پژوهش های عملیِ مشارکتی در رابطه با مشکلات ایجاد می‌کند. ماحصل این مرحله، چرخه و ذخیره کمّی شده عناصر غذائی، شاخص‌های عملکرد مالی، نمودارهای چرخه، رتبه بندی مشکلات و راه‌حل‌های ممکن و توصیفات مبتنی بر تاریخ مربوط به اِعمال اقدامات مدیریت حاصلخیزی خاک است. در طول این مرحله، شناخت ذینفعان مختلف (کشاورزان، محققان و مروجان) و شرایط بحرانی اقتصادی و بیوفیزیکی باهم منجر به یک درك مناسب از مشکلات موجود می‌شوند.

ب) مرحله توسعه

این مرحله در دو سطح قابل اجرا می باشد. سطح مزرعه و سطوح ملی. در سطح مزرعه، در چهارچوب یك فرآیند توسعه تکنولوژی مشارکتی اجرا می‌شود. هدف آن شناسائی و توسعه تکنولوژی‌هائی است که مشکلات شناخته شده در مرحله شناسائی را مد نظر قرار می‌دهد. براساس فاز توسعه، کشاورزان فنون و طرح هایی که در سطح مزرعه آزمایش شده‌اند و به نتیجه رسیده اند را اولویت‌بندی می‌کنند. برای مثال در تعادل منفی عناصر غذائی در خاک که بوسیله فرسایش و یا شستشوی شدید ایجاد شده، ممکن است نیاز به استفاده از فنون مربوط به حفاظت خاك باشد یا زمانیکه تعادل منفی عناصر غذائی به دلیل استفاده کم از عناصر غذائی در خاك باشد، ممکن است نیاز به فراهم آوردن تغییرات در زیر ساخت‌های نهاده های کودی برای استفاده بیشتر از آنها، باشد. جعبه ابزار NUTMON نقش مهمی در پیمایش کردن و ارزیابی تأثیر کاربرد فنون مختلف از طریق فراهم کردن اطلاعات کمّی و علمی دارد.

در سطوح ملی، توسعه سیاستگذاری های مشارکتی قابل اجرا می باشد. نتایج حاصل از شناسائی و اصلاح سیستم های اصلی کشاورزی در یك ناحیه، به سطوح منطقه‌ای تعمیم داده می‌شوند و سیاست‌گذاران با نتایج حاصله از آن اقدام به برنامه ریزی می کنند. شایان ذکر است که جعبه ابزار NUTMON برای مشابه سازی تأثیر فنون یا گزینه‌های سیاسی در این بخش به کار رود.

بطور کلی در هر دو مرحله (شناسائی و توسعه)، دانش و تجربیات از سیستم های متکی بر آموخته های محلی برای رسیدن به بهترین و مناسب ترین راه‌حل‌ها، جمع‌آوری می‌شود. فرآیند ادغام این یافته ها، منجر به ایجاد ظرفیت تحقیق برای کشاورزان (فراگیری نحوه استفاده از علوم کاربردی) و محققان (افزایش دانش در زمینه عملیات مدیریت در مزرعه) می‌شود.

در نهایت می توان متذکر شد که آینده ارتقاء سیستم‌های کشاورزی به طور جدی به علت تخلیه عناصر غذائی از خاك در مناطق خشک و نیمه خشک و تمام سیستم‌های مدیریت عناصر غذائی خاك تهدید می‌شود. علت این چالش بین نواحی مختلف به میزان قابل توجهی متفاوت است که ضرورت وجود روش های گوناگون مدیریت حاصلخیزی خاک برای حل این مشکل را نشان می‌دهد. برای غلبه بر مشکلات مختلف مربوط به کاهش حاصلخیزی خاك، تلفیق جنبه‌های مختلف علوم کشاورزی (خاك، زراعت، باغبانی، اقتصاد و ترویج) الزامی است. همانطور که تلفیق دانش فنی و دانش بومی کشاورزان ضروری است.

---

[۶۲] Diagnos
[۶۳] Development
[۶۴]- Participatory Research Action

همچنین مشارکت بخش غیر دولتی و خصوصی برای افزایش راندمان در استفاده موثر از مواد مغذی گیاهی در غالب انواع کودهای شیمیایی، حیوانی و سبز، تحت نظارت ارگان ها و سازمان های ذیربط دولتی در بخش های توزیع و فروش موثر، عادلانه، و بدون آلودگی مهم می باشد. اشکال مختلف مشارکت از جمله طراحی، آزمایش و گسترش ارتقاء یافته استراتژی های مدیریت مواد مغذی گیاهی بوسیله نهادهای محلی و سازمان های اجتماعی از جمله انجمن کشاورزان آموزش دیده باید ترویج شود (Roy et al., ۲۰۰۶).

استراتژی کلی برای افزایش راندمان محصولات کشاورزی و پایداری آنها در سطح بالا باید در غالب روش های یکپارچه برای مدیریت عناصر غذایی خاک همراه با سایر شاخص های مکمل باشد. چنین روشی، خاک را به عنوان محل ذخیره اغلب مواد غذایی ضروری برای رشد گیاه تلقی کرده و نحوه مدیریت آنها نیز اثر مستقیمی بر رشد گیاه، حاصلخیزی خاک و کشاورزی پایدار خواهد داشت. کشاورزان، محققین، سازمان های دولتی وخصوصی مسئول نقش مهمی در باروری و حاصلخیزی پایدار خاک دارند. در این میان، دولت ها در بهبود و ترویج سیاست هایی که سهمی در مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه دارند، بسیار تاثیرگذار هستند. این نقش شامل اختصاص منابع مای و غیر مالی به برنامه های تحقیق و توسعه ملی و ایجاد یک محیط مناسب برای این زمینه است. در این راستا جایگاه دولت بتدریج از توزیع کننده و تولید کننده انواع کودهای شمیایی به تنظیم کننده بازار برای عرضه محصولات تولید شده هم به شکل ارگانیک و هم غیر ارگانیک تغییر خواهد کرد. برای اینکه چنین زمینه تغییری فراهم شود، ضروری است که یک بازسازی و توسعه اساسی در زیرساخت هایی مانند صنعت حمل و نقل، ارتباطات، سرمایه گذاری های مالی و بازارهای فروش رخ دهد. زمانیکه کشاورزان مناطق دور افتاده به بازارهای فروش دسترسی پیدا کنند، انتقال فن آوری، تولید پایدار و توانایی فروش محصولات و خدمات آنها میسر می شود (FAO., ۲۰۰۸b). البته، مناطق کمتر توسعه یافته باید موقتا با برنامه هایی که منجر به حفظ و ارتقاء ذخایر مواد غذایی گیاهی و حاصلخیزی پایدار خاک می شود، پشتیبانی گردند.

منابع

Esilaba A., Byalebeka J.B., Delve R. J., and Ssenyange D. ۲۰۰۴. "On farm testing of integrated nutrient management strategies in eastern Uganda". Agricultural Systems.

FAO. ۱۹۹۵a. Integrated plant nutrition system. FAO Fertiliser and Plant Nutrition Bulletin No. ۱۲. Rome. ۴۲۶ pp.

FAO. ۲۰۰۸b. Current world fertiliser trends and outlook to ۲۰۱۱/۱۲, FAO, Rome.

Gruhn P. and Goletti F. ۲۰۰۰. Integrated nutrient management, soil fertility and sustainable agriculture: current issues and future challenges, IFRPI ۲۰۲۰ Vision Brief.

IFPRI (International Food Policy Research Institute). ۱۹۹۵. Biophysical limits to global food production (۲۰۲۰ Vision). Washington, DC. ۲.

Kumwenda J. D. T., Waddington S. R., Snapp S. S. and Blackie M. J. ۱۹۹۶. Soil fertility management research for the maize cropping systems of smallholders in southern Africa: A review. Natural Resources Group Paper ۹۶-۰۲. Mexico City: International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT).

Roy R. N., Finck A. and Tandon H. L. S..۲۰۰۶. Plant nutrition for food security, FAO Rome, ۲۰۰۶.

Sanchez P.A. ۱۹۷۹. Soil fertility and conservation considerations for agroforestry systems in the humid tropics of Latin America. In Soil Research in Agroforestry, eds. H.O. Mongi and P.A. Huxley, pp. ۷۹-۱۲۴. Nairobi, Kenya: International Council for Research in Agroforestry.

Scherr S. J. and Yadav S. ۱۹۹۶. Land degradation in the developing world: Implications for food, agriculture, and the environment to ۲۰۲۰. Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper ۱۴. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.

Smaling E.M.A. ۱۹۹۳. An Agro-ecological Framework of Integrated Nutrient Management with Special Reference to Kenya. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Tandon, H. L. S. ۱۹۹۸. Use of external inputs and the state of efficiency of plant nutrient supplies in irrigated cropping systems in Uttar Pradesh, India. In Proceedings of the IFPRI/FAO workshop on soil fertility, plant nutrient management, and sustainable agriculture: The future through ۲۰۲۰. ed. P. Gruhn, F. Goletti, and

Roy R. N., Washington, DC and Rome: International Food Policy Research Institute and Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Abstract

Based on the principles of plant nutrition, not only, considering the appropriate amount of nutrients used by plants is important, but also the proper ratio of them is essential.The objective of this study is the evaluation of sustainable

nutrient balance in soil as a method of soil fertility management. In this regard. the integrated nutrient management (INM) method can be useful. Sustainable agricultural production incorporates the idea that natural resources should be used to increase farmers' incomes, especially for low-income groups, without degredtion of natural resources. In this context, INM maintains soils as a storage of plant nutrients that is essential for vegetative growth. Also,, farmers and technicians analyze stability and availability of micro and macro nutrients. INM is a change in researches from traditional use of fertilizers toward providing the comprehensive solutions in the field of integration of organic and inorganic fertilizers, integrated livestock, soil conservation, agricultural policies and the market. Researches show that quality of soil fertility management is directly related to the level of wealth and income of farmers. Poor farmers have reduced the use of type of chemical fertilizers due to the high cost of them, cancellation or reduction of government subsidies, credit and financial problems as well as issues relating to the offer and sale of their products.

تاثیر منابع و مقادیر مختلف کودهای آلی در تامین فسفر مورد نیاز گندم

احمدرضا اخوتیان اردکانی [۱]، اسماعیل صابری مقدم [۱]، محمد زارع مهرجردی [۲]، عباسعلی واحدیان [۲]
۱-کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد، ۲-کارشناس ارشد مهندسی علوم خاک و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد

چکیده
جهت بررسی منابع و مقادیر مختلف کودهای آلی در تامین فسفر مورد نیاز گندم، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در سه تکرار، در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی یزد اجرا شد. سه سطح کود آلی از دو منبع کود دامی گوسفندی و ورمی کمپوست و ۴ سطح کود سوپر فسفات تریپل اعمال گردید. برای سال زراعی اول تیمارهای کود آلی بجز تعداد خوشه در متر مربع در سطح ۱% و وزن هزار دانه در سطح ۵% تاثیر معنی‌داری بر اجزاء عملکرد نداشته است که با توجه به اثر اصلاحی دراز مدت کودهای آلی قابل توجیه می‌باشد. در رابطه با تیمارهای کود فسفره، تعداد دانه و تعداد خوشه در مترمربع در سطح ۱% و بیوماس در سطح ۵% معنی‌دار بوده است. همچنین اثرات متقابل مصرف کود آلی و شیمیایی روی عملکرد کاه، بیوماس کل و وزن هزار دانه در سطح ۱ % و تعداد خوشه در مترمربع در سطح ۵% معنی‌دار بوده است.

واژه های کلیدی: کود آلی، فسفر، گندم

مقدمه
مواد آلی جزء لاینفک خاک برای کشاورزی پایدار هستند. در ۶۰ درصد اراضی کشاورزی کشور میزان کربن آلی خاک کمتر از یک درصد می باشد؛ در صورتی که حد مطلوب آن جهت تولید اقتصادی بایستی ۳-۲ درصد باشد. چنین وضعیتی در خاک های کشور بی تردید توان تولید خاک های کشور را مورد تهدید قرار می دهد. سالانه حدود پنجاه میلیون تن بقایای کشاورزی و کود دامی تولید می شود که بازگشت آن به خاک می تواند از تخلیه عناصر غذایی جلوگیری نموده و جایگزین بخشی از کودهای شیمیایی که از منابع تجدید شونده نمی باشند، گردد. از این رو وزارت جهاد کشاورزی در نظر دارد در برنامه چهارم توسعه با استفاده از کلیه منابع ماده آلی و همچنین بهبود مدیریت کشت و کار، میزان ماده آلی خاک های کشور را افزایش دهد تا تولیدات کشاورزی پایدار گردد و خاک قدرت باروری خود را حفظ نماید. با عنایت به کاهش مواد آلی در خاک های زراعی کشور و منافات داشتن آن با کشاورزی پایدار، نیاز به تولیدات بیشتر کشاورزی، حفظ خاک به عنوان یکی از ارکان منابع طبیعی برای نسل آینده و سطح زیر کشت قابل ملاحظه گندم در کشور اجرای این تحقیق ضروری به نظر می رسد.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی خاک و اثر متقابل آنها با کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزاء آن درکشت گندم و نیز دستیابی به توصیه مناسب کودهای آلی و شیمیایی، آزمایشی در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد به مرحله اجرا در آمد. آزمایش به صورت: اسپلیت فاکتوریل در سه تکرار، در کرت های دائم صورت پذیرفت. تیمارهای آزمایش به شرح زیر در نظر گرفته شد:
الف- منبع کود آلی: کودهای آلی مورد استفاده، کود دامی گوسفندی و ورمی کمپوست بودند.
ب- مقدار مصرف کود آلی: سه سطح کود آلی بکار رفت که این میزان برای کود دامی گوسفندی به ترتیب برابر ۰ (M۰)، ۱۰ (M۱)و ۲۰ (M۲) تن در هکتار و در مورد ورمی کمپوست برابر با ۰ (M۰) ، ۵ (M۳)و ۱۰ (M۴) تن در هکتار بود.
ج- مقدار مصرف کود شیمیایی: مقدار مصرف کود شیمیایی فسفره مورد استفاده بر اساس آزمون خاک به شرح زیر اعمال گردید:
P۰ = Control شاهد عدم مصرف کود فسفره
P۱ = ۱۰۰%Soil test میزان ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل
P۲= ۷۵% Soil test میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل
P۳= ۵۰% Soil test میزان ۶۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل
جهت تمامی تیمارها بر اساس توصیه ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۴۲۵ کیلوگرم در هکتار اوره، میزان کود مورد نیاز کرت ها محاسبه و اعمال گردید.
قبل از کوددهی و کاشت، یک نمونه خاک مزرعه محل اجرای پروژه برداشت شد و پس از خشک و الک شدن مورد آزمایش قرار گرفت. خصوصیاتی از قبیل بافت، هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربن آلی و فسفر اندازه گیری شد. همچنین نمونه های کود دامی و

ورمی کمپوست مورد آزمایش قرار گرفتند و خصوصیاتی از قبیل درصد رطوبت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربن آلی و فسفر اندازه گیری شدند. کودهای آلی بر مبنای تیمار و وزن خشک محاسبه و در تیمارهای مختلف اعمال شدند. این طرح تحقیقاتی سه ساله می باشد. کرتهای بیست متر مربعی آماده شد و تیمارهای کودی و سایر کودهای مورد نیاز در آنها اعمال شد.
گندم رقم سیوند در نیمه دوم آبان به میزان ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار به صورت خطی کاشت شد. نمونه برداری بوته های گندم در مرحله ظهور خوشه از برگ پرچم برداشت و در آزمایشگاه بخش خاک و آب میزان فسفر آن اندازه گیری شد. در پایان دوره کشت گندم، یک متر مربع از کرت های آزمایشی برداشت شده و اجزای عملکرد شامل بیوماس، میزان کاه و دانه گندم، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه و تعداد خوشه در متر مربع در هرکرت اندازه گیری شد. پس از برداشت محصول از خاک محل هر تیمار نمونه برداری انجام و میزان فسفر و کربن آلی در آن اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

مبنای توصیه کودی، نتایج آنالیزهای آزمایشگاهی خاک مزرعه (قبل از کاشت) بوده اند. این نتایج در جدول یک آمده است. مشخصات آب آبیاری مورد استفاده به شرح جدول (۲) می باشد.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه قبل از کاشت

پارامتر	EC	pH	TNV	OC	ازت کل	av.P	av.K	Sand	Silt	Clay	TEX.
واحد	dSm^{-1}			gKg^{-1}		$mgKg^{-1}$		%			
مقدار	۴.۵	۷.۸	۱۶.۷	۰.۲۵	---	۷.۳	۱۲۸	۶۹.۲	۵.۸	۲۵	SCL
پارامتر	Na	Mg	Ca	Cl	CO_3	HCO_3	Fe	Mn	Zn	Cu	SAR
واحد			$meql^{-1}$				$mgKg^{-1}$				
مقدار	۱۳.۵	۱۱.۸	۳۴.۶	۱۳.۸	۰	۳.۵۰	۱.۵	۲.۹۶	۱.۵	۰.۲۸	۲.۸۰

جدول ۲. مشخصات آب آبیاری مورد استفاده

EC	pH	TDS	Na	Mg	Ca	Cl	CO_3	HCO_3	SAR	TH	RSC
dS/m			meq/l								
۳.۶	۷.۵	۲۳۰۷	۲۱.۳	۱۳.۲	۱۳.۶	۲۵.۵	۰	۳.۳	۵.۸	۱۳۲۸.۳	-۲۳.۵

ترکیب کودهای آلی به عوامل متعددی بستگی دارد که در این قسمت نتایج آنالیز کود دامی گوسفندی و ورمی کمپوست مصرفی در طرح آمده است(جدول ۳).

جدول ۳. مشخصات کودهای آلی مورد استفاده

مشخصات نمونه	EC۱:۱۰	pH ۱:۱۰	خاکستر	O.C	total N	C/N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Ca	Mg	Na
	ms/cm			%			%		ppm					%	
کود گوسفندی	۸.۳	۷.۹	۲۵.۲	۴۶.۸	۱.۳۰	۳۶	۰.۱۶	۲.۰۰	۲۵۰۰	۳۰	۱۵۲	۳۰	۱.۸	۰.۶	۰.۵۵
ورمی کمپوست	۵.۰	۷.۸	۵۳	۲۶.۶	۱.۶۵	۱۶.۱۲	۰.۵۱	۰.۸۷	۹۴۷۵	۱۴۵	۵۳۶	۵۵	۳.۸	۱.۳	۰.۵۱

اثرات فیزیکی و شیمیایی کاربرد کود های آلی در کوتاه مدت ظاهر نمی‌شود ولی در طولانی مدت به خوبی آشکار می‌شود. در این آزمایش نیز تیمارهای کود آلی در سال اول، بجز روی تعداد خوشه در متر مربع در سطح ۱% و وزن هزار دانه در سطح ۵% تاثیر

معنی داری بر اجزاء عملکرد و سایر اجزاء تولید نداشته است(جدول ۴). همچنین تیمارهای کود فسفره بر روی تعداد دانه و تعداد خوشه در متر مربع در سطح ۱% و بیوماس در سطح ۵% معنی دار بوده است. اثرات متقابل مصرف کود آلی و شیمیایی بر روی عملکرد کاه، بیوماس کل و وزن هزار دانه در سطح ۱ % و تعداد خوشه در متر مربع در سطح ۵% معنی دار بوده است. لازم به ذکر است خاک زمین مورد استفاده از لحاظ سطح حاصلخیزی و مواد آلی ضعیف بوده و بافت نسبتاً سبک و وجود سنگریزه در آن باعث ظرفیت کم نگهداری آب در خاک شده و در نتیجه کم آبیاری باعث گردیده تا رطوبت خاک یکی از عوامل مهم کنترل کننده عملکرد باشد.

نتایج آنالیز آماری طرح فسفر روی گندم در جدول ۴ تا ۶ آمده است.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس طرح آزمایشی فسفر روی گندم

پارامتر	دانه	کاه	بیوماس	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه g
تکرار	۰۱۷۹/۸**	۸۱۲۰/۱	۲۳۳۳/۴*	۴۴۵۸/۵*	۸۷۱۱/۱	۱۰۸۵/۳
کود آلی (A)	۹۶۵۷/۱	۲۲۳۹/۲	۳۹۰۲/۲	۲۴۷۷/۸**	۴۵۳۵/۱	۳۰۱۵/۶*
کود شیمیایی (B)	۲۶۹۸/۶**	۱۸۵۳/۴	۳۹۵۵/۵*	۶۰۰۰/۲**	۹۹۶۸/۰	۹۱۴۱/۰
AB	۳۲۶۵/۱	۳۱۰۳/۵**	۱۰۲۹/۳**	۷۴۴۳/۲*	۶۵۱۹/۰	۰۷۱۱/۵**

معنی داری در سطح ۵ درصدمعنی داری در سطح یک درصد***

بر پارامترهای عملکرد طرح آزمایشی فسفر رویگندم (P)و کود شیمیایی (M) جدول ۵. مقایسه میانگین تیمارهای کود دامی

پارامتر	دانه Kg ha^{-1}	کاه Kg ha^{-1}	بیوماس Kg ha^{-1}	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه gr
P۰	۴۷۰/۳^{b}	۶۵۴/۵^{ab}	۱۲۴/۹^{b}	۹/۳۴۶^{a}	۱۲/۴۲^{a}	۶۴/۴۱^{a}
P۱	۷۳۰/۳^{b}	۲۹۵/۵^{b}	۰۲۵/۹^{b}	۴/۳۱۹^{a}	۱۶/۴۰^{a}	۲۰/۴۱^{a}
P۲	۳۱۰/۴^{a}	۱۵۶/۶^{a}	۴۷/۱۰^{a}	۷/۳۶۳^{a}	۲۸/۴۲^{a}	۸۶/۴۰^{a}
P۳	۸۷۴/۳^{ab}	۳۲۱/۵^{b}	۱۹۶/۹^{ab}	۳/۳۲۸^{a}	۱۷/۴۲^{a}	۹۴/۴۱^{a}
M۰	۴۱۸/۳^{b}	۸۳۴/۴^{b}	۲۵۲/۸^{b}	۹/۳۱۳^{ac}	۹۷/۴۱^{a}	۰۰/۴۰^{b}
M۱	۹۵۷/۳^{ab}	۶۲۷/۵^{ab}	۵۸۵/۹^{ab}	۳/۳۴۹^{b}	۹۲/۴۰^{a}	۱۳/۴۲^{a}
M۲	۸۵۲/۳^{ab}	۸۵۸/۵^{ab}	۷۱۰/۹^{ab}	۰/۲۹۹^{c}	۷۳/۴۳^{a}	۸۰/۴۲^{a}
M۳	۰۶۰/۴^{a}	۵۳۵/۵^{ab}	۵۹۵/۹^{ab}	۳/۳۳۹^{ac}	۹۷/۴۰^{a}	۳۳/۴۰^{bc}
M۴	۹۴۱/۳^{ab}	۱۷۹/۶^{a}	۱۲/۱۰^{a}	۳/۳۹۶^{a}	۸۳/۴۰^{a}	۷۸/۴۱^{ac}

همانگونه که مشاهده می‌گردد مصرف کود فسفره، صرف نظر از کود دامی توانست باعث بهبود بعضی از پارامترهای عملکرد شود. اگر چه افزایش میزان کود فسفر در بالاترین سطح بر عملکرد معنی دار نبود ولی اثر کود آلی بر پارامترهای عملکرد معنی دار بود؛ به طوریکه بیشترین میانگین عملکرد دانه مربوط به تیمار مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست می باشد. همچنین بیشترین میانگین عملکرد کاه، بیوماس، تعداد خوشه در متر مربع و تعداد دانه در خوشه مربوط به تیمار مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بود. تنها مصرف دو تیمار کود دامی بر وزن هزار دانه تاثیر معنی دار داشته به طوریکه بیشترین میانگین آن مربوط به دو تیمار مصرف کود دامی می باشد.

جدول ۶. مقایسه میانگین های اثرات متقابل تیمارهای طرح آزمایشی فسفر روی گندم

تیمار	دانه Kg ha^{-1}	کاه Kg ha^{-1}	بیوماس Kg ha^{-1}	وزن هزار دانه	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه gr
M۰P۰	^{CD}۹۱۷/۲	^{G}۱۷۲/۴	^{FG}۰۸۹/۷	^{DEF}۳/۳۱۰	^{A}۲۳/۴۲	^{E}۹۵/۳۹
M۰P۱	^{D}۷۱۵/۲	^{G}۲۱۳۷/۴	^{G}۹۲۸/۶	^{FG}۳/۲۷۰	^{A}۱۷/۳۸	^{F}۴۴/۳۷
M۰P۲	^{AB}۳۷۳/۴	^{BCDE}۷۹۹۹/۵	^{ABCD}۱۷/۱۰	^{BCDEF}۳/۳۵۲	^{A}۷۰/۴۳	^{CDE}۶۸/۴۰
M۰P۳	^{ABCD}۶۶۷/۳	^{CDEFG}۱۵۳/۵	^{CDEFG}۸۲۰/۸	^{CDEF}۷/۳۲۲	^{A}۸۰/۴۳	^{ABCDE}۹۴/۴۱
M۱P۰	^{ABCD}۸۲۷/۳	^{CDEFG}۱۰۷/۵	^{BCDEF}۹۹۳/۸	^{BCDEF}۰/۳۴۴	^{A}۳۳/۴۲	^{ABCDE}۴۶/۴۲
M۱P۱	^{ABCD}۹۴۱/۳	^{BCDE}۸۷۲/۵	^{ABCDE}۸۱۳/۹	^{CDEF}۳/۳۲۰	^{A}۸۰/۴۱	^{DE}۲۱/۴۰

M۱P۲	ABCD۹۰۸ /۳	BCDE۸۶۷ /۵	ABCDE۷۷۵/۹	BCDEF۷/۳۴۶	A۲۰/۳۹	ABCDE۶۳ /۴۲
M۱P۳	ABC۱۵۳ /۴	CDE۶۶۴/۵	ABCDE۸۱۷/۹	ABCD۳/۳۸۶	A۳۳/۴۰	ABC۲۳ /۴۳
M۲P۰	ABCD۶۶۲ /۳	BCDE۸۷۲ /۵	BCDE۵۳۳/۹	BCDEF۰/۳۳۲	A۴۳/۴۴	ABC۱۵ /۴۳
M۲P۱	BCD۳۳۹ /۳	FG۴۹۵ /۴	EFG۸۳۳/۷	G۳/۲۲۵	A۱۳/۴۲	AB۵۱/۴۳
M۲P۲	A۷۱۷/۴	AB۹۰۸/۶	A۶۳/۱۱	BCDE۷/۳۵۷	A۵۰/۴۲	ABCDE۳۹ /۴۱
M۲P۳	ABCD۶۹۲ /۳	BC۱۵۸/۶	ABCD۸۵۰/۹	EFG۰/۲۸۱	A۸۷/۴۵	ABC۱۵ /۴۳
M۳P۰	ABCD۶۴۳ /۳	CDEF۴۷۰/۵	BCDE۱۱۳/۹	DEF۷/۳۰۴	A۴۰/۴۱	ABCD۷۳ /۴۲
M۳P۱	AB۲۵۵ /۴	BCD۰۴۵/۶	ABCD۳۰ /۱۰	ABCD۰/۳۷۴	A۷۰/۳۷	BCDE۹۱ /۴۰
M۳P۲	ABC۰۷۵ /۴	BCD۹۲۵/۵	ABCD۰۰/۱۰	BCDE۰/۳۵۹	A۵۰/۴۴	F۴۱ /۳۷
M۳P۳	AB۲۶۸ /۴	EFG۶۹۹ /۴	BCDEF۹۶۷ /۸	CDEF۳/۳۱۹	A۲۷/۴۰	DE۲۸ /۴۰
M۴P۰	BCD۳۰۰ /۳	A۶۵۰ /۷	AB۹۵ /۱۰	A۷/۴۴۳	A۲۰/۴۰	E۹۴/۳۹
M۴P۱	AB۳۹۹ /۴	BCDE۸۵۱ /۵	ABCD۲۵/۱۰	AB۰/۴۰۷	A۰۰/۴۱	A۹۲ /۴۳
M۴P۲	AB۴۷۵/۴	BC۲۸۰ /۶	ABC۷۶/۱۰	ABC۷/۴۰۲	A۵۰/۴۱	ABCDE۱۹ /۴۲
M۴P۳	ABCD۵۹۲/۳	DEFG۹۳۳ /۴	DEFG۵۲۵ /۸	BCDEF۰/۳۳۲	A۶۰ /۴۰	BCDE۰۸ /۴۱

جدول ۶ مقایسه میانگین های اثرات متقابل تیمارهای طرح آزمایشی فسفر روی گندم را نشان می دهد. بیشترین میانگین عملکرد دانه مربوط به تیمار مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل می باشد. این جدول نشان می دهد که تیمار مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و بعد از آن تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی (هر دو بالاترین سطح مصرف) بیشترین میانگین عملکرد کاه و بیوماس را به خود اختصاص داده است؛ این بدین معنی است که مصرف کودهای آلی خود موجب افزایش مواد آلی خاک از طریق برگشت کاه و کلش تولید شده به خاک می گردد.

منابع

اسکندری. ذ. و م. کلباسی. ۱۳۷۰ . اثر گوگرد و مواد آلی بر فسفر قابل جذب گیاه ذرت و اثرات باقیمانده آن در چند نمونه خاک منطقه اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

بایبوردی . ا و م. ج. ملکوتی . ۱۳۸۴ . بررسی تاثیر منابع مختلف کود آلی بر کمیت و کیفیت پیاز. نهمین کنگره علوم خاک ایران ، تهران .

سماوات. س. و م. کلباسی . ۱۳۷۱ . اثر مواد اصلاح کننده فیزیکی خاک بر بعضی خصوصیات خاک و عملکرد گیاه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان.

صیاد. غ. و ح. کاظمی . ۱۳۷۷ . تاثیر مواد آلی بر روند اصلاح و بهسازی خاکهای شور و قلیا (بررسی تاثیر مواد آلی در بهسازی خواص فیزیکی خاکهای شور و قلیا با استفاده از مدل رایانهای انتقال املاح) پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.

نگارستان . ع. وم. هودجی . ۱۳۷۶ . بررسی تاثیر همزمان کود آلی کمپوست وگوگرد بر قابلیت جذب فسفر در خاکهای آهکی استان اصفهان.. محیط شناسی. ، سال ۲۳. شماره ۲۰، ۴۰-۳۱.

Lal,R. R.F.Follett,B.A.Stewart, and J.M.Kimble . ۲۰۰۷. Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advanced food security.Soil Science . Vol -۱۷۲.No,۱۲

Lal R., Kimble J., Levine E., Whitman C. (۱۹۹۵) : World soils and greenhouse effect : An overview . In : Lal R. et al. (eds) : Soils and Global Change . Lewis Publ., Boca Raton, FL : ۱-۸

Liu X.B., Liu J.D., Xing B., Herbert S.J., Zhang X.Y. (۲۰۰۵) .: Effects of long-term continuos cropping, Tillage, and fertilization on soil carbon and nitrogen in Chinese mollisols. Commun. Soil Sci.Plant Anal., ۳۶: ۱۲۲۹-۱۲۳۹

Loveland P., Webb J. (۲۰۰۳) : Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions : a Review . Soil Till.Res., ۷۰ : ۱-۱۸.

Abstract

To evaluate different types and amountsof organic fertilizers required in the supply of wheat phosphorus, split factorial experiment with three replications was conducted in the field of Yazd agricultural research center. Three levels of organic fertilizers from two sources (Sheep manure and vermicompost) and ۴ levels of triple super phosphate were applied.In the first crop year, organic fertilizer treatments except for the number of clusters per square meter at ۱% and Thousand seed weight at ۵% did not significant effect in yield components that due to the long-term corrective effect of Organic fertilizers are justifiable. Toward phosphorus levels, number of seeds and number of clusters per square meter at ۱% and total biomass at ۵% was significant. Also the interaction between organic and chemical fertilizer was significant on straw yield, total biomass and thousand seed weight at ۱% and the number of clusters per square meter at ۵%.

تاثیر محلول پاشی روی بر برخی خصوصیات مورفولوژیک گردو

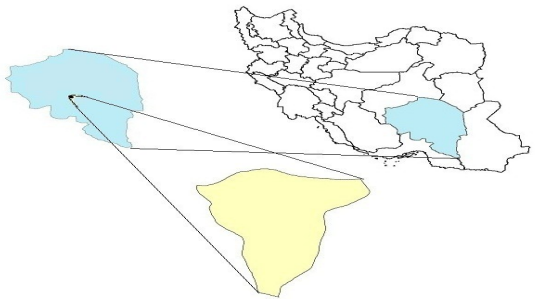
ناصر برومند [۱]، مجتبی مقبلی [۲]
۱- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه جیرفت، ۲- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تربیت مدرس و مدرس دانشگاه جیرفت

چکیده
شناسایی، حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی به عنوان یکی از ارزشمندترین ثروت‌های ملی هر کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. درخت گردوی ایرانی ((Persian Walnut (*Juglans regia L*)) نیز به دلیل ارزش‌های چندگانه (خوراکی، چوب، حفاظتی، ژنتیکی و دارویی) خود یکی از منابع ارزشمند ژنتیکی ایران به شمار می‌آید. این پژوهش به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی روی بر برخی صفات مورفولوژیکی دانه گردوی ایرانی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد با افزایش غلظت روی محلول پاشی شده از صفر به سطح سه در هزار، وزن پوست و دانه گردو افزایش یافت، این افزایش وزن دانه احتمالا به علت افزایش میزان کربوهیدرات و پروتئین دانه گردو باشد. اما محلول پاشی روی تاثیر معنی داری بر وزن مغز گردو نداشت.

واژه های کلیدی: محلول پاشی، گردوی ایرانی، وزن، دانه

مقدمه
گردو درختی یک پایه از تیره *Juglandacae* و جنس *Juglans* است. جنس *Juglans* شامل بیست و یک گونه است که از میان آنها گردوی ایرانی *Juglans regia* بسیار مهم بوده و به صورت تجاری در بسیاری از کشورها پرورش داده می‌شود و ایران یکی از رویشگاه‌های طبیعی این گونه می‌باشد (برومند و مقبلی، ۱۳۹۳). تغذیه مناسب و صحیح درختان گردو می‌تواند عملکرد و کیفیت محصول را بشدت تحت تاثیر قرار دهد. از جمله عناصری که در تغذیه گردو نقش مهم و اساسی دارد روی است (مارچنر ، ۲۰۱۲).
روی یکی از عناصر کم مصرف می‌باشد که برای رشد بهینه و محصول دهی گیاهان مورد نیاز می‌باشد. کمبود روی در مقیاس جهانی بسیار گسترده است. در ایران کمبود عناصر کم مصرف به ویژه روی در مزارع و باغ‌ها به دلیل حاکمیت شرایط آهکی عمومیت دارد (ملکوتی و همایی ۱۳۸۳). گردو می‌تواند از کمبود روی متاثر شود. کمبود روی سبب کلروز در برگ‌ها و تغییر شکل جوانه میوه می‌شود و در نهایت تشکیل میوه تحت تاثیر قرار می‌گیرد (آلووای، ۲۰۰۴). از این جهت تامین نیاز گیاه به روی از طریق مدیریت مناسب کوددهی ضروری است.
با توجه به اثرات چشمگیری که روی بر رشد بخش زایشی درختان گردو دارد مصرف مقدار بهینه کود روی برای بدست آوردن حداکثر عملکرد امری ضروری است. با توجه به انجام کارهای محدود در زمینه تغذیه این درخت با ارزش، در این پژوهش به بررسی تاثیر محلول پاشی روی بر برخی خصوصیات مورفولویک گردو پرداخته شد.

مواد و روش‌ها
معرفی منطقه مطالعاتی
روستای بندر گردشگری با مساحت ۲۵ کیلومتر مربع در فاصله ۴۲ کیلومتری شهرستان رابر با مختصات جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی در استان کرمان قرار گرفته است (شکل ۱). ارتفاع این روستا از سطح دریا ۲۹۰۰ متر می‌باشد. این روستا یکی از مستعدترین مناطق تولید گردو در استان کرمان است (برومند و مقبلی، ۱۳۹۳).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی روستای بندر گردشگری در استان کرمان و ایران

روش انجام تحقیق:
باغ مورد نظر بدلیل کمبود روی (نتایج حاصل از آزمون خاک، مقدار روی ۰/۵ میلی گرم بر کیلوگرم و کفایت سایر عناصر غذایی ضروری)، یکنواختی درختان، قرار گرفتن در محل مناسب و در دسترس بودن انتخاب شد. آزمایش با سه سطح روی (صفر، ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم Zn در هکتار) از منبع ZnEDTA در قالب طرح بلوک کامل تصافی در چهار تکرار انجام شد.
همه درختان از رقم گردوی ایرانی انتخاب شد و از نظر شکل ظاهر و سن دارای شرایط نسبتاً مشابه بودند. سن درختان ۱۵سال و فاصله‌ی آن‌ها ۱۰ متر بود. و هیچ گونه کود دامی و شیمیایی در سال ۹۱ مصرف نشد. پس از مشخص نمودن درختان و شماره‌گذاری، محلول پاشی روی در اردیبهشت ماه و در سه نوبت در فاصله ۱۰ روزه صورت گرفت. زمان محلول پاشی در اوایل روز بین ساعت ۶ تا ۱۰ بود. در اوایل پاییز بعد از برداشت کامل میوه‌های موجود بر شاخه‌های اصلی هر درخت ۵۰۰ میوه به صورت تصادفی از هر درخت انتخاب و وزن مغز، پوست و دانه گردو در تیمارهای مختلف مورد اندازه گیری قرار گرفت. پردازش داده‌های حاصل توسط نرم افزار Excel و آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

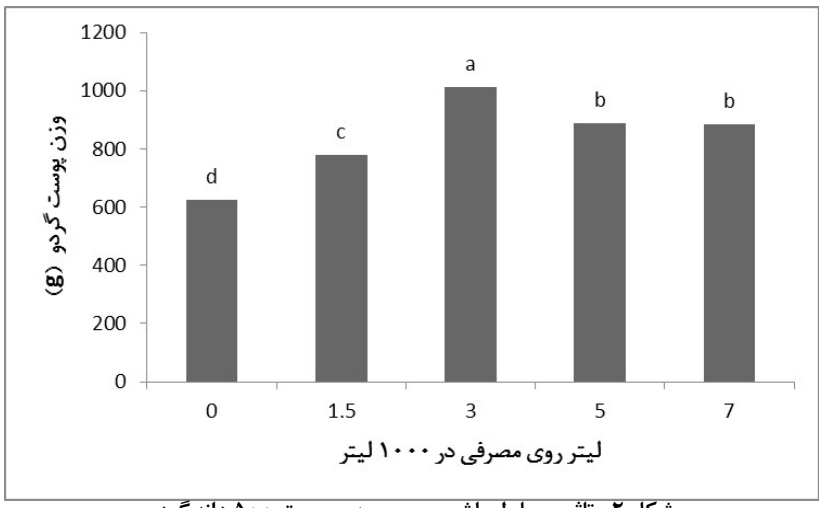
نتایج نشان داد مصرف روی اثر معنی داری بر وزن پوست و دانه گردو داشت، اما اثر معنی داری بر وزن مغز گردو نداشت (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برخی از صفات مورد مطالعه در گردو تحت تاثیر سطوح مختلف روی مصرفی

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن مغز (g)	وزن پوست (g)	وزن دانه (g)
روی مصرفی	۴	۱۹۹۵۶ ns	۸۳۱۱۴ **	۹۱۸۷۷ **
خطای آزمایشی	۱۵	۸۰۸۴	۱۰۳۱	۱۴۸۶۳
ضریب تغییرات	---	۶/۳	۸/۳	۶/۳

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

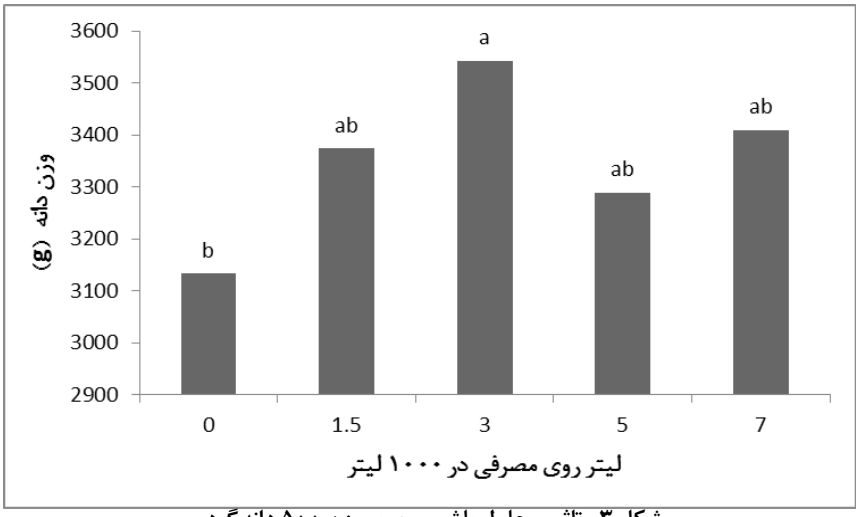
افزایش مصرف روی از صفر به سطح سه در هزار موجب افزایش معنی دار وزن پوست ۵۰۰ دانه گردو به ترتیب به میزان ۲۴ و ۶۱ درصد شد، اما در غلظت‌های بالاتر روی مصرفی وزن پوست گردو کاهش نشان داد (شکل ۲). به عبارت دیگه بیشترین وزن پوست ۵۰۰ دانه گردو در سطح پنج در هزار روی به میزان ۱۰۱۲ گرم مشاهده شد.



شکل ۲- تاثیر محلول پاشی روی بر وزن پوست ۵۰۰ دانه گردو

همانگونه که در شکل ۳ نشان داده شده است، با افزایش روی مصرفی از صفر به سطح سه در هزار، افزایش وزن ۵۰۰ دانه گردو مشاهد شد. به گونه‌ای که کمترین وزن ۵۰۰ دانه در سطح صفر (به میزان ۳۱۳۳ گرم) و بیشترین وزن آن در سطح سه در هزار روی مصرفی (به میزان ۳۵۴۲ گرم) مشاهده شد. احتمالاً افزایش وزن پوست موجب افزایش وزن دانه گردو شده است. مارچنر و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که در اثر مصرف آهن و روی در ذرت مقدار نشاسته و پروتئین دانه افزایش یافت و با افزایش کربوهیدرات،

وزن صد دانه، تعداد دانه و در نتیجه عملکرد دانه افزایش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در تحقیقی دیگر مرشیدی و نقیبی (۱۳۸۳) نشان داند که محلول پاشی روی اثر معنی داری بر وزن هزار دانه در کلزا نداشت.



شکل ۳- تاثیر محلول پاشی روی بر وزن ۵۰۰ دانه گردو

منابع

برومند، ن. و مقبلی، م. ۱۳۹۳. بررسی اثرت فسفر و روی بر ترکیبات شیمیایی برگ و وزن مغز گردو. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۸(۴): ۶۲۴-۶۱۸.

مرشدی، آ. و ح. نقیبی. ۱۳۸۳ . بررسی تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی مس و روی بر عملکرد و خواص کیفی دانه کلزا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۱، شماره ۳: ۲۲-۱۵.

ملکوتی ،م .ج. و م، همایی. ۱۳۸۳، حاصلخیزی خاکهای مناطق خشك ونیمه خشك ، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس،تهران ،ایران.

Alloway B.J., ۲۰۰۴. Zinc in soils and crops nutrition. International Zinc Association (IZA), Brussels, Belgium. ۱۲۷ p.

Marchner H. ۱۹۹۳. Mineral nutrition of higherplants. ۳nd ed. Academic press, Newyork., USA. Pp ۳۵۰- ۳۵۵.

Marschner H. (۲۰۱۲) Mineral nutrition of higher plants. Elsevier Science Ltd.

Abstract

Genetic resources are the most valuable national treasure of a country and it is vital to identify, conserve and use them. The Persian walnut (Juglans regia L.) is one of the most valuable genetic resource in Iran due to its multi benefits (nutrition, wood, environment conservation, genetics and medicine). This study was conducted to evaluate the effect of different levels of foliar application zinc on some morphological characters of Persian walnut seed was performed in a randomized complete block design. The results showed that by increasing the concentration of Zinc foliar application from zero to three in thousand, increased weight skin and walnut seeds. this increase is probably due to increased is the amount of carbohydrates and protein walnut seeds. But zinc foliar application not significant effect on weight was nuts.

تاثیر ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر آبشویی نیترات در دو بافت خاک

مهدیه مدرسی سریزدی [۱]،امیر لکزیان [۲]، اکرم حلاج نیا [۳]،کتایون خسروی [۴]،ندا محرری [۵]
۱- دانشجوی فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۳-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۴-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۵-دانشجوی کارشناسی گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده
مصرف کودهایشیمیاییبینیتروژن دار تاثیرمعنیداری درافزایش تولیدغذادر جهانداشتهویکیازاجزاءمهمکشاورزینوینمحسوب میشود. اما استفاده بیش از حد از این کودها منجر به ایجاد مشکلات فراوان زیست محیطی از جمله آبشویی نیترات، آلودگی آبهای زیرزمینی و سطحی است. در این راستااستفاده از بازدارندههای نیتراتسازی (NI) به منظور کاهش آبشویی نیترات در قوانین زیست محیطی بسیاری از کشورها پیشنهاد شده است. هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر بازدارنده نیتراتسازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) در دو نوع بافت خاک و تاثیر آن بر آبشویی نیترات و مقایسهآنبااستانداردجهانیبود. نتایج آزمایش نشان داد آبشویی نیترات در تیمار سولفات آمونیوم به همراه ۸/۰ درصد DMPP کاهش معنیداری در سطح ۵ درصد نسبت به تیمار سولفات آمونیوم بدون بازدارنده داشت و طی مدت ۶۰ روز میزان کاهش آبشویی نیترات در خاک شنی ۵۷/۵۷ درصد و در خاک با بافت رسی ۲۹/۴۶ درصد بود. پیشنهاد میشود که DMPP به عنوان یک بازدارنده موثر نیتراتسازی به منظور کاهش آبشویی نیترات و در نهایت کاهش خطر آلودگی آبهای زیرزمینی کم عمق مورد استفاده قرار گیرد.

واژه هایکلیدی: ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات، DMPP، بازدارنده نیتراتسازی، آبشویی نیترات، کود نیتروژن

مقدمه
کودهای شیمیایی نیتروژن دار تاثیر معنیداری در تولید غذا در جهان داشته و یکی از اجزاء مهم در کشاورزی نوین محسوب میشوند (سکستون و همکاران، ۱۹۹۶)آبشویی نیترات از زمینهای کشاورزی و آلودگی آبهای زیرزمینی به نگرانی جهانی تبدیل شده است. جلوگیری از اکسید شدن آمونیوم به نیترات میتواند اثرات سوء وجود نیترات و مواد حد واسطی را که طی تغییر و تبدیل آمونیوم به نیترات در خاک به وجود میآیند را کاهش داده و راندمان استفاده از کودهای حاوی نیتروژن را به طور چشمگیری افزایش دهد (سوری و همکاران، ۱۳۸۹). راهکارهای مختلفی برای افزایش کارآیی مصرف کودهای حاوی نیتروژن در بخش کشاورزی پیشنهاد شده است. استفاده از بازدارندههای نیتراتسازی یکی از راههای افزایش کارآیی مصرف این کودها است (لدها و همکاران، ۲۰۰۵؛ فانگریو و همکاران، ۲۰۰۹). بازدارندههای نیتراتسازی، با ایجاد اختلال در فعالیت باکتری نیتروزوموناس و تاثیر بر فرآیند اکسیداسیون آمونیوم به نیترات، نیترات زایی را کاهش میدهند (ایروگن و همکاران، ۲۰۰۳) بازدارندههای متفاوتی برای کاهش فرآیند نیتراتسازی و افزایش کارایی مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن دار در خاک وجود دارد. (پراساد و پاور، ۱۹۹۵) در سطح تجاری دیسیانیدآمید (DCD) و نیتراپیرین (آمبرگر و همکاران، ۱۹۹۸) و اخیرا ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) در مزارع کشاورزی استفاده میشود (پراساد و پاور، ۱۹۹۵ و سرنا و همکاران، ۲۰۰۰). این مطالعه به منظور بررسی تاثیر بازدارنده DMPP به همراه کود شیمیایی سولفات آمونیوم بر کاهش هدر روی نیتروژن معدنی از طریق فرآیند آبشویی انجام شد.

مواد و روشها
به منظور بررسی تاثیر ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر آبشویی نیترات در خاک، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل و سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل: دو سطح DMPP، صفر (۰ DMPP) و ۸/۰ درصد (۸/۰DMPP)، ۰فاکتور دوم، بافت خاک شامل: (شنی و رسی) و فاکتور سوم، زمان شامل: ۱۵ (۱۵T)، ۴۵ (۴۵T)، ۳۰ (۳۰T) و ۶۰ (۶۰T) روز بودند. نمونههای خاک از عمق شخم تهیه و بعد از هوا خشک از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند، سپس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اندازهگیری شد (جدول شماره ۱).

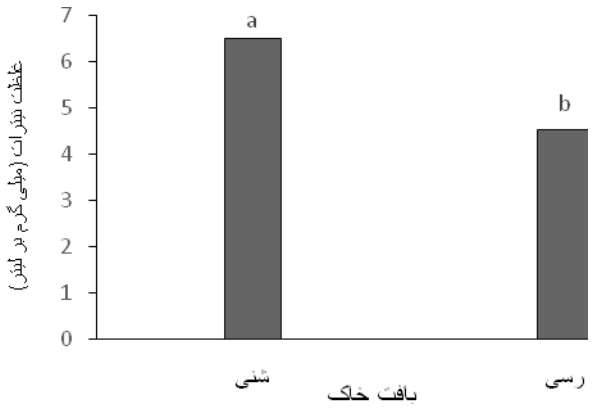
جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد استفاده در آزمایش

	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	NH_4^+	NO_3^-	P	%OC	% بافت خاک		
			mg Kg^{-1}				Clay	Silt	Sand
خاک شنی	۶۲/۷	۳۷/۱	۶۵/۳	۰۶/۰	۴/۷	۱۴۶/۰	۱۶	۳۲	۵۲
خاک رسی	۶/۷	۸/۱	۱۸/۳	۸۱/۰	۶/۳	۷۵/۰	۲۲	۴۶	۳۲

در این آزمایش، بعد از اعمال تیمارهای کودی مورد نظر، ۴ کیلوگرم خاک در ستون‌هایی از جنس PVC به ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و قطر ۱۰ سانتی‌متر ریخته شد و ستون‌ها به مدت ۶۰ روز در رطوبت ظرفیت زراعی و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در شرایط آزمایشگاهی نگهداری شدند. هر ۱۵ روز ستونهای خاک با آب مقطر شستشو و زه‌آب خروجی از ستون‌ها جمع‌آوری و در شیشه های تیره و در دمای ۴ درجه سانتیگراد در یخچال نگهداری شدند. میزان نیترات به روش رنگ‌سنجی در طول موج ۲۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت نتایج حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTAT-Cآنالیز و میانگین دادها با استفاده از آزمون چند دامنه ایی دانکن در سطح ($P<0.05$)مقایسه شدند.

بحث و نتایج

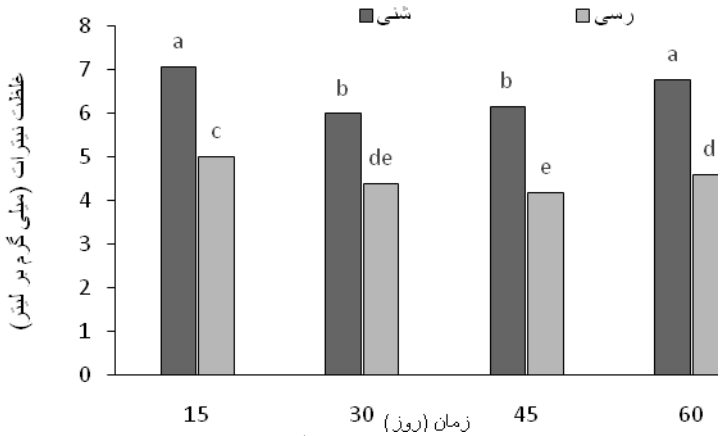
نتایج پژوهش نشان داد، کاربرد بازدارنده DMPP به همراه کود شیمیایی سولفات آمونیوم منجر به کاهش معنی‌دار غلظت نیترات در زه‌آب خروجی از ستون‌های خاک در هر دو بافت شنی و رسی شد. البته قابل ذکر است تاثیر بازدارنده DMPP بر فرآیند نیترات‌زایی در خاک‌های رسی و شنی متفاوت بود. نتایج بدست آمده با نتایج کاپومبلوگ و کیلورن، (۱۹۹۶)، پوتانا و همکاران (۱۹۹۹)، دای و کامرون (۲۰۰۴) مبنی بر تاثیر خصوصیات خاک مثل دمای خاک و رطوبت خاک در مدت زمان و میزان فعالیت بازدارنده‌های نیترات‌زایی و همچنین در آزمایشات چن و همکاران، (۲۰۰۸) در افزایش کارایی بازدارنده نیترات‌زایی در خاک‌های شنی، مطابقت دارد.آبشویی نیترات در بافت های سبک بیشتر از بافت سنگین است (شکل شماره ۱).



شکل ۱- تاثیر بافت خاک بر آبشویی نیترات از ستون‌ها

تاثیر بافت خاک و زمان بر آبشویی نیترات

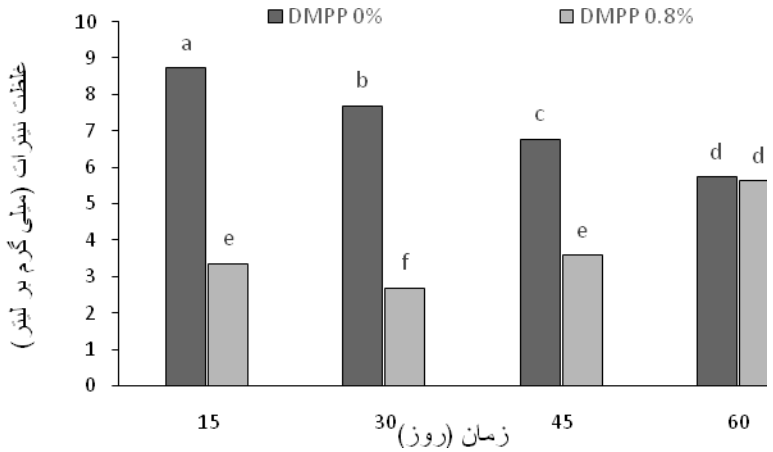
نتایج حاصل از آزمایش نشان داد، آبشویی نیترات در تیمار سولفات آمونیوم به همراه ۸/۰ درصد DMPP، در خاک شنی تا ۳۰ روز و در خاک رسی تا ۴۵ روز بعد از شروع آزمایش کاهش معنی‌داری را نسبت به تیمار بدون بازدارنده DMPP نشان داد. اما بعد از این زمان به علت کاهش تاثیر بازدارنده DMPP در فرآیند نیترات‌سازی آبشویی نیترات در هر دو بافت خاک افزایش یافت (شکل شماره ۲).



شکل ۲- تاثیر بافت خاک و زمان بر آبشویی نیترات

تاثیر بازدارنده DMPP در مدت زمان ۶۰ روز

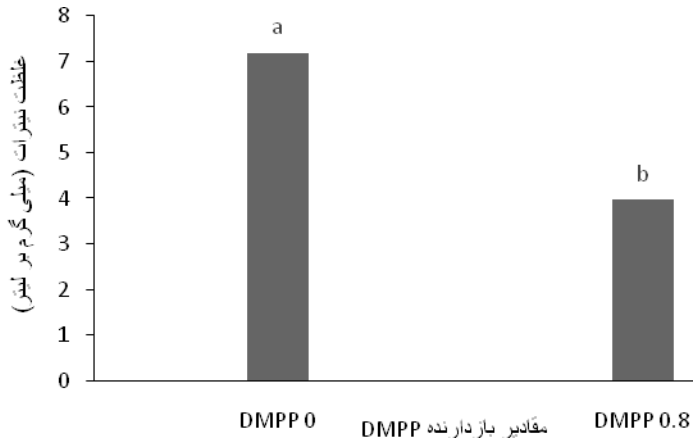
در تیمار ۸/۰ درصد DMPP تا ۳۰ روز کاهش معنی‌داری در سطح ۵ درصد در آبشوییی نیترات مشاهده شد. ولی بعد از گذشت ۳۰ روز آبشویی نیترات افزایش داشت و با گذشت ۶۰ روز، غلظت نیترات در تیمار ۸/۰ درصد DMPP به ۶۲/۵ میلی گرم بر لیتر در خاک رسی که اختلاف معنی‌داری با نیترات آبشویی شده در تیمار بدون DMPP مشاهده نشد (شکل شماره ۳).



شکل ۳- تاثیر بازدارنده DMPP و زمان بر آبشویی نیترات

تاثیر مقادیر مختلف بازدارنده DMPP بر آبشویی نیترات

نتایج نشان داد، آبشویی نیترات در تیمار سولفات آمونیوم بدون DMPP طی مدت زمان ۶۰ روز، به ۱۸/۷ میلی گرم بر لیتر و در تیمار ۸/۰ درصد DMPP به ۹۶/۳ میلی گرم بر میلی لیتر بود. با کاربرد ۸/۰ درصد DMPP (۴۵/۱ کیلوگرم در هکتار) به همراه سولفات آمونیوم کاهش ۵۰ درصدی در میزان آبشویی نیترات مشاهده شد (شکل شماره ۴). نتایج بدست آمده با نتایج پاسدا و همکاران (۲۰۰۱) مبنی بر کاهش فرآیند نیترات‌زایی در تیمارهای حاوی ۵/۱-۵/۰ کیلوگرم در هکتار DMPP مطابقت داشت. این نتایج تاثیر معنی‌دار کاربرد DMPP به همراه سولفات آمونیوم در کاهش آلودگی آبهای زیرزمینی و سطحی را نشان می‌دهد.



شکل۴- تاثیر مقادیر مختلف بازدارنده DMPP بر آبشویی نیترات

در این آزمایش مشاهده شد، با کاربرد ۸/۰ درصد DMPP می‌توان مانع از انجام سریع فرآیند نیترات‌زایی شد و به دنبال آن مانع از آبشویی سریع نیترات و بروز آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از نیترات در خاک‌های شنی جلوگیری کرد، که از لحاظ اقتصادی و زیست محیطی بسیار حائز اهمیت است.

منابع

Babiker, I. S., et al. ۲۰۰۴. Assessment of groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system. Environment International, ۲۹ (۸): ۱۰۰۹- ۱۰۱۷.

Chen D., Suter H.C., Islam A., Edis R., and Freney J.R. ۲۰۰۸. Prospects of improving efficiency of fertilizer nitrogen in Australian agriculture; a review of enhanced efficiency fertilizers. Australian Journal of Soil Research, ۴۶:۲۸۹-۳۰۱.

Criss, R. E. and M. L. Davisson. ۲۰۰۴. Fertilizers, water quality, and human health. Environmental Health Perspectives, ۱۱۲ (۱۰): A۵۳۶-A۵۳۶.

Di, H. j., Cameron, K.C., ۲۰۰۴. Treating grazed pasture soil with a nitrification inhibitors, Eco-N, to decrease nitrate leaching in a deep sandy soil under spray irrigation-a lysimeter study. New Zealand journal of agricultural research (in press).

Fangueieo, D., A. Fernandes, J. Coutinho, N. Moreia, and H. Trindade. ۲۰۰۹. Influence of two nitrification inhibitors (DCD and DMPP) on annual yield and soil mineral N dynamics after incorporation with cattle slurry. Communications in soil science and Plant Analysis ۴۰:۳۳۸۷-۳۳۹۸.

Fettweis, U., Mittelstaedt, W., Schimansky, C., Fuhr, F., ۲۰۰۱. Lysimeter experiments on the translocation of the carbon-۱۴-labelled nitrification inhibitor ۳,۴-dimethyl pyrazole phosphate (DMPP) in a gleyic cambisol. Biol. Fert. Soils ۳۴, ۱۲۶-۱۳۰.

Fraters, D., Leo, J.M., Wim, D., ۱۹۹۸. Nitrogen monitoring in groundwater in the sandy regions of the Netherlands. Environ. Pollut. ۱۰۲, ۴۷۹-۴۸۵.

Irigoyen I, Muro J, Azpilikueta M, Aparicio-Tejo P, Lamsfus C, ۲۰۰۳. Ammonium oxidations kinetics in the presence of nitrification inhibitors DCD and DMPP at various temperatures. Aust J Soil Res, ۴۱(۶): ۱۱۷۷-۱۱۸۳.

Kpomblekou-A, K. and Killorn, R. ۱۹۹۶. Nitrification of ammonium nitrogen in soils treated with XDE-۴۷۴. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۰: ۱ ۴۸۲-۱ ۴۸۹.

Kraft, G. J. and W. Stites. ۲۰۰۳. Nitrate impacts on groundwater from irrigated-vegetable systems in a humid north-central US sand plain. Agriculture Ecosystems and Environment, ۱۰۰ (۱): ۶۳-۷۴.

Kurtz, L.T., ۱۹۸۰. Potential for nitrogen loss. In: Meisinger, J.J., Randall, G.W., Vitosh, M.L., Stelly, M., Kroll, D.M., Cousin, M.K. (Eds.), Nitrification Inhibitors-Potentials and Limitations. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A., pp. ۱-۱۷.

Macadam X M B, Prado A, Merino P et al., ۲۰۰۳. Dicyandiamide and ۳,۴-dimethylpyrazole phosphate decrease N۲O emissions from grassland but dicyandiamide produces deleterious effects on clover[J]. J Plant Physiol, ۱۶۰(۱۲): ۱۵۱۷-۱۵۲۳.

Mc lay, C.D.A, Oragtenr., predicting groundwater nitrate concentrations in region of mixed agricultural landuse, Environ Pollut ۲۰۰۱; ۱۱۵(۲): ۱۹۱-۲۰۴.

Pasda, G., R. Hahndel, and W. Zerulla. ۲۰۰۱. Effect of ferrtilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (۳,۴-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. Biology and fertility of soils ۳۴:۸۵-۹۷.

Prasad, R., Power, J.F., ۱۹۹۵. Nitrification inhibitors for agriculture, health, and the environment. Adv. Agron. ۵۴, ۲۳۳-۲۸۱.

Putanna, K .,Gowda, N. M., Rado E. V.S. P ۱۹۹۹. Effect of concentration, temperature, moisture, limining and organic matter on theefficacy of the nitrification inhibitors benzatriazol, o- nitrophenol, m- nitroaniline and dicyandiamide. Niutrient cycling in agroecosystems. ۵۴: ۲۵۱-۲۵۷.

Qiaogang, Y., Yingxu, ch., Xuezhu, Y., qiuling, Z., Zhijian, Z., Ping, T.Evaluation of nitrification inhibitor ۳,۴-dimethyl pyrazole phosphate on nitrogen leaching in undisturbed soil columns. Chemosphere ۶۷: ۸۷۲-۸۷۸.

Shen, Q.R., Ran, W., Cao, Z.H., ۲۰۰۳. Mechanisms of nitrite accumulation occurring in soil nitrification. Chemosphere ۵۰, ۷۴۷-۷۵۳. [۱۲]

Strebel, O. Duynisveld, W.H.M. and Bottcher, J. ۱۹۸۹. Nitrate pollution of ground water In Western Europe. Agriculture, Ecosystems and Environment. ۲۶, P. ۱۸۹-۲۱۴.

W.H.O, (۲۰۰۳): Guide lines for drinking water quality, ۲nded, Geneva.

Weiske, A., Benckiser, G., Herbert, T., Ottow, J., ۲۰۰۱. Influence of the ۳,۴-dimethyl pyrazole phosphate (DMPP) in comparison to dicyandiamide (DCD) on nitrous oxide emission, carbon dioxide fluxes and methane oxidation during ۳ years of repeated application in field experiments. Biol. Fert. Soils. ۳۴, ۱۰۹-۱۱۷.

Zerulla,W., T. Barth, J. Dressel, K. Erhardt, K. Horchler Von Locquenghien, G. Pasda,M. Radle,and A.H. Wissemeier. ۲۰۰۱.۳,۴-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture: an introduction. Biology and Fertility of soils ۳۴:۷۹-۸۴.

Zhu, J.G., Liu, G., Han, Y., Zhang, Y.L., Xing, G.X., ۲۰۰۳. Nitrate distribution and denitrification in the saturated zone of paddy field under rice/wheat rotation. Chemosphere. ۵۰, ۷۲۵-۷۳۲.

Abstract

The use of nitrogen fertilizers has a significant impact on increasing food production and it is so important in the modern agriculture. The excess use of nitrogen fertilizers leads to numerous ecological problems such as nitrate leaching, underground and surface water contamination, illness methemoglobinemia in infants and cancer causing nitrosamine compounds are formed. On this context, the use of nitrification inhibitors to reduce nitrate leaching in environmental legislation has been proposed by many countries. The aim of this study was to evaluate the effect of ۳ and ۴ Methyl Pyrazol Phosphate (DMPP, nitrification inhibitor) on nitrate leaching in two soil textures. The result showed that nitrate leaching significantly reduced when ۰.۸ percent of DMPP was applied to ammonium sulfate fertilizer. Within ۶۰ days, the reduction of nitrate leaching in sandy and clay soils was ۵۷.۵۷ and ۴۶.۲۹ percent respectively. It seems that DMPP is an effective nitrification inhibitor and it can be used to reduce nitrate leaching , and also to prevent the pollution of shallow aquifers.

تاثیر مصرف گوگرد پودری بر میزان روی قابل جذب در تعدادی از خاکهای مازندران

رمضانعلی دهقان [۱]، مهرداد شهابیان [۱]،حسین بشارتی [۲]
۱-عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۲- عضو هیئت علمی موسسه خاک و آب

چکیده
تحقیق حاضر به منظور بررسی تاثیر مصرف گوگرد پودری بر میزان روی قابل جذب در تعدادی از خاکهای مازندران انجام شد. بدین منظور ابتدا تعداد ۵۰ نمونه خاك زراعی از مناطق مختلف استان مازندران از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری برداشت شد و برخی از خواص فیزیکی وشیمیایی خاکها و غلظت روی قابل جذب تعیین شد. سپس آزمایش گلدانی در قالب طرح کاملا تصادفی با منظور کردن دو تیمار ۰ و ۵/۰ درصد گوگرد عنصری و با ۴ تکرار اجرا شد بدین منظور تمام نمونه خاکها تا حد F.Cمرطوب و به دو قسمت تقسیم شدند. یك قسمت بدون گوگرد و قسمت دیگر پس از افزودن ۵/۰ درصد گوگرد در گلدانهای ۲ کیلوگرمی ریخته شده و به مدت ۲ ماه در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد انکوباسیون شدند.پس از پایان مرحله انکوباسیون در آنها مقدار روی قابل جذب اندازه گیری گردید تا میزان آزاد شدن روی در خاکها در اثر اکسایش گوگرد به دست آید. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون t-student نشان داد که روی قابل جذب خاک قبل و بعد از تیمار گوگرد اختلاف معنی داری ندارند. دامنه تغییرات روی قابل جذب خاک قبل و بعد از تیمار با گوگرد به ترتیب برار با ۶-۱ و ۷-۱ میلی گرم در کیلوگرم بود که نشان دهنده وجود پراکندگی بیشتر روی قابل جذب بعد از استفاده از گوگرد در خاك های مختلف استان مازندران می باشد.

واژه های کلیدی: اکسایش گوگرد، خاک، روی قابل جذب

مقدمه
تولید محصول درخاکهای آهکی، همواره با مشکلات متعددی همراه است که بخش اصلی این مشکلات به غلظت زیادیون‌کلسیم وبالا بودن pH خاك مربوط مي‌گردد. در این خاکها عناصر غذایی که قابلیت جذب آنها وابسته به pH است (مانند Mn، Fe،Zn و P) به صورت ترکیب های نامحلول و غیر قابل استفاده برای گیاهان در می آیند. (بشارتی کلایه، ۱۳۷۷).گوگرد عنصری، پس از اکسایش در خاك مي‌تواند علاوه برنقش تغذیه‌ای مستقیم، بدلیل تولید اسیدسولفوریك، باعث کاهش pH خاك گردد ولذا بطور غیرمستقیم نیز برافزایش جذب فسفر ودیگر عناصر غذایی کم مصرف مؤثر واقع شود. امروزه گوگرد متداولترین واقتصادیترین ماده ای است که برای اسیدی کردن خاك به کار می رود (رشیدی و کریمیان،۱۳۷۸). بالابودن میزان آهك خاکهای ایران و فراوانی گوگرد در مملکت، مصرف این ماده در خاك نه تنها باعث اصلاح خواص خاك و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی می گردد، بلکه موجبات افزایش راندمان کودهای کم مصرف و فسفره را نیز فراهم می آورد (بشارتی و صالح راستین، ۱۳۷۸).کلباسی و همکاران (۱۹۸۶) به منظور بررسی اثر گوگرد در جذب آهن، روی و منگنز به وسیله سه گیاه ذرت،سورگوم و سویا در یك خاك لوم رس ی با ۴۰ درصد آهك یك آزمایش مزرعه ای انجام دادند. در این تحقیق مقادیر ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد پودری را قبل از کشت به خاك اضافه کردند. نتایج نشان داد که مصرف گوگرد نسبت به شاهد به طور معنی داری، pH و غلظت بی کربنات خاك را کاهش داده و میزان آهن، منگنز و روی قابل استخراج با DTPA را در خاك افزایش داد. تحقیق حاضر به منظور بررسی تاثیر مصرف گوگرد پودری بر میزان روی قابل جذب تعدادی از خاکهای مازندران انجام شد.

مواد و روش‌ها
جهت انجام این آزمایش ابتدا تعداد ۵۰ نمونه خاك زراعی از مناطق مختلف استان مازندران از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری برداشت شد در نمونه‌های جمع آوری شده برخی از خواص فیزیکی وشیمیایی خاکها همانند pH و EC و OCو CEC و بافت و غلظت برخی عناصر غذایی مثل فسفر و روی قابل جذب مطابق روش های استاندارد تعیین شد. سپس آزمایش گلدانی در قالب طرح کاملا تصادفی با منظور کردن دو تیمار ۰ و ۵/۰ درصد گوگرد عنصری و با ۴ تکرار اجرا شد. بدین منظور تمام نمونه خاکها تا حد F.Cمرطوب و به دو قسمت تقسیم شدند. یك قسمت بدون گوگرد و قسمت دیگر پس از افزودن ۵/۰ درصد گوگرد در گلدانهای ۲ کیلوگرمی ریخته شده و به مدت ۲ ماه در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد انکوباسیون شدند.پس از پایان مرحله انکوباسیون نمونه ها به آزمایشگاه منتقل شدند و در آنها مقدار روی قابل جذب اندازه گیری گردید تا میزان آزاد شدن روی در خاکها در اثر اکسایش گوگرد به دست آید. داده های بدست آمده توسط نرمافزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

قبل از تیمار کردن خاك با گوگرد ، روی قابل جذب خاك دارای میانگین ۱۴۹/۰±۷/۱ و واریانس ۱۱۲/۱ میلی گرم در کیلوگرم بود که این مقادیر پس از تیمار با گوگرد به میزان ۱۷۱/۰±۸/۱ (میانگین) و ۴۶۹/۱ (واریانس) افزایش یافت(جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر میانگین و پراکندگی روی قابل جذب خاک قبل و بعد از تیمار با گوگرد

شاخصها	Zn(mg.kg-۱)	
	قبل از تیمار با گوگرد	بعد از تیمار با گوگرد
میانگین	۱۴۹/۰±۷/۱	۱۷۱/۰±۸/۱
میانه	۱	۵/۱
انحراف معیار	۰۵۵/۱	۲۱۲/۱
واریانس	۱۱۲/۱	۴۶۹/۱
دامنه تغیرات	۵	۶
حداقل	۱	۱
حداکثر	۶	۷

مقایسه میانگین با استفاده از آزمون t-student نشان داد که روی قابل جذب خاک قبل و بعد از تیمار گوگرد اختلاف معنی داری ندارند(جدول ۲).دامنه تغییرات روی قابل جذب خاک قبل و بعد از تیمار با گوگرد به ترتیب برار با ۶-۱ و ۷-۱ میلی گرم در کیلوگرم بود که نشان دهنده وجود پراکندگی بیشتر روی قابل جذب بعد از استفاده از گوگرد در خاك های مختلف استان مازندران می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین روی قابل جذب خاک قبل و بعد از تیمار با گوگرد

مقایسه	همبستگی	T محاسبه شده	دامنه اطمینان ۹۹ درصد
روی قابل جذب قبل و بعد از تیمار با گوگرد	۷۹۸/۰**	-ns۶۹۲/۰	-./۱۷۹/۰-۳۷۹

منابع

بشارتی، حسین و ناهید صالح راستین. ۱۳۷۸. بررسی تاثیر کاربرد مایه تلفیح باکتریهای تیوباسیلوس همراه با گوگرد در افزایش قابلیت جذب فسفر. مجله علوم خاك و آب، جلد ۱۳، شماره ۱،۲۳- ۳۹.

بشارتی کلایه ، ح . ۱۳۷۷ . بررسی اثرات کاربرد گوگرد همراه با گونه های تیوباسیلوس درافزایش جذب برخی از عناصر درخاك . پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه تهران .

رشیدی ، ن . و ن . ع . کریمیان . ۱۳۷۸ . تأثیر گوگرد و روی بر رشد وترکیب شیمیایی ذرت دریك خاك آهکی . چکیده مقالات ششمین کنگرة علوم خاك ایران ، مشهد.

Kalbasi, M.N. Manuchehri, and F. Filsoof. ۱۹۸۶. local acidification of soil as a means toalleviate iven chlovosis on quince ovchards. J.Plant nutrition. ۹(۳-۷): ۱۰۰۱-۱۰۰۷

Abstract

The present study was conducted to evaluate the effect of sulfur on soil zinc in some soils of Mazandaran. So, the numbers of ۵۰ samples of soil from different parts of the province were taken from depths of ۰ to ۳۰ cm, and some soil chemical and physical properties and absorbed zinc was determined. Then pot experiment in a completely randomized design with two treatments of ۰ and ۰.۵ percent for elemental sulfur with four replications, was conducted. First, all the samples wet to F.C then were divided into two parts. One part without sulfur and the other part after the addition of ۰.۵% sulfur were placed in ۲ kg pots and were incubated at ۲۸ $^{\circ}C$ for ۲ months. After incubation the samples, the amount of the zinc absorbent were measured up to the zinc release of the oxidation of sulfur in the soil is achieved. The comparison using t-student test showed that the soil before and after sulfur treatment were not statistically different zinc level. Range of the zinc before and after treatment with sulfur, was between ۱-۶ and ۱-۷ mg per kg respectively, which indicate the availability of further distribution of zinc in the soil after use of sulfur in Mazandaran province.

بررسی تاثیر خرده چوب بر برخی شاخص‌های گیاه ذرت

فاطمه اسمعیلیان [۱]، مهدی سرچشمه پور [۲]، وحیدرضا جلالی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم‌خاک دانشگاه شهیدباهنرکرمان، ۲-استادیارگروه علوم‌خاک دانشگاه شهیدباهنرکرمان

چکیده
کشورایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک و در معرض تنش آبی قرار دارد. اضافه کردن اصلاح‌کننده‌ها سبب بهبودخصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک،رشد بهتر ریشه و متعاقبا گیاه می‌شوند. امروزه با افزایش جمعیت، تولید موادزائد نیز رو به افزایش است، و برخی از آنها مورد بازیافت و استفاده مجدد قرار می‌گیرند.دراین تحقیق تاثیر اندازه و مقدار خرده‌چوب بهعنوان اصلاح کننده‌آلی با ۷ تیمار شامل دو سطح ۱و ۲ درصدوزنی و هر یک در سه اندازه ۵/۰، ۱ و ۲میلی‌متر، همراه با یک تیمار شاهد، در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۴ تکراربه یک خاک لوم شنی اضافه و پس از انکوباسیون ۹۵ روزهبرخی شاخص‌های رشدی گیاه ذرت اندازه‌گیری شد.نتایج آزمایش نشان داد که تاثیر تیمارها کاملا معنی دارشده وکاربرد تیمارهای با اندازه و مقدار مختلف خرده چوب بر روی شاخص‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار است.

واژه‌های کلیدی: اصلاح‌کننده، تنش خشکی، خرده چوب

مقدمه
تنش خشکی به عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی درایران معرفی شدهو دراغلب موارد منجر به کاهش چشم‌گیرعملکردگیاهان می‌گردد. افزایش جمعیت ومشکل کمبودآب در دهه‌های آینده منجر به افزایش مشکلات در مقیاس جهانی(اسمیت و گریفیت، ۱۹۹۳) و مخصوصا در بخش کشاورزی(کافی‌وهمکاران، ۱۳۸۸)خواهدشد. با توجه به کمبود منابع‌آبی در کشور، اتخاذ مدیریت و برنامه‌ریزی‌های صحیح برای استفاده بهینه از منابع آبی امری مهم و ضروری است. از جمله‌این مدیریت‌ها اعمال روش‌های متعدد برای کاهش تبخیراز سطح خاک می‌باشد، که یکی ازآن‌ها استفاده از خاک‌پوش یا مالچ می‌باشد. مالچ عبارت‌ازهر ماده طبیعی یا مصنوعی‌است که بااهداف مختلف و پوشاندن خاک باغات، فضای سبزومزارع کشاورزی‌استفاده می‌شود. اگرچه بسیاری از مالچها به‌عنواناصلاح‌کننده‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند، اما اصلاح خاک معمولا تحت عنوان مالچ به‌کار نمی‌رود. منظوراز اصلاح‌کننده‌خاک،اضافه کردن هرگونه موادی است که سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک ازجمله‌افزایش ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک، بهبود خاک‌دانه‌سازی و نفوذپذیری، کاهش سلهسطحی(تیسدال و اودس،۱۹۸۲) می‌شود، وهدف از کاربرد آن ایجاد یک محیط بهتر برای ریشه می‌باشد. بدین منظور اصلاح‌کننده باید به طور کامل با خاک مخلوط شود و اگر فقط بر روی سطح خاک ریخته شود ممکن است اثران کاهش یابد و درنفوذآب، ورود هواو رشدریشه‌هایجاد اختلال کند(واتسن و کاپکوسکی، ۱۹۹۱). اصلاح‌کننده‌های خاک شامل دو گروه‌آلی ومعدنی می‌باشند. چیپس چوب، چمن‌های بریده شده، کمپوست، کودآلی، خاک‌ارهو خاکسترچوب از جمله اصلاح‌کننده‌های‌آلی و ورمی‌کولیت، پرلیت، شن، ماسه‌وانواع مالچ‌های رزینی(که از بازیافت تایرها و دیگر فراورده‌های پلاستیکی به‌دست می‌آید) از جملهاصلاح‌کننده‌های معدنی میباشند(افشار و صدرقاین، ۲۰۱۳). اصلاح‌کننده‌های آلی سبب بهبودخواص فیزیکی وشیمیایی خاک از طریق افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، افزایش توانایی خاک به تغییرات بافری pH می‌شوند(فردریچ و هم، ۱۹۸۲). ماده‌آلی خواص بیولوژیک خاک را نیز افزایش می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که کشاورزی ارگانیک منجر به بهبود خصوصیات کیفی خاک و فعالیت بیولوژیکی آنبه‌واسطه افزایش موادآلی، بیومس میکروبی، تنوع،تنفس و فعالیت‌های آنزیمیخاک می‌شود (مکس‌ول وهمکاران، ۲۰۰۰). معمولا در کشور ما از چوبهای حاصل از ضایعات کشاورزی استفاده مفیدی نمی‌شود، بطوری‌که یا درمحیط‌زیست رها شده ویا سوزانیده می‌شود که علاوه بر مشکلات زیست محیطی نظیر آلودگی هوا، باعث فرسایش خاک و کاهش فعالیت بیولوژیکی خاک نیز می‌شوند(کوپور و همکاران، ۲۰۰۶). چوب حاصل از پسماندهای کشاورزی دارای منابع عظیمی‌از موادآلی می‌باشد، به گونه‌ای که با بازگشت این پسماندها به خاک، متوسط سالانه ورودی کربن به خاک افزایش و بخشی از کربن خروجی حاصل از تجزیه میکروبی راجبران می‌نماید(هاداس وهمکاران، ۲۰۰۴). کشورایران در بخشی از کره زمین قرار گرفته که نزولات جوی در بسیاری از نقاط آن نیاز گیاهان زراعی وباغی را تامین نمی‌کند و گیاهان حداقل در برخی از مواقع سال در معرض تنش ناشی از کمبودآب قرار می‌گیرند و کمبود آب آنها از طریق آبیاری تامین می‌گردد.با توجه به این که درایران طی چندسال اخیر بحران کمبودآب جدی است(عزیزی وهمکاران،۱۳۹۳)؛ بازگشت باقی‌مانده‌های طبیعی سبب کاهش تبخیر آب از سطح و هم‌چنینبهبود کیفیت خاک و افزایش باروری آن می‌شود، بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر استفاده از خرده چوب به عنوان یک ماده‌آلی طبیعی برعملکردگیاه‌ذرت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت یک آزمایش گلخانه‌ای بود که طی آنتاثیر اندازه و مقدار خرده‌چوب بهعنوان اصلاح کننده‌آلی با ۷ تیمار شامل دو سطح ۱و ۲ درصدوزنی و هر یک در سه اندازه ۵/۰، ۱ و ۲میلی‌متر، همراه با یک تیمار شاهد، در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرارمورد مطالعه قرار گرفت. تیمارها به یک خاک شنی لومی اضافه و پس از انکوباسیون در یک دوره ۹۵ روزه،وزن تر و خشک ریشه و ساقه و برخی شاخص‌های رشدی گیاه ذرت اندازه‌گیری شد. خاک مورد نظر از مزرعه دانشگاه‌شهید باهنر کرمان تهیه و پس از تعیین بافت به گلخانه انتقال و از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شد. خاک مورد استفاده یک خاک با بافت لوم شنی بود که به درون گلدان منتقل و بذور ذرت پس از شست‌وشو و جوانه‌دار کردن، به تعداد ۹ بذر در هر گلدان کشت شدند. مجموعا تعداد ۲۸گلدان در شرایط گلخانه نگه‌داری و به صورت روزانه آبیاری شدند. بعداز گذشت ۹۵روزاز زمان کاشت، طول ریشه، وزن تروخشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه و حجم‌ریشهاندازه‌گیری شد. تجزیه‌آماری‌ومقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن بانرم‌افزارآماری SASانجام‌گردید.

نتایج و بحث

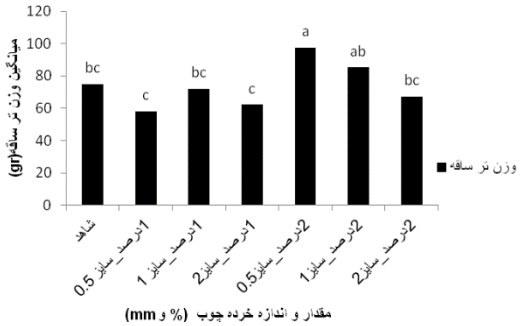
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱)نشان داد کهتاثیر تیمارها بر ارتفاع ساقه،وزن تر و خشک ساقه و حجم ریشه در سطح ۱ درصد و وزن تر و خشک ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد.

جدول ۱ _ نتایج تجزیه واریانس تاثیر خرده چوب بر عملکرد گیاه ذرت

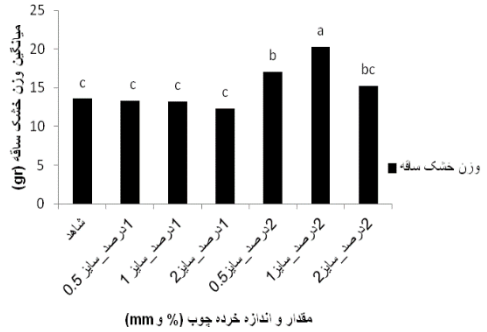
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع ساقه (cm)	وزن تر ساقه (gr)	وزن خشک ساقه (gr)	وزن تر ریشه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	حجم ریشه (Cm^3)
		میانگین مربعات					
تیمارها	۶	۳۰۹/**۸۲	۵۶۳/**۵۰	۲۳/**۶۰	۰۷/۱۲۱*	۹۴/۲*	۶۳/۹۷**
خطا	۱۴	۶۰/۰۶	۱۱۵/۲۳	۱۶/۳	۲۹/۴۳	۰/ ۹۳۵	۲۱/ ۴۶
ضریب تغییرات	_	۱۵/۲۸	۱۴/۵۸	۱۱/۸۶	۱۴/۴۴	۶۳/۲۱	۱۸/۱۴

،و* به ترتیب در سطح ۱و ۵درصدمعنی‌دار **ns .ازلحاظ آماری معنی‌دارنیست

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشرین وزن تر ساقه مربوط به تیمار دو درصد وزنی ذرات خرده چوب با اندازه ۵/۰ میلی‌متر (شکل ۱)و بیشترین وزن خشک نیزمربوط به تیمار دو درصد وزنی ذرات خرده چوب با اندازه ۱ میلی‌متر(شکل ۲) بود.استفادهاز یک درصد وزنی خرده چوب نتوانست تفاوت معنی داری را از نظر وزن خشک ساقه ایجاد کند و با تیمار شاهد بدون مصرف خرده چوب در یک سطح قرار گرفت.

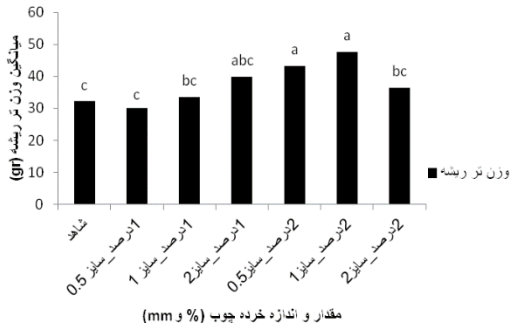


شکل ۱- اثر تیمارها بر وزن تر ساقه

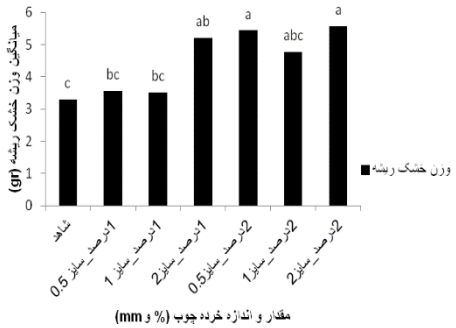


شکل ۲- اثر تیمارها بر وزن خشک ساقه

کاربرد هر یک تیمارهای یک درصد وزنی خرده چوب نتوانست تفاوت معنی داری را از نظر وزن تر ریشه نسبت به شاهد ایجاد کند (شکل ۳) اما تیمار با دو درصد وزنی و اندازه ۵/۰ و ۱ میلی‌متر از این نظر موثر بود. در مورد وزن خشک ریشه نیز کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد بود که با تیمار ۱ درصدی اندازه ۵/۰ و ۱ میلی‌متری و تیمار ۲ درصدی اندازه ۱، در یک سطح آماری قرار گرفتند. دیگر تیمارها با تفاوت معنی‌دار نسبت به شاهد بدون خرده چوب در یک سطح آماری قرار گرفتند (شکل ۴).

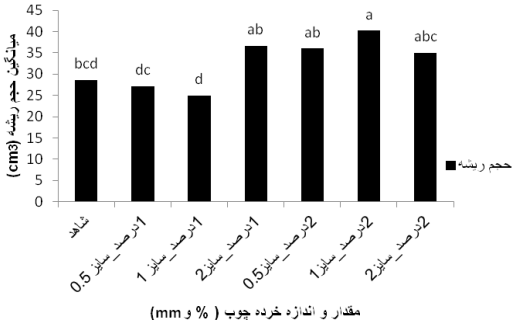


شکل ۳- اثر تیمارها بر وزن تر ریشه

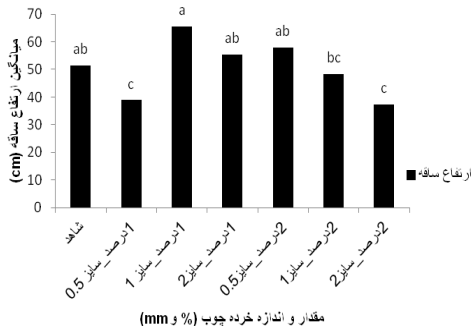


شکل ۴- اثر تیمارها بر وزن خشک ریشه

نتایج مقایسه میانگین حجم ریشه نشان داد که کمترین حجم ریشه مربوط به تیمار ۱درصد وزنی ذرات ۱ میلی‌متر و بیشترین حجم مربوط به تیمار ۲ درصد وزنی ذرات ۱ میلی‌متری بود و در مجموع تیمارهای ۲ درصد وزنی به طور میانگین حجم بیشتری داشتند(شکل ۵). تاثیر تیمارها بر ارتفاع ساقه کمی متفاوت تر و شاید متغیر و بیشترین آن مربوط به تیمار ۱ درصد وزنی ذرات با اندازه ۱ میلی‌متر بود (شکل ۶).



شکل ۵- اثر تیمارها بر حجم ریشه



شکل ۶- اثر تیمارها بر ارتفاع ساقه

تحقیق مورد بحث با مطالعات عزیزی وهمکاران(۱۳۹۳) هماهنگی دارد، که بیان می‌کنداثر ساده مالچ برروی صفاتی چون فاصله میانگره، تعدادشاخه در بوته، وزن تر و خشک زیست توده، سطح برگ و عملکرد اسانس نعناع معنی‌دارشد و کاربرد چیپس چوب به همراه سطح آبیاری به میزان ۶۰ درصدنیازآبی گیاه، بیشترین عملکردماده خشک و عملکرد اسانس را در واحدسطح تولید نمود.مطالعات پاکدل و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که از بین ۴ خاک‌پوش چیپس چوب، کمپوست، زباله شهری و خاک اره، خاک‌پوش خاک اره با ضخامت ۱۵ سانتی‌متربیشترین درصد رطوبت وزنی و مقدار رشد را نشان داد و بعد از آن مربوط به چیپس چوب بود.میرابی و همکاران(۱۳۹۱) بیان کردند مالچ چیپس چوب درمقایسه با کلش برنج تاثیر بیشتری در کاهش درجه حرارت و افزایش درصدرطوبت خاک دارد. آتور رحمان و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که مالچ کاه، مقاومت مکانیکی خاک را با حفظ رطوبت کاهش داد و در نتیجه رشد ریشه افزایش یافت.صادقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) اثر دو نوع ماده آلیطبیعی(بقایای خرما) و مصنوعی (خرده لاستیک) را در خاک‌دانه‌سازی و توزیع اندازه ذرات بررسی کردند و بیان کردند که نوع ماده آلی دارای اهمیت زیادی است، زیرا ترکیبات حاصل از تجزیه موادآلی متنوع بوده است. بنابراین، افزودن مواد آلی و مصنوعی به طور منظم برای جلوگیری از تخریب خاک وحصول کشاورزی پایدار تحت شرایط آب و هوای نیمه خشک مورد نیاز است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تاثیر خرده‌چوب وتیمار شاهد بر وزن تروخشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه، ارتفاع ساقه و حجم ریشه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که خرده چوب با مقدار ۲ درصد و اندازه ۱ میلی‌متر بیشترین اثر را بر عملکرد گیاه ذرت داشت. محققین بسیاری به این نتیجه رسیدند که افزودن خاک اره می‌تواند از دست رفتن رطوبت را کاهش دهد واین مورد درمناطق گرم وخشک که با کمبودآب مواجه هستند، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. استفاده از خرده‌چوب می‌تواند به صورت مالچ سطحی در ایجاد

چشم‌اندازی متفاوت در زیباسازی فضای شهری و حفظ رطوبتو به صورت مخلوط با خاک در بهبود خصوصیات فیزیکی و حفظ رطوبت و در نهایت رشد بهتر ریشه‌و گیاه موثر واقع شود.

منابع

پاکدل، پ. تهرانی‌فر، ع. نعمتی، ح. لکزیان، ا. خرازی، م. پاییز ۱۳۹۰.اثر چهار خاک‌پوش چیپس چوب، کمپوست زباله شهری، خاک اره و سنگریزه در سه ضخامت مختلف بر رشد درخت چنار platusorientalis. نشریه علوم باغبانی. جلد ۲۵،شماره ۳،صفحه‌های ۲۹۶ تا ۳۰۳.

صادقی، و. جلالی، و. محمودآبادی، م. ۱۳۹۳. بررسی تاثیرموادآلی طبیعی و مصنوعی برپایداری خاک‌دانه‌های خاک‌های سبک بافت مناطق خشک و نیمه خشک. همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست. دانشگاه شهیدباهنر کرمان (خاک‌ورزی حفاظتی و مدیریت بقا).

عزیزی، م. شهریاری، س.آرویی، ح.انصاری، ح. ۱۳۹۳. بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و میزان اسانس نعناع فلفلی mentapiperita. نشریه علوم باغبانی. جلد ۲۸، شماره ۴، صفحه‌های ۴۳۵ تا ۴۴۵.

کافی، م. برزویی،الف. صالحی، م. کمندی، ع. معصومی،ع. نباتی، ج.۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی درگیاهان. انتشارات جهاددانشگاهی مشهد.

میرابی، ا. نعمتی، ح.داوری نژاد، غ. آرویی، ح. ۱۳۹۱. اثر مالچ بر کنترل علف‌های هرز،ذخیره رطوبت و دمای خاک در سبزی پیپنو. نشریه علومباغبانی. جلد ۲۶،شماره ۳،صفحه‌های ۲۷۱تا ۲۷۶.

Afshar.H.,sadreghayen. S. H.,&Mehrabadi. H. R. ۲۰۱۳. Evaluation of application of plastic mulch onwater used and seed cotton yield. Journal of water and soil , (۲۶)۶ , ۱۴۲۱_۱۴۲۷, (in farsi).

Copur.Y, Guler.C, Tascioglu.C, Tozluoglu.A.۲۰۰۶.somechemicalproperties of hazelnut huskand its suitability for patticleboard production.buikding and environmental۴۲, ۶july,Pages۲۵۶۸-۲۵۷۲.

Fraedrich, S.W., and D.L. Ham. ۱۹۸۲. Wood chip mulching around maples: Effect on tree growth and soil characteristics. Journal of Arboriculture ۸:۸۵-۸۹.

Hadas A., Kautsky L., Goek M., and Kara E.E. ۲۰۰۴. Rates of decomposition of plant residues and available

Maxwell, K., and G.N. Johnson. ۲۰۰۰. Chlorophyll fluorescencea practical guide. Journal of Experimental Botany ۵۱:۶۵۹-۶۶۸.

nitrogen in soil, related to residue composition through simulation of carbon and nitrogen turnover. Soil Biology andBiochemistry, ۳۶:۲۵۵-۲۶۶.

Rahman A.M., Chikushi J., Saifizzaman M., and Lauren J.G. ۲۰۰۵.Rice straw mulching and nitrogen of no-tillwheat following rice in Bangladesh. Field Crops Research, ۹۱ : ۷۱-۸۱.

Smith J.A.C.,and Griffiths H. ۱۹۹۳. Water deficits, plant responses from cell to community.Bios,Scientific Publishers.

Tisdall, J. M., OADES, J. M., ۱۹۸۲: Organic matter and water-stable aggregates in soils. J. Soil Sci., ۳۳, ۱۴۱-۱۶۳. Issn ۰۰۲۲۴۵۸۸.

Watson,G.W.,andG.Kupkowski. ۱۹۹۱. Effects of a deep layer of mulch on the soil environment and tree root.growth. Journal of Arboriculture۱۷:۲۴۲-۲۴۵.

Abstract

Iran is located in the dry region and prone to water stress. The amendments are any materials that improve soil physical properties, which induce better growth of roots in the soil, while the production of the waste materials is increasing, so this study was aimed to use of wood chips as organic amendment. In this study, the size effect and the amount of wood chips as organic modifier with ۷ treatment consists of two levels ۱ and ۲ percent by weight of each of the three sizes of ۰.۵, ۱ and ۲ mm, with a control, in the form of a completely randomized design with four replications was conducted.Treatments were added to a sandy loam soil. after ۹۵ day incubation period, corn growth indices were measured.The statistical results showed that the treatment effect is quite significant and the amount of used treatments and the size of wood chips was significant on themeasured parameters .

تاثیر مقادیر مختلف گوگرد به همراه تیوباسیلوس بر عملکرد ارقام جدید کلزا در مشهد

محمد قاسم زاده گنجه‌ای [۱]، حبیب الله بیگی [۲]، علی احمدپور [۲]
۱ - دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی‌ومنابع‌طبیعی‌خراسان‌رضوی،
۲- کارشناس آزمایشگاه بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی‌خراسان رضوی

چکیده
کلزا از دانه های روغنی مهم بوده که در سالهای اخیر توجه خاصی به کشت و تولید ارقام آن شده است. گوگرد از عناصر اصلی و مهم در تولید روغن و افزایش عملکرد این محصول است. این عنصر علاوه بر افزایش عملکرد با اکسیداسیون در خاك می تواند در کاهش موضعی pH خاك و بهبود جذب عناصر غذایی نقش مهمی داشته باشد. به منظور بررسی تأثیر گوگرد در کمیت و کیفیت ارقام جدید کلزای پاییزه مودنا و زرفام آزمایشی بصورت فاکتوریل بر پایه بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه طرق مشهد اجرا شد. تیمارهای گوگردی شامل پنج سطح شاهد (S_0)، براساس آزمون خاك (S_1)، مصرف ۳۰۰ کیلوگرمی کود گوگرد تیوباسیلوس دار(S_2)، مصرف ۶۵ دصد کود مصرف شده در تیمار دوم بعلاوه تیمار سوم (S_2) و ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد تیو با سیلوس دار بود(S_4. ارقام مورد استفاده شامل مودنا و زرفام بود. میانگین نتایج دو ساله نشان داد بیشترین عملکرد دانه در اثر کاربرد تیمار S_4 حاصل شد. رقم مودنا بیشترین عملکرد دانه و وزن هزار دانه، درصد روغن، درصد پروتئین را نسبت به رقم زرفام نشان داد. بیشترین وزن هزار دانه نیز در تیمار S3 همچنین بالاترین درصد روغن، ارتفاع بوته و طول گل آذین با اعمال تیمار S_4 به دست آمد.
کلمات کلیدی: کلزا، گوگرد، تیوباسیلوس، ارقام کلزا

مقدمه
کلزا (*Brassica napus*) از دانه های روغنی بسیار مهم می باشد که در سال‌های اخیر توجه خاصی به کشت آن مبذول گردیده است و سطح زیر کشت آن در استان خراسان رضوی حدود ۵۰۰۰ هکتار می‌باشد. مصرف روغن در ایران طی سال‌های اخیر به دلیل رشد جمعیت و افزایش مصرف سرانه، افزایش یافته است به طوریکه با در نظر گرفتن مصرف سرانه ۱۴ کیلوگرم در سال حدود ۹۰۰ هزار تن روغن مورد نیاز می باشد. کمبود گوگرد به عنوان یك عنصر غذایی ضروری در مراحل مختلف رشد کلزا در نهایت با مهار رشد باعث افت عملکرد محصول می‌گردد. در خاك‌هایی که به رغم کافی بودن عناصر غذایی من جمله نیتروژن و فسفر با کمبود گوگرد لازم برای تغذیه کلزا مواجه هستند اثر رویشی و زایشی گیاهان متوقف می‌شود. اکسیداسیون بیولوژیك گوگرد در خاك عمدتاً توسط باکتری های تیوباسیلوس انجام می شود که جمعیت این باکتری‌ها در اکثر خاك‌های زراعی ما به دلیل پایین بودن میزان مواد آلی، عدم استفاده قبلی گوگرد و مایه تلقیح آنها بسیار ناچیز است. نکته قابل توجه در مورد باکتری‌های تیوباسیلوس این است که جمعیت و فعالیت آنها در خاك به علت نا مساعد بودن شرایط خاك عمدتاً کم بوده و برای افزایش تعداد و فعالیت آنها لازم است که به طور مصنوعی آنها را به گوگرد تلقیح نماییم. لازم به ذکر است که فرآیند اکسایش گوگرد عنصری در خاك بسیار کند و بطئی بوه و میزان اکسیداسیون گوگرد عنصری به جمعیت تیوباسیلوس‌ها، رطوبت خاك ، دما، تهویه، pH و مواد آلی خاك بستگی دارد (بشارتی و همکاران، ۱۳۷۹).بشارتی و همکاران (۱۳۷۹) گزارش نمودند که مصرف گوگرد ۵/۳۶ درصد و مصرف گوگرد همراه با تیوباسیلوس ۲/۱۳۷ درصد مقدار آهن جذب شده توسط ذرت را در مقایسه با شاهد افزایش داد و بیشترین مقدار آهن جذب شده هنگامی بود که گوگرد همراه با باکتری‌های اتوتروف اجباری به خاك اضافه شد. ایشان همچنین گزارش نمودند که مصرف گوگرد ۸/۵۶ درصد و مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس ۵۹ درصد مقدار روی جذب شده توسط ذرت را در مقایسه با شاهد افزایش داد. اکسیداسیون گوگرد در خاك ضمن تأمین سولفات مورد نیاز گیاه باعث کاهش موضعی pH در اطراف ریشه و آزاد شدن عناصر غذایی مانند آهن، روی و فسفر می‌شود. باکتری‌های تیوباسیلوس مهمترین اکسید کننده های گوگرد در خاك می باشند و تلقیح خاك با این باکتریها باعث افزایش سرعت اکسیداسیون گوگرد خواهد شد. مطالعات توسلی و همکاران (۱۳۷۹) نشان داد که میزان اکسیداسیون گوگرد در خاك‌های تلقیح شده با باکتری تیوباسیلوس حدود ۱۱ برابر بیشتر از خاك‌های تلقیح نشده می باشد.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف گوگرد و مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد و کیفیت دو رقم کلزا آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه بلوك‌های کامل تصافی در سه تکرار در ایستگاه کشاورزی طرق مشهد طی دو سال زراعی (۹۰-۱۳۸۹) تیمارهای گوگرد شامل پنج سطح شاهد(S_0)، براساس آزمون خاك(مصرف ۴۰۰ کیلوگرم کودگوگردی به همراه ۲ کیلوگرم مایه تلقیح) (S_1)، مصرف ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد تیوباسیلوس دار(S_2)، مصرف ۶۵ درصد کود مصرف شده در تیمار دوم به علاوه تیمار سوم (S_2) و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد تیوباسیلوس دار بود (S_2) .ارقام مورد استفاده شامل مودنا و زرفام در نظر گرفته شد زیرا تفاوت رشدی در این دو رقم وجود دارد و رقم زرفام دارای رشد سریع اولیه متوسط رس و دارای پایداری عملکرد در مناطق سرد با بهار گرم بوده و رقم مودنا رقمی است با نیازهای تغذیه‌ای نرمال و پتانسیل عملکرد مطلوب، لذا در این آزمایش مورد استفاده واقع شد تا بتوان قضاوت

روی تفاوت رفتار ارقام در جذب گوگردانجام داد. آبیاری مزرعه براساس نیاز آبی گیاه و شرایط عادی بدون تنش انجام گرفت. طول خطوط کشت ۶ متر و فاصله خطوط ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد که نهایتاً تراکمی حدود ۹۰ بوته در متر مربع بدست آمد. (مساحت هر کرت ۴۰/۵ متر مربع بود). روش کشت فارویی و بذور بر روی پشته ها با ماشین کشت گردید. در برداشت نهایی عملکرد در سطح یك متر مربع از هر کرت و تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، ارتفاع بوته و طول گل آذین بر روی ۱۰ بوته در هر کرت تعیین گردیدند. مقدار روغن دانه های کلزا با استفاده از روش استخراج پیوسته سوکسله و پروتئین دانه با روش کجدال اندازه گیری شد. گلوکو زینولات دانه ها نیز با استفاده از روش کروماتوگرافی (HPLC) اندازه گیری شد. اندازه گیری گوگرد قابل جذب در خاك به روش عصاره گیری با منو کلسیم فسفات و اندازه گیری آن به روش توربیدومتری اندازه گیری گردید. تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار MSTAT و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن انجام گرفت. جداول ۱ نتیجه تجزیه فیزیك و شیمیایی خاك در عمق ۳۰-۰ سانتی متری محل مورد آزمایش را نشان می دهد.

جدول ۱-نتیجه تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل موردآزمایش

pH	EC	T.N.V	O.C	Sand	Silt	Clay	S	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
	ds.m^{-1}			%			mg/kg^{-1}_						
۱/۸	۲	۲/۱۳	۳۶/۰	۵۴	۳۲	۱	۸/۳	۲/۹	۲۸۸	۲	۷۲/۳	۹۴/۱	۸/۰

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس (جدول شماره ۲) نشان داد که اثرات اصلی سال، تکرار، گوگرد و تیوباسیلوس در سطح یك درصد و اثر اصلی رقم در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه کلزا معنی دار شد. باتوجه به اینکه در سال دوم گوگرد مصرف نگردید و مکان تیمارها در سال دوم ثابت بود مشخص گردید که بیشترین عملکرد دانه در سال دوم آزمایش به دست آمده که مقدار آن ۵۳۴۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار چهارم (مصرف ۶۵ درصد کود مصرف شده در تیمار دوم به علاوه تیمار سوم که مجموعاً حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگردی است) برای رقم مودنا بدست آمد. (جدول شماره ۳). با توجه به غلظت پایین گوگرد در خاك مزرعه ایستگاه طرق، عکس‌العمل کلزا نسبت به کاربرد گوگرد معنی‌دار شده است (جدول شماره ۱). معافپوریان و همکاران (۱۳۸۹)، حد بحرانی گوگرد در خاك‌های زراعی با روش توربیدومتری برابر ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده اند. همانطوری که از نتایج جدول ۳ استنباط می شود با افزایش مصرف گوگرد به همراه تیوباسیلوس، غلظت این عنصر به طور معنی داری در دانه کلزا افزایش یافته است. در شرایط کمبود گوگرد در خاك، جذب و مصرف ازت از خاك توسط ریشه ۲۵ درصد کاهش یافته و عملکرد و اجزای عملکرد به طور معنی‌داری کاهش می یابد (Haneklaus و همکاران ، ۱۹۹۹). به نظر می رسد کاربرد کود گوگردی با افزایش تعداد دانه ها در غلافها باعث افزایش عملکرد دانه گردیده است (Nuttall و همکاران ۱۹۹۳(.

کاربرد کود گوگردی درتیمار سوم باعث بیشترین میزان ماده گلوکوزنیولات (۱۱/۱۴ میکرومول بر گرم) گردید (جدول ۲). Johnston و همکاران (۱۹۹۹)، گزارش نمودند که با افزایش عرضه گوگرد میزان کلوکوزینولات در برگ و دانه کلزا بطور معنی داری افزایش می‌یابد.

جدول ۲- نتایج میانگین مربعات تجزیه واریانس مرکب تیمارهای مختلف در دو سال

میانگین مربعات / منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	درصد روغن	درصد پروتئین	گلوکوزینولات دانه	عملکرد روغن	ارتفاع بوته cm	طول کل آذین cm
سال	۱	۱۲۵/۵**	۱۶/۵۰**	۵/۱۳ ns	۱/۶۷**	۴۷۵/۸۱**	۱۹/**	۰۹۶/۲۰**	۳۰۱/۱۹**	۱۷/۸**	۹۵۷/۸۶**
تکرار	۳	۶۶۵/۳**	۰۵۶/۳**	۲۹۶/۳ ns	۷۱۵/۰**	۶۴۴/۷۵**	۶۶۳/۴۹**	۷۱۳/۳۸**	۲۹۳/۸۸**	۳۵۴/۲۳**	۳۱۹/۱۲۳**
گوگرد	۲	۰۸۸/۴**	۲۰۷/۳**	۶۸۱۹/۵*	۳۶۵/۴**	۷۳۸/۱۵۹**	۵۲۵/۹**	۸۳/۱۳**	۱۳۱/۲۱**	۲۹۴/۱۰۹**	۲۱۲/۲۵۷**
سال × گوگرد	۲	۰۱۳/۴ ns	۰۴۲/۷ ns	۳۴۷/۱۷۹ ns	۰۳۲/۰ ns	۴۱۹/۱ ns	۰۹۲/۰ ns	۳۲۶/۲ ns	۷۹/۹۸ ns	۳۶۷/۳ ns	۳۲۶/۲۰ ns
رقم	۱	۰۹/۰*	۶۶۷/۳۲*	۳۵۲/۱ ns	۰۵۵/۰*	۴۸۹/۴*	۱۷۸/۱**	۰۱۷/۰ ns	۸۸۵/۵۳**	۱۹۶/۵ ns	۳۴۶/۱ ns
سال × رقم	۱	۰۵/۰ ns	۶۳/۳ ns	۶۴/۱۶ ns	۰۷/۰ ns	۱۲۲/۰ ns	۰۲/۰ ns	۰۰۴/۰ ns	۸۷۳/۲۳ ns	۵۸۴/۱ ns	۳۴۶/۱ ns
گوگرد × رقم	۲	۰۱/۰ ns	۰۱۴/۰ ns	۰۶/۱۶ ns	۰۱/۰ ns	۴۲۷/۰ ns	۰۶/۰ ns	۰۰۱/۰ ns	۸۶۵/۷ ns	۳۱۹/۰ ns	۸۸/۱۱ ns
سال × گوگرد × رقم	۲	۰۱/۰ ns	۵۶/۳ ns	۸۳۸/۱۷۱ ns	۰۴/۰ ns	۰۶۳/۰ ns	۰۱/۰ ns	۰۰۱/۰ ns	۲۸۶/۰ ns	۴۵۹/۰ ns	۵۰۵/۱۰ ns
اشتباه آزمایشی	۳	۰۱۶/۰	۷۹۱/۵	۴۶۳/۱۶۴	۰۱۲/۰	۷۴۶/۰	۰۱۲/۰	۱۳۸/۰	۲۳۴/۵۲	۳۱۹/۲	۲۹۴/۱۱

ضریب تغییرات	۵/۳	۷/۲	۶/۷	۷/۵	۸۴/۷	۵/۸	۵۱/۵	۴۹/۴	۷/۷	۶

به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یك درصد، پنج درصد و غیر معنی دار ns و * ، **

جدول۳- مقایسه میانگین سطوح مختلف گوگرد بر شاخص های اندازه‌گیری شده در کلزا

متغیر سطوح مختلف گوگرد	عملکرد دانه (کیلوگرم/متر مربع)	میانگین تعداد خورجین در بوته	میانگین تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	درصد روغن	درصد پروتئین	گلوکوزینولات (میکرومول برگرم)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول گل آذین (سانتی متر)
S۰	۴۸۷C	۲۸/۱۹۳ C	۲۱/۲۳C	۴۳/۲ B	۴۳/۳۵C	۳۱/۱۱C	۲۳/۱۱ C	۳۴/۱۰۸ C	۶۷/۵۲C
S۱	۴۹۵B	۸۶/۱۹۶ C	۸۰/۲۴B	۵۰/۲B	۹۳/۳۷B	۶۳/۱۱B	۷۹/۱۱C	۸۷/۱۰۹C	۵۰/۵۴B
S۲	۵۱۴B	۳۶/۱۹۸ B	۳۳/۲۴B	۵۲/۲B	۶۶/۳۸B	۶۵/۱۱B	۸۴/۱۲ B	۷۱/۱۱۰B	۷۳/۵۶A
S۳	۵۳۴A	۸۷/۲۰۳ A	۸۰/۲۸A	۷۷/۲A	۵۹/۴۰A	۰۵/۱۲A	۱۱/۱۴ A	۴۴/۱۱۲A	۸۴/۵۶A
S۴	۵۲۰B	۲۳/۲۰۱ B	۹۵/۲۶A	۶۱/۲B	۲۳/۴۰A	۹۳/۱۱B	۸۹/۱۳ B	۸۳/۱۱۰A	۷۹/۵۴B
L.S.D	۰۵۵/۰	۴۸/۲	۲۲/۴	۴۷۷/۰	۷۶/۳	۴۷/۱	۱/۲	۶۶/۲	۴۶/۱
CV%	۲/۱۱	۷/۱۲	۲/۱۳	۷/۱۰	۵/۸	۲/۷	۲/۱۳	۲/۵	۵/۴

درصد پروتئین

اثر اصلی سال، تکرار، گوگرد و اثر متقابل گوگرد* رقم در سطح احتمال یك درصد بر میزان پروتئین دانه کلزا معنی دار شد. بیشترین درصد پروتئین (۰۵/۱۲ درصد) با کاربرد تیمار S۳ (۵۰۰ کیلوگرم)کود گوگردی به دست آمد (جدول ۳). با توجه به نقش اساسی گوگرد در سنتز اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین، عرضه کافی این عنصر باعث افزایش تولید پروتئین گیاه کلزا می شود.

ارتفاع بوته و طول گل آذین

اثرات اصلی سال، تکرار، گوگرد و تیوباسیلوس در سطح احتمال یك درصد بر ارتفاع بوته و طول گل آذین کلزا معنی دار شدند. بیشترین ارتفاع بوته و طول گل آذین از کاربرد تیمار (۵۰۰ S۳ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد به دست آمد (جدول ۳).

منابع

۱-بشارتی، ح.، ك. خاوازی و ن. صالح راستین. ۱۳۷۹. بررسی قابلیت چند نوع ماده برای تولید مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس و مطالعه اثر آنها همراه با گوگرد بر افزایش جذب برخی از عناصر غذایی و رشد ذرت. مجله خاك و آب. جلد ۱۲، شماره ۱۱، ص ۱-۱۰

۲-توسلی، ع. و ،ح. بشارتی، ك. خاوازی و ف. رجایی. ۱۳۷۹. بررسی اثرات مصرف کودهای فسفاته، گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس بر درصد کلونی‌زایی قارچهای میکوریز در ذرت. مجله خاك و آب. جلد ۱۲، نشریه شماره ۱۱. ص ۲۰-۱۰

۳-خادمی، ز،ح. رضایی، م.ج . ملکوتی و پ. مهاجر میلانی. ۱۳۷۹ تغذیه بهینه کلزا گامی مؤثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت روغن. نشر آموزش کشاورزی. وزارت جهادکشاورزی. تهران. ایران.

۴-معافپوریان، غ و ح. خادم حمزه . ۱۳۸۹ بررسی اثرات مستقیم و متقابل ازت و گوگرد بر عملکرد و کیفیت دو رقم کلزا. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات خاك و آب. تهران. ایران

۵-مطلبی فرد، بشارتی . ۱۳۸۹. تأثیر مصرف مقادیر مختلف گوگرد، تیوباسیلوس و اثرات باقیمانده آنها و خصوصیات شیمیایی خاك و عملکرد کلزا در تناوب با گندم. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقاتی خاك و آب . تهران . ایران

۶-Haneklaus,s.,H.M.paulsen.,A.k.Gupta,E.Bloem,and E.S chung.۱۹۹۹.InFluence of sulfur fertilization on yield and quality of oilseed rap.loth Int rapeseed congo.New hori zons for an ola crop,canberra.Astyalia.

۷-Johnston. A. M., C. A. Grant, and G. W. Clayton. ۱۹۹۹. Sulphur management of canola. ۱۰th Int rapeseed congr. New horizons for an ola crop, Canberra. Astralia.

۸-Nuttall,W.F.,Boswell,c.c,Sinclair.A.G.Moulin,A.p.Townley-smith,J.L.and G.L Galloway .۱۹۹۳.the effect of time of application and placement of sulphur fertilizers on yield of wheat,canola and barly.cammum. Soil sci. Plant Anal. ۲۴:۲۱۹۳-۲۲۰۲

Abstract

Canola is one of the most important oil seed crops that its cultivation has received great attention in recent years and sulfur has important role on canola oil production. This element in addition to in creasing yield of canola can reduce soil pH and increase nutritional elements uptake. For evaluating the effect of sulfur on yield, oil content and elements uptake on quality and quantity of two canola genotypes an experiment was carried out with ۳ replications using randomized complete block design in Torogh research center. Factors are sulfur with ۵ levels :(o,soil testing , ۳۰۰ kg. ha^{-1} and thiobacillus, ۶۵ percent $T_۲$) and $T_۳$ and ۶۰۰ kg . ha^{-1}sulfor and zarfam. The ۲-years average

results revealed that the higher grain yield was obtained by application of $T_۴$ Among genotypes Modena had higher seed yield thousand seed weight oil content protein content than zarfam.The highest thousand kernel weight was obtained with application of $T_۳$ also the highest oil percent. Plant hight and lenghth of in florescence was obtained with $T_۳$.

آیا می توان اراضی شدیدا شور و سدیمی جنوب اصفهان را با استفاده از پساب شهری اصلاح کرد؟

امینه مردیها [۱]، ناصر هنرجو [۲]، عباس طغیانی [۲]
دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اصفهان، ۲-عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اصفهان

چکیده
به منظور کاهش محدودیت اراضی شور و سدیمی، ,واقع در جنوب اصفهان و بررسی امکان استفاده از منابع آب غیر متعارف جهت اصلاح این اراضی، تحقیقی در قالب طرح فاکتوریل با پنج تکرار و تیمار مختلف آبشویی شامل: ۱- آب چاه منطقه،۲- پساب در شش مرحله،۳- تناوب آب چاه و پساب،۴- مخلوط آب چاه و پساب و ۵- پساب در یک مرحله هر کدام به ارتفاع کل ۶۰ سانتی متر به مدت دو ماه اجرا شد،۶-شاهد بدون اعمال آبشویی. و از سه عمق خاک ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متری نمونه برداریو برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک و آب و پساب اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از پساب بیشترین تاثیر معنی دار را در تغییر SAR،pH،ECe،گچ خاک داشتهاست.کاربرد تیمارهای مختلف تاثیر معنی داری بر مقدار بیکربنات،OM و CEC، P، Bd و Ksخاک نداشته است.

واژه های کلیدی: آبشویی، پساب فاضلاب شهری،خصوصیات شیمیایی خاک، خصوصیات فیزیکی خاک

مقدمه
شور و سدیمی بودن خاک، اثرات متفاوتی بر رشد و عملکرد گیاهان دارد و در ادامه باعث فرسایش خاک می‌شود. در خاک‌هایی با شوری زیاد وجود یون‌های محلول، با کاهش پتانسیل اسمزی، به گیاه آسیب می‌رساند. شوری و سدیمی و ماندابی شدن اراضی پدیده‌های مرتبط با یکدیگر هستند. این پدیده‌ها بر حرکت آب در خاک اثر گذاشته و تابع عواملی مانند شرایط آب و هوایی، ویژگی‌های خاک و آب آبیاری می‌باشند. بافت خاک، پستی و بلندی، مقدار شوری آب زیرزمینی، مقدار آب آبیاری، غلظت املاح و ترکیب کاتیونی و آنیونی آب آبیاری از جمله عوامل مؤثر در شور شدن اراضی می‌باشد (برزگر، ۱۳۸۷).
در بسیاری از نقاط جهان منابع آب مناسب برای بهره‌گیری رو به کاهش است و با توجه به مصارف روزافزون آن در جوامع شهری و صنعتی و افزایش سرانه مصرف آب، تدریجا کاهش می‌یابد. در مناطقی که با کاهش منابع آب روبرو هستیم به زیر کشت بردن زمین‌های شور و استفاده از آب‌های غیر متعارف مورد توجه قرار می‌گیرد. پساب فاضلاب که زمانی به عنوان منبع آلودگی تلقی می‌گردید، هم اکنون در جهان به عنوان یک منبع جدید تأمین آب مطرح می‌باشد. باتوجه به ماهیت دوگانه پساب، بازیافت آب به عنوان یکی از راهکارها و فرصت‌های کلیدی جهت بهبود وضعیت آب مطرح می‌باشد که از آلودگی منابع آبی و در نتیجه تنزل کیفی آن جلوگیری می‌کند و از سوی دیگر با عرضه منابع جدید تأمین آب، می‌تواند زمینه‌ساز تأمین نیازهای آبی گردد (ثابت رفتار، ۱۳۸۰).
وسعت اراضی شور و سدیمی در استان اصفهان بیش از ۶۰ هزار هکتار برآورد شده و روند رو به افزایش دارد. باتوجه به محدودیت موجود در خاک های شور و سدیمی اهمیت آبشویی و اصلاح این خاک‌های مشخص می‌گردد.

مواد و روش ها
این تحقیق در اراضی شرکت فکا واقع در جنوب اصفهان که بین طول جغرافیایی ۱۵ ۴۳ ۵۱ تا ۰۰ ۴۵ ۵۱ وعرض جغرافیایی ۰۰ ۳۱ ۳۲ تا ۵۳ ۳۱ ۳۲ واقع شده است انجام گرفت.منطقه دارای اقلیم خشک و خیلی گرم با تابستان های خشک است. میانگین بارندگی سالیانه ی اصفهان ۳/۱۴۷ میلی متر، میانگین درجه مطلق سالانه ۱۶ تا ۴۱ درجه سانتی گراد و تبخیر و تعرق سالیانه ۵/۱۴۹۵میلی متر می باشد (سازمان هواشناسی کشور استان اصفهان،۱۳۹۲). خاک محل اجرای این طرح در سیستم رده بندی خاک آمریکایی ۲۰۱۴ Fine Clayey, Mixed, Active, Thermic, Typic Gypsitorrerts قرار گرفته است (آزادی پور و همکاران،۱۳۹۳).
به منظور بررسی و مقایسه اثر پساب فاضلاب شهری و آب چاه بر خاک های محدوده مورد مطالعه در دشت مرغ، در یک طرح فاکتوریل یک قطعه زمین به ابعاد ۲۰*۲۰ متر مربع در اراضی شرکت فکا انتخاب گردید و در آن کرت های ۲*۲ متر مربع ایجاد شد به طوری که کرت ها در ده ردیف و ده ستون قرار گیرد. به منظور جلوگیری از خطای ناشی از نشت آب، کرت های ردیف ها و ستون ها یکی در میان انتخاب گردید و در آنها به طور کاملا تصادفی ۵ تکرار از هر تیمار آبشویی قرار داده شد.
تیمار اول) آبشویی با آب چاه به ارتفاع ۶۰ سانتیمتر در ۶ مرحله هر مرحله ۱۰ سانتیمتر
تیمار دوم) آبشویی با پساب فاضلاب شهر بهارستان به ارتفاع ۶۰ سانتیمتر در ۶ مرحله هر مرحله ۱۰ سانتیمتر

تیمار سوم) آبشویی با تناوب پساب و آب چاه به ارتفاع ۶۰ سانتیمتر در ۸ مرحله ،۵/۷ سانتیمتر پساب و ۵/۷ سانتیمتر آب شور
تیمار چهارم) آبشویی با اختلاط آب چاه و پساب، با نسبت ۵۰% و ۵۰% به ارتفاع کل ۶۰ سانتیمتر در ۶ مرحله هر مرحله ۱۰ سانتیمتر
تیمار پنجم) آبشویی با پساب ۶۰ سانتیمتر در یک مرحله
تیمار ششم) شاهد بدون اعمال آبشویی
پس از اتمام پروژه از عمق های ۳۰-۰ ،۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متری خاک نمونه برداری صورت گرفت و برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک و آب چاه و پساب مورد استفاده اندازه گیری گردید. سپس با استفاده ار نرم افزار SPSS آنالیز ها ی آماری انجام گرفت..

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی پساب و آب چاه: بر اساس دستورالعمل های فائو که در کتاب آیرز و وست کات[۶۵](۱۹۸۵) ارائه گردیده است اسیدیته آب چاه و پساب مورد استفاده در حد طبیعی می باشد. شوری آب چاه و پساب به ترتیب برابر ۸/۱۲ و ۲ دسی زیمنس بر متر بوده که بر اساس استاندارد های فائو استفاده از آب چاه دارای محدودیت شدید ولی کاربرد پساب در آبیاری دارای محدودیت متوسط می باشد. از نظر تاثیر آب آبیاری بر نفوذپذیری خاک، که با توجه به شوری و SAR آب آبیاری تعیین می گردد در مقایسه با استانداردهای فائو، آب چاه و پساب مورد استفاده هر دو بدون محدودیت محسوب می شوند. از نظر میزان کلر و سدیم ، مقدار این دو عنصر در آب چاه در حد سمی بوده ولی در پساب بدون محدویت می باشد.غلظت عناصر غذایی اصلی ازت، فسفر و پتاسیم در پساب قابل توجه بوده، ضمن اینکه بر طبق استاندارد سازمان محیط زیست ایران (۱۳۷۳) در محدوده مجاز جهت استفاده آبیاری و کشاورزی قرار دارد. با توجه به استاندارد های ارائه شده درجدول ۱ ملاحظهمیشود که آب چاه و پساب مورد استفاده از نظر فلزات سنگین مانندمنگنز،آهن،مس، کادمیوم، روی و سرب در حد مجاز استاندارد سازمان محیط زیست ایران (۱۳۷۳) و فائو (۱۹۸۵) قرار دارند ولی کبالت بیش از محدوده مجاز استانداردهای بیان شده می باشد.

خصوصیات شیمیایی و فیریکی خاک: خاک منطقه دارای بافت رسی بوده و اسیدیته بالاتر از ۸/۷ و هدایت الکتریکی بالاتر از ۲۵ دسی زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم ۳۷ در عمق اول می باشد(جدول ۲)، که آن را جزو خاک های شور و سدیمی قرار می دهد در ضمن نفوذ پذیری خاک ها کم می باشد.

جدول ۱- خصوصیاتشیمیاییپسابوآبچاهمورداستفاده

پارامتر	واحد	اب چاه	پساب	استاندارد پساب	
				ایران*	FAO**
pH	-	۲/۷	۸/۷	۸/۵-۶	۸-۵/۶
EC	dS/m	۷/۱۲	۰۲/۲	_	۷/۰
سدیم	me/l	۳/۵۶	۹/۵	_	_
کلسیم	"	۴۰	۶	۷۵	_
منیزیم	"	۶/۳۱	۲/۷	۱۰۰	_
نسبت جذب سدیم	_	۴/۹	۳/۲	_	_
کلر	"	۹/۸۸	۶/۳	۶۰۰	۴
بی کربنات	"	۶/۲	۶/۳	_	_
ماده آلی	%	ناچیز	۴۳/۵	_	_
پتاسیم	me/l	۶/۴۰	۵/۹۹	_	۳
ازت	mg/l	ناچیز	۵/۳۱	۵۰	۵
فسفر	mg/l	ناچیز	۷/۴۶	_	_
منگنز	"	۰	۰۱۵/۰	۱	۲/۰
آهن	"	۲۷/۰	۴۰۹/۰	۳	۵
مس	"	۰	۰۰۷/۰	۲/۰	۲/۰
کبالت	"	۵۱/۰	۴۲/۰	۰۵/۰	۰۵/۰
کادمیوم	"	۰۰۶/۰	۰۰۷/۰	۰۵/۰	۰۱/۰
روی	"	۰۱۶/۰	۰۰۲/۰	۲	۲
سرب	"	۰	۰۰۷/۰	۱	۵

FAOسازمان محیط زیست ایران (۱۳۷۳) - **آیرز و وست کات (۱۹۸۵)گزارش*

جدول۲- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک

پارامتر	واحد	عمق		
		۳۰-۰	۶۰-۳۰	۹۰-۶۰

[۶۵] . Ayres and westcot

pH	-	۸/۷	۸/۷	۵/۷
EC	dS/m	۵/۲۵	۲۵/۲۱	۲/۱۵
نسبت جذب سدیم	_	۷/۳۶	۱۶	۱۷
کلر	me/l	۱۶۰	۱۲۱	۱۱۳
بی کربنات	"	۸/۲۶	۶/۱۹	۲۰
گچ	%	۸/۵۴	۸/۲۶	۵/۶
آهک	%	۹/۲۱	۲۹	۴۰
ماده آلی	%	۴۷/۱	۲۸/۱	۸۸/۰
ازت	%	۱۲/۰	۰۹/۰	۰۹/۰
فسفر	mg/kg	۷۹/۱	۵۶/۱	۳۳/۲
پتاسیم	me/l	۴۶/۱۳	۸۷/۱۰	۰۶/۵
ظرفیت تبادل کاتیونی	me/۱۰۰g	۶۳/۱۰	۸۷/۱۶	۸۳/۱۷
وزن مخصوص ظاهری	g/cm۳	۳۱/۱	۲۷/۱	۲۶/۱
هدایت هیدرولیکی اشباع	cm/h	۲۵/۰	۲۷/۰	۲۰/۰
بافتخاک	-	CL	CL	C

تاثیر تیمارها بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک: نتایج کاربرد تیمارهای مختلف آبیاری نشان می دهد که استفاده از پساب بیشترین تاثیر معنی دار را در کاهش شوری خاک داشته است(شکل ۱). نتایج نشان داد که بین دو روش استفاده از پساب یعنی کاربرد مقدار پساب در یک مرحله و کاربرد آن در شش مرحله تفاوت معنی داری وجود نداشته است. فیضی (۲۰۰۱)نشان داد که استفاده از پساب فاضلاب در آبیاری مزارع باعث کاهش هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک گردید. علت این امر را می توان در بالا بودن هدایت الکتریکی خاک قبل از کاربرد پساب و کم بودن هدایت الکتریکی پساب فاضلاب شهری دانست.

در شکل (۲) مشاهده می شود نسبت جذب سدیم در عمق اول در تمامی تیمارها کاهش معنی داری را نشان می‌دهد که کاربرد پساب در یک مرحله و کاربرد پساب در شش مرحله بیشترین کاهش نسبت جذب سدیم خاک را نسبت به شاهد داشته است. در عمق دوم فقط در کاربرد پساب در یک مرحله کاهش معنی‌داری را در مقدار نسبت جذب سدیم داشته است و در عمق سوم خاک مقدار نسبت جذب سدیم خاک افزایش یافته است که علت آن احتمالا انتقال سدیم از لایه های بالایی خاک به این عمق خاک بوده است. نتایج مطالعه ای مشابه توسط بهاردواژ [۶۶](۲۰۰۷) نشان می دهد که آبیاری با پساب باعث کاهش معنی دار نسبت جذب سدیم در هر دو عمق خاک (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰) نسبت به آبیاری با آب چاه شده است.

نتایج کاربرد تیمارهای مختلف آبیاری نشان می دهد که کاربرد پساب در شش مرحله تاثیر معنی دار را در افزایش اسیدیته خاک داشته است(شکل ۳). به نظر می رسد بیشتر بودن مقدار بی کربنات پساب نسبت به آب چاه دلیل افزایش اسیدیته خاک می باشد . شایان جزیی و همکاران در سال ۱۳۸۹ نتیجه گرفتند که آبیاری با پساب باعث افزایش اسیدیته خاک در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ خاک گردیده است.

در شکل ۴ مشاهده می شود که فقط کاربرد پساب در یک مرحله و تناوب آب چاه وپساب در عمق اول تاثیر معنی داری در کاهش مقدار بی کربنات خاک داشته است.

نتایج کاربرد تیمارهای مختلف نشان می دهد که تغییر معنی‌داری بر میزان ماده آلی خاک در سه عمق خاک نداشته است که نتایج آن در شکل ۵ ارائه گردیده است. همچنین تغییر معنی داری در ظرفیت تبادل کاتیونی مشاهده نشد(شکل ۶). به نظر می رسد برای مشاهده افزایش ماده آلی در خاك نیاز به استفاده طولانی مدت از پساب و غنی بودن پساب از کربن آلی می باشد. این نتایج با نتا یج موروگان کورونادو[۶۷] و همکاران در سال ۲۰۱۱ در بررسی اثرات کوتاه مدت پساب بر خاك های آهکی مدیترانه ای مشابهت دارد.

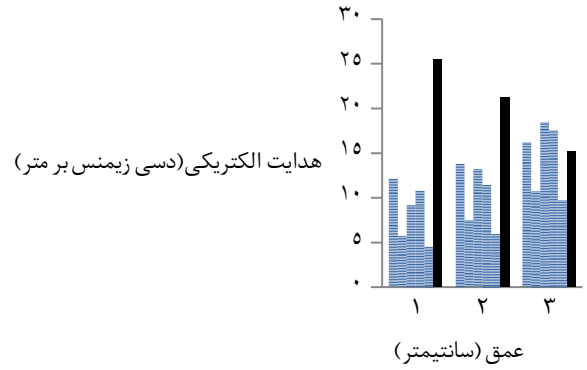
نتایج ارایه شده در شکل ۷ نشان داد که بین دو روش استفاده از پساب یعنی کاربرد مقدار پساب در یک مرحله و کاربرد آن در شش مرحله تفاوت معنی داری وجود داشته است وکاربرد پساب در یک مرحله به دلیل حجم بالای آبشویی باعث آبشویی بیشتر گچ خاک از عمق اول و تجمع آن در عمق های دوم و سوم شده است.

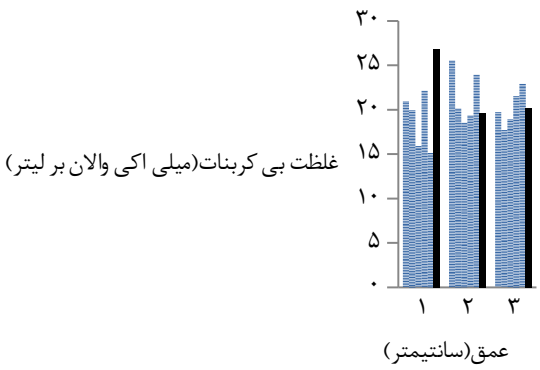
نتایج کاربرد تیمارهای مختلف نشان می دهد که تاثیر معنی‌داری بر میزان فسفر خاک نداشته است. این نتایج در شکل ۸ ارائه گردیده است. در استفاده دراز مدت از پساب موضوع انباشته شدن فسفر در خاك های زراعی باید مد نظر قرار گیرد زیرا در نتیجه فرآیند تجزیه مواد آلی، اسید هومیك تولید شده که منجر به افزایش ترکیب فسفر هومیك شده و نهایتاً افزایش میزان فسفر قابل دسترس می گردد. مطالعات پناهی کردلاغری و همکاران (۱۳۹۱) نشان داده است که میزان فسفری که از طریق آبیاری با پساب فاضلاب به مدت ده سال به یک خاک رسی افزوده شده بود، در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تجمع یافت در حالیکه در خاکهای سبک فسفر به عمق بیشتری شسته می‌شود.

[۶۶]-Bharadwaj et al.
[۶۷]-Morugan-Coronado et al.

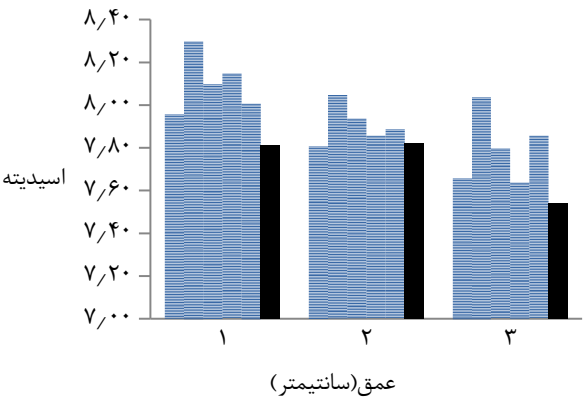
نتایج کاربرد تیمارهای مختلف آبیاری نشان می دهد که اعمال تیمارها تاثیر معنی داری در مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک و هدایت هیدرولیکی خاک نداشته است که نتایج آن در شکل ۹و ۱۰ ارائه گردیده است. مسعودی آشتیانی و همکاران در سال ۱۳۹۰ در تحقیق ۴ ماهه خودتاثیر معنی داری در مورد جرم مخصوص ظاهری و دیگر خصوصیات فیزیکی مشاهده نکردند.

در جمع بندی نهایی می توان گفت که استفاده از پساب فاضلاب شهری توانسته است ضمن آبشویی نمک ها و سدیم خاک، محدودیت های شوری و قلیاییت خاک را بشدت کاهش داده و نیاز آبی گیاهان مورد کشت را نیز تامین نماید.

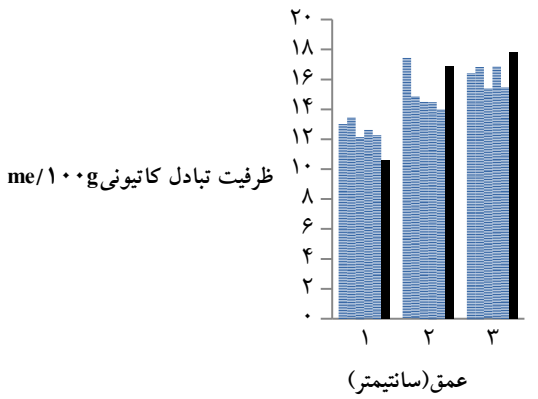




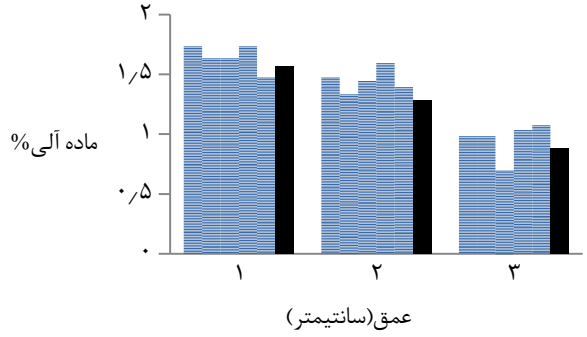
شکل۱- مقایسه میانگین تغییرات EC در تیمارهای مختلف خاک



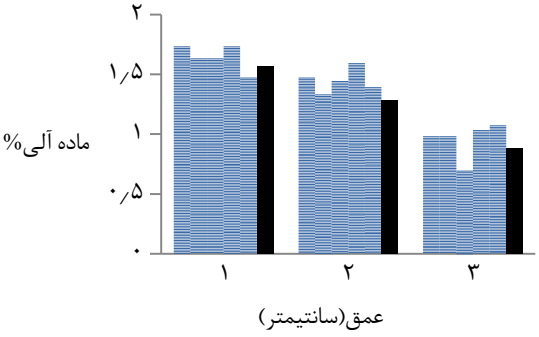
شکل۲- مقایسه میانگین تغییرات



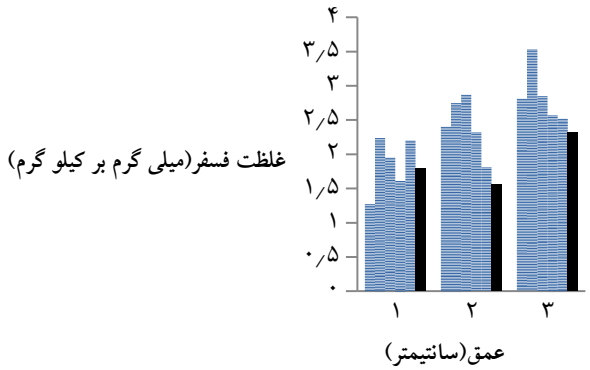
شکل۳- مقایسه میانگین تغییرات pH در تیمارهای مختلف



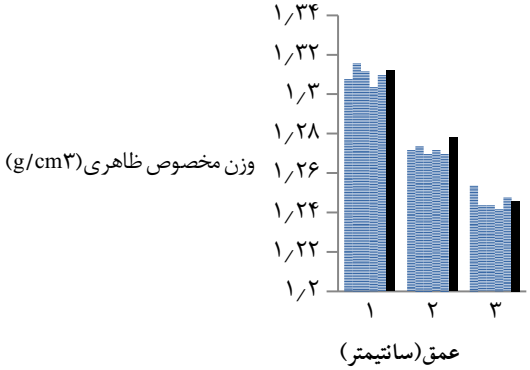
شکل۴- مقایسه میانگین تغییرات غلظت بی کربنات در تیمارهای مختلف



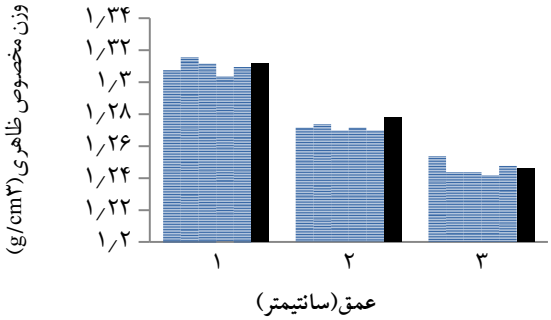
شکل۵- مقایسه میانگین تغییرات ماده آلی در تیمارهای مختلف CEC در تیمارهای مختلف



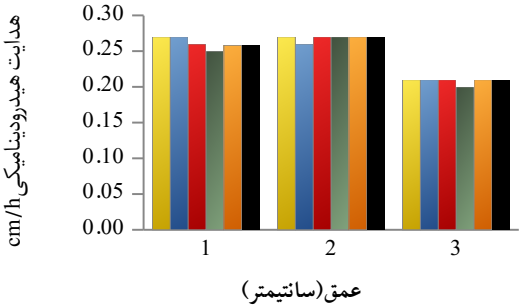
شکل۶- مقایسه میانگین تغییرات



شکل۷- مقایسه میانگین تغییرات گچ در تیمارهای مختلف



شکل۸- مقایسه میانگین تغییرات غلظت فسفر در تیمارهای مختلف



شکل۱۰- مقایسه میانگین تغییرات Bdشکل۹- مقایسه میانگین تغییرات در تیمارهای مختلف Ks

ستونهای نمودار به ترتیب از چپ به راست: ۱- آب چاه ۲- کاربرد پساب در ۶ مرحله ۳-تناوب آب چاه و پساب ۴- مخلوط آب چاه و پساب ۵- کاربرد پساب در یک مرحله ۶- شاهد(ستون سیاه رنگ)

منابع

آزادی پور، ش.۱۳۹۳.چگونگی تحول و تکامل خاک های شور و سدیمی و تعیین تناسب و محدودیت های آنها جهت کشاورزی در منطقه ۱ فکا.پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اصفهان.

برزگر، ع . ۱۳۸۷. خاك های شور و سدیمی : شناخت و بهره وری. چاپ اول ،اهواز: دانشگاه شهید چمران ،۱۸۰صفحه.

پذیرا، ا. ۱۳۸۵. راهنمای کاربرد مدل های تجربی و نظری آبشویی نمک های خاک های شور، سازمان مدیریت وبرنامه ریزی کشور. ۱۰۸-۹۸.

شایان جزی م، قربانی ه ،فیضی م. ۱۳۸۹. تاثیر استفاده از پساب در کشاورزی بر برخی خواص شیمیایی خاك، دومین سمینار ملی جایگاه آب های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب- کاربردها در کشاورزی و فضای سبز.

مسعودی آشتیانی، س. ۱۳۹۰. تاثیر کاربرد فاضلاب شهری در آبیاری سورگوم بر برخی خصوصیات فیزیکی خاك. پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، جلد بیست و پنجم، شماره ی ۳،صفحات ۱۳-۲۵.

محمدی، پ. ۱۳۸۵. مروری بر استانداردها وتجارب استفاده از پساب آبیاری. کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران، ۴۵ صفحه.

Ayers RS, Westcct DW. ۱۹۸۵. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage paper ۲۹ Rev. ۱. FAO. Reme. ۱۷۴ P.

Bhardwaj A.K., Goldstein D., Azenkot A.and Levy . ۲۰۰۷. Irrigation with treated wastewater under two different irrigation method. Effects on hydraulic conductivity of a clay soil. Geoderma, ۱۴۰ : ۱۹۹-۲۰۶.

Feizi M. ۲۰۰۱. Effect of treated wastewater on accumulation of heavy metals inplants and soils. ICID International Workshop on Wastewater ReuseManagement,Korea,۱۹-۲۰, September .

Morugan-Coronado A. ۲۰۱۱. Short-term effects of treatedwastewater irrigation on Mediterraneancalcareous soil. Soil & Tillage Research. ۱۱۲: ۱۸-۲۶.

Abstract

In order to amendment and decrease saline and alkaline land limitations Foka culture and stock raising company in south of Isfahan to investigate possibility of using uncommon water supplies in order to land reform research in form of factorial design with ۵replications and ۵ different leaching treatment: They are: ۱- well water. ۲- Sewage residue usage in ۶ steps. ۳- Rotation well water and sewage residue. ۴- Mixture of well water and sewage residue. ۵- Sewage residue application was done in one step for ۲ months and compared with control which it was farm soil without leaching, soil sampling was conducted in ۳ depths (۰-۳۰,۳۰-۶۰ and ۶۰-۹۰cm) and some of chemical and physical characteristics of soil and well waterand sawage effluent was measured. Results show that sewage residue usage has the most significant effect in ECe, SAR, pH and gypsum. Different treatments application hasn't significant effect on amount of P, OM, CEC, HCO_3^-, Bd, Ks.

بررسی تاثیر گوگرد وباکتري‌های اکسید کننده آن در زراعت سویا در منطقه دشت مغان

انور اسدی جلودار [۱]، هادی اسدی رحمانی [۲]، رحیم صمدی [۳]، اسماعیل اصغری [۴]
محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، ۲- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، ۳- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، ۴- کارشناس جهاد کشاورزی استان اردبیل

مقدمه

گیاه سویا به دلیل قابیلت سازگاری بالا و همچنین ۴۵-۳۵ درصد پروتئین، ۲۴-۱۶درصد روغن یکی از مهمترین دانه های روغنی است که به تنهایی حدود ۶۰ درصد تولید دانه های روغنی را به خود اختصاص داده است(آنجفی و فرنیا، ۱۳۸۶). این گیاه از لحاظ تولید پس از گندم و ذرت در رده سوم و از نظر ارزش غذایی پس از ذرت در رده دوم قرار دارد. سطح زیرکشت سویا درایران بیش از ۸۲ هزار هکتار است و استان اردبیل دومین رتبه سطح زیرکشت سویا در کشور را دارد.

استفاده از گوگرد برای گیاه سویا به دلیل وجود روغن و پروتئین در دانه آن دارای اهمیت است. چرا که گوگرد جزو ساختمان اسیدهای آمینه و در نتیجه جزو ساختمان پروتئین هاست. اسیدهای آمینه، برای ساخت دیگر ترکیبات دارای گوگرد مانند کوآنیزیم ها و فرآورده های ثانوی گیاهان لازم هستند. همچنین به علت نقش مستقیم گوگرد در عملکرد گیاه ان تثبیت کننده نیتروژن ضرورت استفاده از آن در تغذیه گیاهان احساس می شود .

گوگرد پس از عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم چهارمین عنصر عمده مورد نیاز اکثر گیاهان زراعی است (Hitsuda and et al, ۲۰۰۵). نقش گوگرد در گیاهان، به طور عمده ساخت پروتئین و روغن و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی است و به همین دلیل عنصر بسیار مهمی برای دانه های روغنی می باشد. در سالهای گذشته، به دلیل آلودگی زیاد هوا ، مقدار بیشتری گوگرد از طریق اتمسفر و همچنین قارچ کشهای حاوی گوگرد، وارد خاك می شد و کمبود آن در محصولات کشاورزی کمتر مشاهده می شد، ولی در سال های اخیر با کاهش بارانهای اسیدزا، استفاده از محصولات پر نیاز به عناصر غذایی و کشاورزی متمرکز، کمبود این عنصر در مناطقی از جهان تشدید شده است و لزوم مصرف کودهای گوگردی را ضروری نموده است .گوگرد، عنصری حیاتی برای تغذیه گیاهان است و نقش آن برتر از فسفر می باشد. گوگرد، علاوه بر نقش تغذیه ای مستقیم، میتواند بدلیل تولید اسید سولفوریك باعث کاهش موضعی pH خاك گردد و به طور غیر مستقیم بر افزایش جذب فسفر و دیگر عناصر غذایی کم مصرف مؤثر واقع شود . امروزه گوگرد متداولترین و اقتصادی ترین ماده ای است که برای اسیدی کردن خاك به کار می رود (رشیدی و کریمیان، ۱۳۷۸).

به منظور کاهش مشکلات تغذیه ای گیاهان در خا کهای آهکی تحقیقات زیادی در نقاط مختلف دنیا انجام شده است(Zapata and Roy, ۲۰۰۴). بسیاری از محققین گزارش کردند که مصرف گوگرد و تولید اسید سولفوریک در نتیجهٔ اکسایش آن، باعث تامین سولفات مورد نیاز گیاهان کاهش pH و افزایش قابلیت جذب فسفر و عناصر کم مصرف در خا کهای زراعی می شود(Davood et al, ۱۹۸۵). شرط بهره گیری از این توان بالقوه گوگرد، حضور باکتری های اکسید کننده این ماده در خاک است)بشارتی و صالح راستین، ۱۳۸۰). طیف وسیعی از میکروارگانیسم ها قادر به اکسایش گوگرد درمحیط هستند که از بین آنها باکتری های هتروتروف، به ویژه جنس تیوباسیلوس نقش مهمی در اکسایش گوگرد خا کهای زراعی ایفاء می کنند(Tate, ۱۹۹۵). با وجود این که گوگرد در ترکیب کلروفیل برگ وجود ندارد ولی با توجه به این که گوگرد در ساختار برخی از اسید آمینه ها شرکت دارد وجود آن برای بیوسنتز کلروفیل ضروری است(Messick and et al, ۱۹۹۹). یکی از مهمترین اثرات جانبی این عنصر، اسیدی کردن خاك و افزایش قابلیت انحلال سایرعناصرغذایی است که این موضوع به ویژه در خاك های آهکی که حاوی مقادیر زیادی کلسیم بوده و قابلیت انحلال عناصر غذایی آن ها پایین است، اهمیت پیدا می کند (Lindenmayer, ۲۰۰۷).

طور کلی، اثرات مفید کاربرد گوگرد در خاك های آهکی شامل کاهش اسیدیته خاك، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، افزایش کمیت و بهبود کیفیت محصول می باش(Rosa et al,۱۹۸۹). نتایج برخی بررسی ها نشان می دهند که در خاك های آهکی، عملکرد گیاهان زراعی با مصرف کودهای گوگردی مثل سوپر فسفات ساده ، گوگرد عنصری ، گچ و سولفات آمونیوم تا حد زیادی افزایش می یابد(Mishra et al,۱۹۸۹). همچنین در یک آزمایشی به منظور بررسی اثرگوگرد بر قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاك های آهکی، به سه خاك آهکی که از نظر مقدار فسفر و عناصر کم مصرف با یکدیگر متفاوت بودند، مقادیر مختلف گوگرد اضافه کردند، نتایج آنها نشان داد که در هر سه نوع خاك مقدار آهن، مس و منگنز قابل دسترس افزایش یافت(Modaihsh,۱۹۸۹). همچنین در یك آزمایش دیگری به خاك آهکی مقادیر ۵۰۰ , ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، در گلدان های پنج کیلوگرمی اضافه و سورگوم کشت کردند. نتایج آزمایش نشان داد که مصرف گوگرد تأثیر معنی داری بر کاهش افزایش قابلیت جذب فسفر دارد(Kaplan et al,۱۹۹۸).

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر گوگرد وباکتریهای اکسید کننده آن در اراضی زراعی کشور این طرح روی محصول سویا در استان اردبیل، دشت مغان به صورت فاکتوریل و در قالب بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار با دوازده تیمار، مصرف گوگرد در چهار سطح (S۰ = بدون مصرف گوگرد ، S۱ = مصرف ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، S۲ = مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و S۳ = مصرف ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار) و مصرف کود سوپر فسفات تریپل در سه سطح (P۰ = بدون مصرف کود سوپر فسفات تریپل ، P۱ = مصرف کود سوپر فسفات تریپل براساس آزمون خاك و P۲ = مصرف کود سوپر فسفات تریپل به میزان ۶۵% مقدار آزمون خاك) اجرا گردید . برای هر کیلوگرم گوگرد مصرفی ۲۰ گرم باکتری اکسید کننده گوگرد استفاده گردید وبذر مصرفی از نوع رقم ویلیامز با مایه تلقیح باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم تلقیح شد. همچنین مقدار ۸۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار بطور یکنواخت قبل از کشت مصرف گردید. غیر از اعمال تیمار ها کلیه عملیات زراعی بر اساس دستورالعمل های بخش تحقیقات اصلاح بذر و عرف منطقه انجام گرفت .

برای اجرای طرح از زمینی که مقدار فسفر خاک آن کمتر از حد بحرانی بود استفاده گردید. در بهار ابتدا از محل اجرای طرح ۶ کیلوگرم نمونه خاک مرکب تهیه گردید . یک کیلوگرم آن جهت اندازه گیری خصوصیات فیزیکو شیمیایی شامل کربن آلی، فسفر پتاس روی و آهن همچنین Ec, Ph,TNVو بافت خاک براساس روشهای استاندارد موسسه (احیایی، ۱۳۷۷) استفاده گردید و مقدار ۵ کیلوگرم آن به بخش بیولوژی خاک ارسال گردید. سپس برای آماده سازی بستر کشت، ابتدا بطور یکنواخت مقدار ۸۰ کیلو گرم در هکتار کود اوره به خاک اضافه کرده و شخم و دیسک زنی انجام و با لولر زمین را هموار نمودیم وبرای اعمال تیمارها ضمن فارو کشی با کود کار مقدار گوگرد و کود فسفره بر اساس مقدار مشخص شده در تیمارها به خاک اضافه گردید. و بعد از حدود پانزده روز کشت سویا انجام گرفت

مساحت هر کرت ۲۴ متر مربع شامل ۶ خط به فاصله ۵۰ سانتی متر و طول ۸ متر که چهار پشته وسطی برای کشت در نظر گرفته شد و پشته کناری بصورت نکاشت باقی و بعنوان مرز محسوب گردید فاصله بین کرتها یک متر، و بین دو تکرار ۴ متر و فاصله بوته ها روی خط ۷ سانتی متر در نظر گرفته شد جوی های آبیاری به نحوی تعبیه شد که آب آبیاری اضافی هر تکرار توسط یك جوی خروجی درانتهای کرت ها از مزرعه خارج شود. در طول دوره رشد تمامی عملیات از قبیل آبیاری، وجین، تنك و مبارزه با آفات و بیماریها و یادداشت برداریهای لازم برای کلیه تیمارها بطور یکسان انجام گرفت.

داده برداری در دو مرحله یکی در مرحله ۵۰ در صد گل دهی جهت ارزیابی گره بندی ریشه و اندازه گیری مقدار N, P, Fe,Zn در گیاه و دیگری در مرحله رسیدن محصول برای مشخص کردن فاکتور عملکرد ، تعداد غلاف در بوته ، وزن هزار دانه و ... انجام می گیرد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج ارزیابی در مرحله ۵۰ در صد گل دهی نشان داد که در کلیه تیمارها گره بندی صورت نگرفت. همچنین دادهای تجزیه برگ در مرحله ۵۰ در صد گل دهی نشان داد که اختلاف مقدار عناصر Fe , Mn , Cu , k , N موجود در برگ بین تیمارها معنی دار نیست ولیمقایسه میانگین ها به روش دانکن نشان داد که اختلاف مقدار عنصر Zn بین تیمارها معنی دار است .

جدول تجزیه بررسی تاثیر گوگرد وباکتریهای اکسید کننده آن در زراعت سویا در منطقه دشت مغان

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		N %	K %	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)
بلوك	۲	۲۰۴/۰	۲۸۶/۱	۰۲۸/۴۱	۱۶۷/۱۱۹۴	۸۱۹/۱۸۱۶۰	۸۱۲/۳۰۲۲۳
تیمار A	۳	ns ۲۹۲/۰	ns ۰۱۱/۰	ns ۵۸۳/۵	ns ۴۲۹/۴۳	ns ۰۴۹/۱۰۶۷	ns ۷۵۰/۲۸۳۹
تیمارB	۲	ns ۰۹۵/۰	ns ۰۰۶/۰	ns ۶۲۵/۱۵	ns ۵۳۰/۱۷۹	ns ۵۳۲/۷۴۵	ns ۹۹۷/۱۶۰
AB	۶	ns ۲۴۳/۰	ns ۰۰۸/۰	ns ۲۴۴/۵	ns ۵۷۷/۱۲۳	ns ۳۶۹/۴۴۱	ns ۱۷۸/۱۶۱۶
خطا	۲۲	۳۲۲/۰	۰۲۰/۰	۹۸۸/۹	۴۱۲/۷۴	۰۵۸/۹۲۴	۳۰۸/۱۶۴۲
c.v (%)		۵۲/۱۶	۸۱/۶	۴۲/۳۴	۳۱/۲۳	۷/۲۳	۲۵/۱۳

جدول مقایسه میانگین بررسی تاثیر گوگرد وباکتریهای اکسید کننده آن در زراعت سویا در منطقه دشت مغان

تیمار	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	K %	N %
T۱	a۶/۳۱۸	a۶/۱۳۶	ab۹/۳۱	a۷/۹	a۰۱/۲	a۳۳۳/۳
T۲	a۹/۳۰۴	a۳/۱۱۸	b۵/۲۹	a۸/۷	a۰۷/۲	a۴۸۰/۳
T۳	a۸/۲۶۶	a۵/۱۰۶	ab۴/۴۰	a۵/۷	a۰۴۳/۲	a۷۰۷/۳
T۴	a۸/۳۴۱	a۵/۱۴۷	a۱/۴۸	a۸۳/۱۰	a۱۹۳/۲	a۵۳۰/۳
T۵	a۳/۳۲۴	a۷/۱۲۰	ab۳۶	a۷	a۱۱۰/۲	a۲۶۰/۳

T۶	a۱/۳۰	a۱۴۰	b۳۰	a۲۳۳/۸	a۰۲۷/۲	a۳۳۰/۳
T۷	a۸/۲۹۰	a۱۴۸	ab۳/۴۰	a۲/۱۰	a۰۵۳/۲	a۱۳۷/۴
T۸	a۸/۲۹۷	a۱/۱۳۸	ab۹/۴۰	a۱/۹	a۰۵۷/۲	a۵۵۷/۳
T۹	a۴/۲۹۱	a۱۳۱	ab۸/۳۵	a۴/۱۰	a۰۶۷/۲	a۲۲۰/۳
T۱۰	a۱/۲۸۷	a۶/۱۱۳	ab۴/۴۵	a۲/۱۱	a۰۸۷/۲	a۱۴۷/۳
T۱۱	a۲۸۲	a۷/۱۰۵	b۵/۳۰	a۹/۱۰	a۱۵۷/۲	a۲۲۳/۳
T۱۲	a۳۳۵	a۹/۱۳۲	ab۳/۳۵	a۳/۷	a۰۷۷/۲	a۲۸۳/۳

همچنین نتایج حاصل از تجزیه داده های مرحله رسیدن محصول نشان داد که از نظر تعداد غلاف و عملکرد محصول بین تیمارها، اختلاف معنی دار است و بیشترین تعداد غلاف و عملکرد به ترتیب مربوط به تیمار S۳P۰ و S۲P۱ است و کمترین تعداد غلاف و عملکرد مربوط به تیمار S۳P۲ است. و از نظر وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه، اختلاف بین تیمارها معنی دار نیست.

جدول تجزیه بررسی تاثیر گوگرد وباکتریهای اکسید کننده آن در زراعت سویا در منطقه دشت مغان

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن خشک (gr)	ارتفاع بوته(cm)	تعداد غلاف	عملکرد محصول((kg/۶m۲	وزن هزار دانه((gr
بلوک	۲	۶۸۱/۱۳۷	۱۱۰/۵۰	۲۸۸۱	۰۰۶/۰	۳۳۳/۲۰۹
تیمار A	۳	۰۸۹/۱۳۷۵*	ns۰۸۷/۳۸	ns۷۶۹/۳۸۸۰	۲۳۵/۰**	ns۸۴۳/۱۰۴
تیمارB	۲	۱۲۸/۱۴۶۴*	ns۲۵۰/۷۸	۷۵۰/۴۷۲۵*	ns۰۶۸/۰	ns۲۵۰/۹۰۰
AB	۶	ns۳۷۳/۲۳۲	ns۷۶۷/۴۲	۷۱۳/۳۹۲۴*	۱۲۵/۰**	ns۲۸۷/۲۲۵
خطا	۲۲	۱۷۲/۴۴۴	۹۷۱/۱۱۶	۰۳۰/۱۳۷۳	۰۳۱/۰	۵۱۵/۴۶۱
c.v (%)		۰۲/۱۹	۸۳/۱۲	۱۲/۲۱	۹۵/۹	۲۳/۱۰

جدول مقایسه میانگین بررسی تاثیر گوگرد وباکتریهای اکسید کننده آن در زراعت سویا در منطقه دشت مغان

تیمار	وزن هزار دانه ((gr	عملکرد محصول (kg/۶m۲)	تعداد غلاف	ارتفاع بوته (cm)	وزن خشک (gr)
T۱	a۳/۲۱۲	cd۶۵۳/۱	bcde۱۶۸	a۳۷/۸۷	ab۲/۱۳۰
T۲	a۳/۱۹۸	d۶۰۳/۱	de۳/۱۳۵	a۳۷/۷۸	ab۱۲۲
T۳	a۷/۲۲۹	bcd۸۳۰/۱	cde۱۳۷	a۷۳/۵۸	ab۹/۱۱۲
T۴	a۳/۲۱۸	abcd۸۵۷/۱	abcd۲۰۶	a۵۷/۸۵	a۱/۱۴۴
T۵	a۷/۲۰۹	d۵۲۷/۱	bcde۱۴۶	a۲۷/۸۴	ab۲/۱۰۹
T۶	a۳/۲۰۷	ab۰۹۷/۲	ab۲۱۱	a۱۳/۹۱	ab۶/۱۰۴
T۷	a۷/۲۰۳	cd۷۵۰/۱	abcde۱۷۸	a۳۷/۸۸	ab۶/۱۱۷
T۸	a۷/۲۰۰	a۱۶۷/۲	abc۲۰۸	a۷۳/۷۸	ab۵/۱۱۰
T۹	a۳/۲۲۴	abc۹۵۷/۱	abcde۱۹۴	a۷۷/۸۵	b۱۷/۹۴
T۱۰	a۷/۲۰۹	cd۶۹۰/۱	a۷/۲۴۰	a۹۳/۷۸	b۵/۱۰۰
T۱۱	a۳/۱۹۵	d۵۴۰/۱	bcde۳/۱۵۷	a۳۳/۸۴	b۷/۸۸
T۱۲	a۷/۲۱۱	d۵۲۳/۱	e۷/۱۲۳	a۷۷/۸۲	b۲۷/۹۵

منابع

۱- انجفی، م و ا. فرنیا. ۱۳۸۶ . بررسی تأثیر تراکم بوته بر خصوصیات مرفولوژیکی و عملکرد دانه ژنوتیپهای سویا در. ۱۰۷تا ۱۱۵ : استان مرکزی. یافته های نوین کشاورزی. سال ۲. شماره ۲ .

۲-بشارتی، حسین و ناهید صالح راستین. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر کاربرد مایه تلقیح باکتر یهای تیوباسیلوس همراه با گوگرد در افزایش قابلیت جذب فسفر، مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژ کی در کشور موسسه تحقیقات خاک و آب، ۳۱۷-صفحه ۲۹۳

۳-Zapata, F. and R. N. Roy.۲۰۰۴. Use of phosphate rocks for sustainable agricultyr

۴-Dawood, F., S. M. Al-Omaqri, and N. Murtatha. ۱۹۸۵. High level of sulfur affecting availability of some micronutriensin calcareous soil. pp. ۵۵-۶۸. In Proceeding of Secondary Regional Conference on sulfur and its usage inArab countries. Riyadh, ۲-۵ March ۱۹۸۵, Saudi Arabia.

۵-Tate III, R. L. ۱۹۹۵. The sulfur and related biogeochemical cycle, P. ۳۵۹-۳۷۲, In soil microbiology, John Willey& Sons inc, New York.

۶- Hitsuda, K., M. Yamada, and D. Klepker. ۲۰۰۵. Soil and Crop Management: Sulfur requirement of eight crops at

early stages of growth. Agronomy Journal, ۹۷: ۱۵۵-۱۵۹.

۷- Lindenmayer, R. B. ۲۰۰۷. Zinc fertilization: A review of scientific literature. Krono micronutrients. ۱۵ pp. WA,USA.

۸- Messick, D. L., and M. X. Fan. ۱۹۹۹. The Role of Sulphur Fertilizer in Oil Crop Production. The Sulphur Institute,USA.

۹- Mishra, S. N., and A. P. Singh. ۱۹۸۹. Studies on sulphur and phosphorus availability and uptake by groundnut.Legume Research ۱۲: ۱۶۰-۱۶۴.

۱۰- Rosa, M. C., J. J. Muchovej, and V. Muchovejand, H. Alvarez. ۱۹۸۹. Temporal relations of phosphorusfractions in an oxisol amended with rock phosphate and thiobacillus thiooxidans. Soil Science Society ofAmerica Journal, ۵۳: ۱۰۹۶-۱۱۰۰.

۱۱- Modaihsh AS, Al-Mustafa WA and E.Metwallv A (۱۹۸۹) Effect of elemental sulfur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. Plant and Soil ۱۱۶: ۹۵-۱۰۱.

۱۲- Kaplan M and Orman S (۱۹۹۸) Effect of elemental sulfur and sulfur containing wastes in a calcareous soil in Turkey. Journal of Plant Nutrition ۲۱: ۱۶۵۵-۱۶۶۵.

تاثیر سطوح کود نیتروژن در افزایش عملکرد سویا روغنی

ابوالفضل خادمی [۱]، سیده فرزانه کوهبنانی نژاد [۱]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده
به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود جامد نیتروژنبر عملکرد کمی و کیفی گیاه، آزمایشی در مؤسسه تحقیقات کرمان اجرا شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و با استفاده از ۱۵ واحد آزمایشیگلدانیاجرا گردید. تیمارها شامل ۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار بودند. تیمارها در سه تقسیط مساوی و در خاك گلدان اعمال شدند. طبق نتایج تأثیر سطوح مختلف کود نیترون بر عملکرد ماده خشك، درصد و عملکرد اسانس، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و طول برگ در سطح يك درصد معني‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن نسبت به سایر تیمارها اختلاف معني‌دار داشت. استفاده از ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با تولید ۲۵۷۷/۰ بازده اسانس و ۰۵/۱۶ کیلوگرم اسانس در هکتار و با ۶۰/۳۲ عدد پنچه در هر بوته نسبت به شاهد و بقیه تیمارها اختلاف معني‌دار داشتند.

واژه های کلیدی: سویا، کود نیتروژن، ماده خشك

مقدمه
مصرف کودهای شیمیایی به عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی و حاصل‌خیزی خاك مطرح بوده و حدود پنجاه درصد نهاده‌های جانبی بخش کشاورزی را کودهای شیمیایی به خصوص نیتروژن تشکیل می‌دهند. قسمت عمده‌ای از کودهای مصرفی علاوه بر افزایش هزینه تولید، به طرق مختلف از جمله شست‌شو توسط آب‌ها، تبخیر و یا تجمع در گیاه نه تنها به مصرف تغذیه‌ای گیاه نمي‌رسند، بلکه موجب آلودگی محیط، از جمله آلودگی خاك، آب و همچنین کاهش کیفیت محصول و عوارض جانبی در بدن انسان مي‌شوند (کوچکی، نخفروش و ظریف کتابی، ۱۳۷۶). هورنوك (۱۹۸۷) عنوان داشت که مطالعه اثر عوامل محیطی بر کمیت و کیفیت تولید ماده موثره مورد نظر کاملاً ضروری می‌باشد. زیرا افزایش کمی و کیفی مواد ثانویه گیاهی از طریق بهینه‌کردن رشد و نمو گیاه با بکار گرفتن روش‌های به‌زراعی[۶۸] و به‌نژادی[۶۹]، بیوشیمیایی، بیوتکنولوژیك[۷۰] و بهره‌گیری از عوامل اکولوژیکی میسر است(بقالیان ۱۳۸۰). به طوری که فرسیبل(۱۹۷۸) اکوسیستم‌های زراعی را بر مبنای استفاده و به کارگیری از نیتروژن خروجی مصرف شده به عنوان يك شاخص کارآیی يك سیستم زراعی تقسیم‌بندی نموده است.زیرا این عنصر در ترکیبات پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیك، برخی از تنظیم‌کننده‌های رشدی گیاه[۷۱] و در بسیاری از ویتامین‌ها یافت مي‌شود و به همین دلیل در اکثر واکنش‌های بیوشیمیایی[۷۲] دخالت دارد و به دلیل نقش حیاتی این عنصر در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، از آن در بعضی مواقع به عنوان گلوگاه رشد یاد مي‌شود(عباس‌زاده،۱۳۸۲). بررسي‌های صورت گرفته در زمینه تأثیر عناصری نظیر ازت، فسفر و پتاس، حاکی از نقش تعیین‌کننده این مواد در مراحل مختلف نمو و فعالیت‌های متابولیکی در گیاهان مختلف از جمله سویا مي‌باشد، شلبی- اس و همکاران (۱۹۹۳) تأثیر مقادیر مختلف کودهای N ۲۵, P ۲۵, K۱۲.۵ کیلوگرم در هکتار را بر روی گیاه سویا مورد آزمایش قرار داده و نتیجه گرفتند که استفاده از کودهای N.P.K. موجب افزایش ماده خشك در واحد سطح گردید. طبق گزارش پانکوسکین (۱۹۷۱)کودهای NH_4NO_3, $NaNO_3$, $(NH_4)SO_4$ باعث افزایش کمیت گیاه سویا گردیدند. مرداني‌نژاد (۱۳۸۲) نشان داد که، اثر مقادیر مختلف نیترات‌آمونیوم بر وزن خشك اسطوخودوس معني‌دار بوده و بیش‌ترین وزن خشك مربوط به تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با میانگین ۳۳/۱۹۵ و ۳۳/۲۱۲ گرم وزن خشك در هر بوته بود.همچنین اثر افزایشی کودهای شیمیایی و بخصوص کودهای نیتروژن در تحقیقات ساجد و همکاران (۱۳۸۰) برگیاه ذرت گزارش شده است. اما این نتایج به لحاظ افزایش میزان تولید مخالف نتایج کارهای لایرز و همکاران(۱۹۹۴) بر روی گل‌راعی مي‌باشد. در این تحقیق هدف بررسی مقدار کودپذیری گیاه در شرایط گلخانه جهت انتخاب تیمارهای مناسب برای ادامه تحقیقات در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی، با سه تکرار و با ۱۵ واحد آزمایشی گلدانی به حجم ۱۶/۱۳۸ سانتي‌متر مکعب برای هر تیمار اجرا شد.خاك مورد استفاده از خاك مزرعه و بدون هر نوع کود بود که مشخصات آن طبق جدول شماره ۱ بود. در هر گلدان يك

۶۸-Agrotechnich
۶۹- Plant breeding
۷۰- Biotechnology
۷۱- plant growth regulators
۷۲- Biochemical

بوته قرار داشت. مقادیر صفر، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در طی سه تقسیط مساوی در خاک گلدان داده شد. تیمارهای فوق بر اساس ۵۰۰۰۰ هزار بوته در هکتار محاسبه گردید، به عبارتی برای هر یك از گلدان‌ها در هر نوبت به ترتیب صفر، ۸۶۹/۰، ۳۰۴/۱، ۷۳۹/۱، ۱۷۳/۲ و ۶۰۸/۲ گرم کود اوره ۴۶% داده شد. زمان اعمال تیمارها شامل ۴۰ روز پس از کاشت (بین ۱۵-۱۲ برگی)، مرحله دوم ۲۵ روز پس از مرحله اول (۲۵-۲۰ برگی) و همچنینمرحله سوم ۲۵ روز پس از مرحله دوم (ظهور غنچه) بود. ۲۵ روز پس از اعمال مرحله سوم تیمارها، با آغاز گل‌دهی، اقدام به برداشت گیاهان از حدود ۳ سانتی‌متری بالای خاك گردید. در انتهای دوره رشد گیاه، یادداشت‌برداری‌های فنولوژیکی انجام گرفت. قبل از برداشت تعداد پنجه، ارتفاع گیاه، طول و عرض برگ ، تك‌بوته‌ها اندازه‌گیری شد. اسانس‌گیری از طریق کلونجر در مدت ۵/۲ ساعت از سرشاخه‌های خشك شده در سایه به‌عمل آمد. برای تعیین عملکرد ماده خشك، پس از خشك شدن گیاهان در هوای آزاد، نمونه‌هایی در آون در دمای ۱۰۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت خشك گردید و عملکرد نهایی محاسبه گردید. در نهایتتیمارهای مختلف از لحاظ عملکرد سرشاخه خشك، بازده و عملکرد اسانس، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، طول و عرض برگ با استفاده از برنامه آماری Mstatc مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه دانکن به عمل آمد. همبستگی بین صفات از طریق برنامه آماری SPSS استخراج و بررسی گردید.

جدول۱ - ویژگي‌های خاك مزرعه مورد آزمایش تا عمق ۳۰ سانتي‌متر

عمق	pH	EC	آهك	N	C	Na	P	K	Clay	Silt	Sand	کلاس	ظرفیت زراعی
محل	۵/۱ : ۲	ds/m	%	%	%	mg/kgمحلول	mg/kg	mg/kg	%	%	%	بافت	(FC)
۱۵-۰	۵/۸	۲۲/۰	۱/۳	۰۴/۰	۵۷/۰	۷/۳۸	۲/۱۰	۶/۱۹۷	۲۵	۳۰	۴۵	لیمونی	۹/۱۹%
۳۰-۱۵	۴/۸	۱۹/۰	۶/۳	۰۴/۰	۶۸/۰	۲/۳۲	۷/۸	۶/۱۷۸	۲۱	۲۶	۵۳	لیمونی سیلت، شنی	

نتایج و بحث

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن در خاك بر عملکرد بیولوژیك، درصد اسانس، عملکرد اسانس، ارتفاع، تعداد پنجه و طول برگ در سطح یك درصد معني‌دار بود، اما بین تیمارهای مختلف به لحاظ عرض برگ اختلاف آماری مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول شماره ۲- تجزیه واریانس تأثیر مقادیر مختلف کود جامد نیتروژن به صورت مصرف در خاك بر گیاه تحت شرایط گلخانه

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد ماده خشك (تك بوته)	عملکرد ماده خشك (هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس	ارتفاع گیاه	تعداد پنجه	طول برگ	عرض برگ
تیمار	۵	۹۲۰/۲۹۹۶**	۶۱۵/۷۴۹۸۸۱۸**	۰۱۲/۰**	۵۱۰/۷۸**	** ۱۶۷/۴۶۷	۰۱۰/۷۴**	۵۸۶/۰**	ns۳۸۵/۰
خطا	۱۲	۴۶۱/۴	۰۳۳/۵۸۸۳	۰۰۱/۰	۴۱۲/۰	۰۰۷/۱	۱۵۳/۱	۰۸۴/۰	۷۷/۰
%CV	-	۲۴/۲	۶۲/۱	۳۴/۹	۳۸/۹	۲۴/۲	۷۴/۳	۸۵/۷	۳۳/۹

.نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معني‌دار در بین تیمارهاست ns .نشان‌گر وجود اختلاف در سطح یك درصد در بین تیمارها مي‌باشد **

مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود که مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین تولید ۸/۱۳۵ گرم ماده خشك به ازاء هر بوته (۶۷۹۰ کیلوگرم در هکتار) و ارتفاع ۶۳/۶۱ سانتي‌مترنسبت به شاهد و سایر تیمارها اختلاف معني‌دار داشت. از لحاظ درصد اسانس، عملکرد اسانس و تعداد پنجه نیز مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب با میانگین ۲۵۷۷/۰% اسانس، ۰۵/۱۶ کیلوگرم اسانس در هکتار و تعداد ۶۰/۳۲ پنجه در هر بوته نسبت به شاهد و سایر تیمارها اختلاف معني‌دار داشت. مقایسه میانگین طول برگ نشان داد که تیمارهای ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ کیلوگرم نیترروژن در هکتار به ترتیب با میانگین تولید ۰۲۰/۴، ۲۲۰/۴ و ۷۹۰/۳ سانتي‌متر طول برگ نسبت به شاهد اختلاف معني‌دار داشتند، اما به لحاظ عرض برگ بین تیمارهای مختلف اختلاف وجود نداشت (جدول ۳).

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین‌های تأثیر مصرف مقادیر مختلف کود جامد نیتروژن بر تعدادی از ویژگي‌های گیاه سویا در شرایط گلخانه، با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن

تیمار	میانگین						
	عملکرد ماده خشك	عملکرد ماده خشك	درصد اسانس	عملکرد اسانس	ارتفاع گیاه	تعداد پنجه	طول برگ	عرض برگ

	(تك بوته) Kg/per plant	(هکتار) Kg/ha	%	Kg/ha	Cm	Number/plant	mm	mm
شاهد- بدون مصرف کود	d۳۴/۶۵	c۳۲۶۷	b۱۰۵۳/۰	d۴۳۶/۳	d۶۴/۳۷	ab۲۶	ab۷۹۰/۳	a۷۹/۲
۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	b۳/۱۲۴	a۶۲۱۵	a۲۵۷۷/۰	a۰۵/۱۶	b۸۱/۵۴	a۶۰/۳۲	a۰۲۰/۴	a۴۷۰/۳
۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	a۷/۱۳۵	a۶۷۸۸	b۱۳۹۰/۰	b۴۳۷/۹	a۶۳/۶۱	a۸۱/۳۱	a۲۲۰/۴	a۲۲۱/۳
۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	c۸/۱۰۵	b۵۲۸۸	b۱۰۸۳/۰	c۷۱۱/۵	c۵۰/۴۹	a۸۱/۳۱	ab۷۹۰/۳	a۰۵۰/۳
۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	d۹۳/۶۹	c۳۴۹۶	b۰۹۷۶۷/۰	d۴۲۰/۳	e۶۶/۳۴	a۳۳/۳۰	b۲۱۰/۳	a۸۷۰/۲
۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	d۷۳/۶۵	c۳۲۸۶	b۰۹۱۳۳/۰	d۰۰۳/۳	f۰۰/۳۰	b۸۲/۱۹	b۱۱۰/۳	a۴۴۰/۲

.حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم وجود اختلاف معني‌دار در بين ميانگين تيمارها است

همچنین نتایج نشان دادند که تیمارهای ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن عملکرد ماده خشك بیش‌تری نسبت به شاهد داشتند. از نتایج مهم دیگر مي‌توان به کاهش عملکرد ماده خشك با مصرف بیش از ۹۰ کیلوگرم کود اشاره کرد، به طوري‌که میانگین تولید تیمارهای ۱۵۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب برابر ۵/۳۴۹۶ و ۳۲۸۶ کیلوگرم در هکتار بودند که نسبت به شاهد اختلاف معني‌دار نداشتند. همچنین تیمارهای ۹۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب ۸۳/۱۰۷ و ۵۸/۰ درصد نسبت به شاهد افزایش عملکرد داشتند (جدول ۴).

جدول شماره ۴- درصد تغییرات صفات اندازه‌گیری شده نسبت به شاهد، طرح گلخانه‌ای استعمال کود نیتروژن در خاك (درصد)

تیمار	درصد تغییرات نسبت به شاهد							
	عملکرد ماده خشك (تك بوته)	عملکرد ماده خشك (هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس	ارتفاع گیاه	تعداد پنجه	طول برگ	عرض برگ
شاهد- بدون مصرف کود	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	۶۸/۱۰۷	۶۸/۱۰۷	۷۲/۱۴۴	۱۱/۳۶۷	۶۱/۴۵	۳۸/۲۵	۰۶/۶	۳۷/۲۴
۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	۹۲/۶۱	۹۲/۶۱	۰۰/۳۲	۶۵/۱۷۴	۷۳/۶۳	۳۴/۳۲	۳۴/۱۱	۴۱/۱۵
۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	۰۲/۷	۰۲/۷	۸۴/۲	۲۱/۶۶	۵۰/۳۱	۳۴/۲۲	-	۳۱/۹
۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	۵۹/۰	۵۹/۰	-۲۴/۷	-۴۶/۰	-۹۱/۷	۶۵/۱۶	-۳/۱۵	۸۶/۲
۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار	۲/۹۰	۲/۹۰	۲۶/۱۳ -	۶۰/۱۲ -	۲۹/۲۰ -	۷۶/۲۳ -	۹۴/۱۷ -	-۵۴/۱۲

با توجه به نتایج حاصل در تیمارهای ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم کود در هکتار، درصد اسانس نسبتبه شاهد به ترتیب ۷۲/۱۴۴، ۳۲ و ۸۴/۲ درصد افزایش یافته و درتیمارهای ۱۵۰ و ۱۸۰ کیلوگرم کود،درصد اسانس به ترتیب ۲۴/۷ و ۲۶/۱۳ درصد کاهش نسبت به شاهد نشان دادند (جدول ۴). بررسی عملکرد اسانس نشان داد که تیمار ۹۰ با تولید ۴۳۷/۹ کیلوگرم اسانس در هکتار نیز نسبت به شاهد اثر افزایشیداشته و پس از تیمار ۶۰ کیلوگرم کود در رده دوم قرار گرفت. همان طوری که در جدول(۳) مشخص مي‌باشد، کاربرد مقادیر ۱۵۰ و ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار، موجب کاهش اسانس تولیدی نسبت به شاهد گردیدند. در تیمارهای ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم کود، عملکرد اسانس به ترتیب ۱۱/۳۶۷، ۶۵/۱۷۴ و ۲۱/۶۶ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته و در تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم کود، میزان اسانس به ترتیب ۵/۰ و ۶/۱۲ درصد نسبت به شاهد کاهش داشتند. بررسی ارتفاع گیاه نشان داد که با مصرف ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیز ارتفاع نسبت به شاهد افزایش یافته و اختلاف معني‌دار در سطح يك درصد، بین آنها و شاهد مشاهده گردید (جدول ۳).

مشخص گردید که تیمار ۱۸۰ کیلوگرم کود، با میانگین تولید ۸۳/۱۹ پنجه در هر بوته نسبت به سایر تیمارها حداقل پنجه تولیدی را داشت (جدول ۳). همچنین در تیمار ۶۰ کیلوگرم کود، تعداد پنجه تولیدی ۳۸/۲۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته بود (جدول ۴). بررسی جدول شماره ۴ نشان داد که بیش‌ترین درصد افزایش طول برگ نسبت به شاهد مربوط به تیمار ۹۰ کیلوگرم کود با ۳۴/۱۱ درصد بود.همان گونه که در جداول میانگین و درصد تغییرات نسبت به شاهد ملاحظه مي‌گردد این گیاه در واکنش به استفاده از کود نیتروژن، از قانون بازده نزولی[۷۳] تبعیت مي‌کند که کاهش عملکرد بیولوژیك با مصرف بیش از ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت مصرف در خاك احتمالاً به دلیل استرس املاح باشد. افزایش درصد اسانس تا تیمار ۶۰ کیلوگرم نشان مي‌دهد که با مصرف مقادیر کمی از این کود درصد اسانس افزایش پیدا مي‌کند زیرا ضمن افزایش عملکرد اندام هوایی تعادل بین

۷۳- Law of diminishing return

تولید متابولیت‌های اولیه و ثانویه حفظ می‌گرد و با افزایش مقدار کود مصرفی به دلیل استرس شدید املاح و عقب افتادن دوره رشد گیاه، در طی دوره رشد بیش‌ترین فعالیت گیاه در جهت تولید متابولیت‌های اولیه شده و تولید اسانس نیز با کاهش مواجه خواهد بود. وجود همبستگی مثبت بین عملکرد اسانس با همه صفات مورد بررسی نشان می‌دهد که هر عاملی که منجر به افزایش عملکرد ماده خشك و درصد اسانس گردد موجب افزایش عملکرد اسانس خواهد شد. از آن‌جایی که ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، طول و عرض برگ در افزایش ماده خشك تأثیر مثبت دارند، به همین دلیل در افزایش عملکرد اسانس موثر می‌باشند. همچنین افزایش طول و عرض برگ و ازتفاع موجب افزایش سطح اندام تولیدکننده و ذخیره‌کننده اسانس در گیاه می‌شود.

بررسی‌های صورت گرفته در زمینه تأثیر عناصری نظیر ازت، فسفر و پتاس، حاکی از نقش تعیین‌کننده این مواد در مراحل مختلف نمو و فعالیت‌های متابولیکی در گیاهان مختلف از جمله بادرنجبویه می‌باشد، نتایج این تحقیق در زمینه با نتایج تحقیقات شلبی-اس و همکاران (۱۹۹۳) بر روی بادرنجبویه، پانکوسکین (۱۹۷۱)بر روی گیاه بادرنجبویه، مردانی‌نژاد (۱۳۸۲) بر روی اسطوخودوس، ساجد و همکاران (۱۳۸۰) بر گیاه نعناع فلفلی، بهاتی (۱۹۹۰) بر زیره سبز، بریمانی (۱۳۷۵) بر گیاه بادرشبو مطابقت داشت. لباسچی (۱۳۷۹) در تحقیقات خود بر روی گل‌راعی بالاترین میزان هیپریسین[۷۴] را از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از کود نیتروژن به دست آورد و نتیجه گرفت که با افزایش مقدار کود، درصد این ماده روند نزولی پیدا می‌کند. ۱۰۰ صورت اما این نتایج به لحاظ افزایش میزان تولید با نتایج کارهای لایرز و همکاران (۱۹۹۴) بر روی گل‌راعی و شارما و همکاران (۱۹۹۵) بر روی نوعی بنگ‌دانه مطابقت نداشت.

منابع

بقالیان، ك. ۱۳۸۰. روش‌های تزاید کمی و کیفی متابوایت‌های ثانویه موجود در گیاهان دارویی. مجموعه مقالات همایش ملیگیاهان دارویی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. شماره، ۲۸۰-۱۳۸۰.

ساجد، م. ع.، یزدانی، د.، نقدی بادی، ح. ع.، اهوازی، م. و ف.، نظری. ۱۳۸۰. تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی ازت وفسفر و مرحله برداشت بر عملکرد ماده خشك و روغن در نعناع فلفلی. ۱۳۸۰. مجموعه مقالات همایش ملی گیاهان دارویی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. شماره، ۲۸۰-۱۳۸۰.

عباس‌زاده، ب. ۱۳۸۲. تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و روش‌های مصرف آن بر میزان اسانس گیاه (*Melissaofficinalis* L). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

کوچکی، ع.، نخ فروش، ع. و ح.، ظریف کتابی. ۱۳۷۶. کشاورزی ارگانیك. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد ۳۳۱ ص.

لباسچی، م.ح. ۱۳۷۹. بررسی جنبه‌های اکو فیزیولوژی گل راعی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی. پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۴ ص.

مردانی‌نژاد، ش.،خلدبرین، ب.، سعادت، ی. و مراد شاهی، ع.، ۱۳۸۲. تغییر رفتارهای رویشی و مقدار اسانس اسطوخودوس در واکنش به مقادیر مختلف نیترات‌آمونیوم. فصل‌نامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۹(۱): ۳۵ ۱۵.

Frissel.,M.J. ۱۹۷۸. Cycling of mineral nutrients in Agriculture ecosystems. Development in Agriculture and managed forest ecology. Elsevier, Amesterdam.

Hornok, L. ۱۹۷۸. Gyogynovonyktermesztese es feldolgozasa mezogadasagi. Kiado, Budapest.

Lieres, A. L., B. Volkmann, and V. Lieres. ۱۹۹۴. VDLUFA Kongresses in Jena. Vom ۱۹, ۲۴, ۵۴۱-۵۴۴.

Pankauskiene, E. ۱۹۷۱. Effect of nitrogenous fertizers on the grwth yield and concentration of Essential oil from Melissa of. boll. sady pribaltiki , pp. ۴۳۳-۹

Shlabby, As., Khattab, MD., El-Gamassy, A., and K., El-Gamassy. ۱۹۹۳. Cultivation of melissa officinalis in Egypt. First world congress on medicinal andaromatic plants forhuman welfare (WOCMAP). Maastricht Netherlands. No. ۳۳۱ -۱۱۵- ۱۲۰.۸ ref

Abstract:

In order to investigation effect of different levels of solid nitrogen fertilizer on quantity and quality of Soya bean an experiment was conducted in greenhouse conditions in Research Institute of Forests and Rangelands in ۲۰۰۴. The experiments was carried out with statistical design completely randomized design. Treatments were ۶ levels of nitrogen fertilizer with ۶۰, ۹۰, ۱۲۰, ۱۵۰ and ۱۸۰ kgN/ha with control (without nitrogen) and ۱۵ pots units were used per treatment. The nitrogen levels applied in ۳ equal divisions in soil of pots. Results was showed that effect of different levels of nitrogen fertilizers on dry weight yield, percentage and yield of essential oil, high plant, tiller number and leaf long were significant at the ۰.۰۱ level. Comparison of treatment means was showed that ۹۰ kgN/ha treatment with ۱۳۵.۸ g dry weight per plant and ۶۱.۶۳cm high plant was significant different of other treatments. .Also results showed that highest essential oil percent, highest essential oil yield and highest tiller respectively with .۲۵% , ۱۶.۰۵kg/essence/ha and ۳۲.۶۰ tiller number were related to the ۶۰kgN/ha treatment

[۷۴]-Hypercin

which were significant different with the control and other treatments. The highest leaf long were relate to ۶۰, ۹۰ and ۱۲۰ kg of nitrogen treatments. Width leaf didn't significant. The results showed that production of dry weight and essential oil yield in Balm at response to different levels of nitrogen explained by the Mitcherlich law and this plant has need to law nitrogen fertilize.

تاثیر نیتروژن و مصرف عناصر ریز مغذی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند پاییزه در منطقه دزفول

سعید سلیم پور [۱]، مصطفی حسین پور [۱] ، علیرضا پاک نژاد [۱]
۱-عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کودهای نیتروژنه و میکرو و اثر متقابل آنها بر روی صفات کمی و کیفی چغندر قند پاییزه در خوزستان آزمایشی به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح بلو ك های کامل تصادفی با ۴ تکرار به مدت ۲ سال در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل ۴ سطح نیتروژن صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰کیلوگرم در هکتار در کرت های اصلی و دو سطح مصرف و عدم مصرف عناصر ریز مغذی به صورت خاك کاربرد در کرت های فرعی بودند. بین سطوح نیتروژن از نظر عملکرد ریشه و عملکرد شکر به ترتیب در سطح آماری اختلاف معنی دار وجود داشت. افزایش مصرف نیتروژن از سطح صفر به سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد ریشه را از ۶/۴۲ به ۷/۶۹ تن در هکتار و عملکرد شکر را از ۱/۶ به ۹/۹ تن در هکتار افزایش داد. مصرف عناصر ریز مغذی مقدار پتاسیم ریشه و قند ملاس را افزایش داد ولی بر روی سایر صفات چغندر قند تاثیر معنی دار آماری نشان نداد. همچنین اثرات متقابل سطوح نیتروژن و مصرف عناصر ریز مغذی بر عملکرد ریشه و عملکرد شکر به ترتیب در حدود ۲ تن و ۲۸۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید. ولی این افزایش از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان نداد.

واژه های کلیدی: چغندر قند پاییزه، نیتروژن، عناصر ریز مغذی

مقدمه

همانند دیگر محصولات، اقلیم و خاک دو عامل اصلی تعیین کننده عملکرد چغندرقند در واحد سطح می باشند. اگرچه عامل اول خارج از کنترل کشاورز بوده اما تغذیه گیاهی را می توان با مصرف کودهای آلی، شیمیایی و سایر مواد افزودنی را تا اندازه زیادی مدیریت نمود به طوری که با توجه به تاثیر آن بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند، منافع کارخانه دار و تولید کننده تامین گردد. تجزیه خاک و گیاه به منظور تشخیص نیازهای تغذیه ای در اوایل دهه ۷۰ میلادی پذیرفته شد و درحال حاضر از ارکان تغذیه چغندرقند محسوب می شوند. عناصر پر مصرف معمولا بین ۵۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار جذب می شوند، در حالی که برخی از عناصر کم مصرف در اندازه گرم جذب می شوند. در بین عناصری که در زراعت چغندر قند از طریق کود تامین می شوند، نیتروژن مهمترین آنها محسوب می گردد، به طوری که در برخی خاک ها که نیتروژن آنها کم می باشد، عملکرد به شدت کاهش یافته و ممکن است به کمتر از نصف برسد. تقریبا اکثر مزارع تحت کشت چغندرقند به مقداری کود نیتروژن نیاز دارند، مگر اینکه مقدار قابل توجهی نیتروژن از مواد آلی خاک آزاد شود. وضعیت نیتروژن خاک برای دستیابی به حداکثر عملکرد شکر بایستی به گونه ای باشد که در اوایل فصل جهت رشد رویشی مناسب مقدار آن کافی و از اواسط تا اواخر فصل جهت کاهش ناخالصیهای موجود در ریشه مقدار آن رو به کاهش باشد(Mortvedt *et al.*, ۱۹۹۴). در چند سال اخیر تاثیر قابل توجه کود نیتروژن بر ظاهر گیاه (عموما از طریق بهبود رنگ و سایه انداز بزرگتر) منجر به مصرف بیش از اندازه آن شده است(Draycott, ۱۹۹۶). بررسی های گذشته در این منطقه نشان داده که زمان کاشت بر میزان مصرف نیتروژن در زراعت چغندر قند تاثیر می گذارد، به طوری که در کشت های دیرتر، برای استحصال شکر بیشتر می توان نیتروژن کمتری مصرف نمود(شریفی، ۱۳۷۱). مصرف نیتروژن وقتی سودمند است که به اندازه کافی و مبتنی بر نیاز گیاه در طول دوره رشد بوده و در نهایت موجب افزایش راندمان شکر گردد (Bravo et al., ۱۹۹۳؛ ابراهیمیان، ۱۳۷۳). در این رهگذر عناصر کم مصرف نیز نباید نادیده گرفته شود. عناصر روی، منگنز، بر و مس از عناصر ضروری تغذیه گیاه چغندرقند می باشند. در فرآیند تغذیه چغندرقند مانند بقیه گیاهان علاوه براینکه کودهای ماکرو و میکرو مورد نیاز باید به اندازه کافی در اختیار گیاه قرار گیرند. رعایت تعادل بین کود نیتروژنه و عناصر میکرو مورد نیاز از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. در مورد تاثیر مصرف نیتروژن بر واکنش چغندرقند به عناصر ریز مغذی تحقیقات زیادی صورت نگرفته است و در منطقه دزفول این تحقیق برای اولین بار انجام گردید تا تاثیر نیتروژن در شرایط مصرف و عدم مصرف عناصر ریز مغذی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول با مختصات جغرافیایی ۱۶ ˚۳۲ عرض شمالی ، ۲۵ ˚۴۸ طول شرقی و ارتفاع ۸۲ از سطح دریا انجام شد. آزمایش به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح بلو ك های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل ۴ سطح نیتروژن صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰کیلوگرم در هکتار در کرت های اصلی و دو سطح مصرف و عدم مصرف عناصر ریز مغذی به صورت خاك کاربرد در کرت های فرعی بودند. براساس نتایج آزمون خاك مقادیر ۱۵۰ کیلو گرم کود سوپر فسفات تریپل و ۵۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم قبل از کشت بطور یکنواخت در کلیه تیمارها بهمراه یك دوم کود

نیتروژن از منبع اوره بر اساس سطوح تیمارها بوسیله دست در کرت های آزمایش پخش گردید. در تیمار مصرف عناصر ریز مغذی مقدار ۱۰۰ کیلوگرم سولفات آهن، ۸۰ کیلوگرم سولفات روی، ۵۰ کیلوگرم سولفات منگنز، ۳۰ کیلوگرم سولفات مس و ۲۰ کیلو گرم اسید بوریك به طور یکنواخت در کرت های مربوطه پخش و با خاك مخلوط گردید. سپس بوسیله دستگاه فاروئر پشته هایی با فاصله ۶۱ سانتیمتر ایجاد گردید. عملیات کاشت با استفاده از بذرکار آزمایشی و رقم منوژرم رسول صورت گرفت. در پایان فصل رشد به منظور اندازه گیری عملکرد کمی و کیفی، بوته های دو خط وسط هر کرت فرعی به طول ۵ متر(۱/۶ متر مربع) پس از شمارش و تعیین بوته های به ساقه رفته، برداشت و اندام هوایی آنها از محل اتصال طوقه به ریشه قطع و ریشه ها توزین شدند. درصد قند و ناخالصی های ریشه شامل پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره با استفاده از دستگاه betalyzer تعیین گردید. عملکرد شکر از طریق عملکرد ریشه و درصد قند سفید محاسبه گردید. داده های مربوط به عملکرد کمی و کیفی ریشه مورد تجزیه واریانس مرکب طرح بلوکهای کامل تصادفی قرار گرفت. میانگین تیمارهای آزمایش برای صفات فوق به روش چند دامنه ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند(جدول ۲).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب (جدول ۱) نشان داد که عامل سال برای صفات درصد قند، نیتروژن مضره، و درجه خلوص و درصد قند سفید در سطح احتمال خطای ۱ درصد معنی دار تحت تاثیر قرار دارند.

بین دو سال از نظر سایر صفات اختلاف معنی داری وجود نداشت. درصد قند سال دوم در حدود ۱ درصد بیشتر از سال اول بود(جدول ۲).

الف: سطوح نیتروژن

بین سطوح نیتروژن از نظر عملکرد ریشه و عملکرد شکر به ترتیب در سطح احتمال خطای ۱ و ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت. افزایش مصرف نیتروژن از سطح صفر به سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد ریشه را از ۶/۴۲ به ۷/۶۹ تن در هکتار و عملکرد شکر را از ۱/۶ به ۹/۹ تن در هکتار افزایش داد. با توجه به عملکرد شکر که حاصل ضرب درصد قند سفید در عملکرد ریشه می باشد، همچنین مقادیر مشابه و غیر معنی دار درصد قند سفید، می توان نتیجه گرفت که مشاهده اختلاف معنی دار در عملکرد شکر در ارتباط با افزایش عملکرد ریشه می باشد. لذا تاثیر معنی دار نیتروژن بر صفات کمی و کیفی چغندر قند مربوط به افزایش عملکرد ریشه بیشتر از صفات کیفی(درصد قند سفید) می باشد. در این تحقیق مناسب ترین سطح نیتروژن برای چغندر قند ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد هرچند که بین سطح ۱۲۰ کیلو گرم نیتروژن و ۱۸۰ کیلو گرم از نظر آماری تفاوت معنی دار وجود ندارد(جدول ۲). سلیم پور و همکاران در سال ۱۳۸۹ مقدار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن را برای تاریخ های دیرکاشت چغندر قند توصیه نمودند(سلیم پور ۱۳۹۰). همچنین سطح ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن برای چغندر قند توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است(آبشاهی،۱۳۵۶).

ب: کود میکرو

بین مصرف و عدم مصرف عناصر ریز مغذی تنها از نظر پتاسیم ریشه و درصد قند ملاس اختلاف معنی دار وجود داشت(جدول ۱). مصرف عناصر ریز مغذی مقدار پتاسیم ریشه و قند ملاس را افزایش داد ولی بر روی سایر صفات چغندر قند تاثیر معنی دار آماری نشان نداد(جدول ۲). مصرف عناصر ریز مغذی بصورت خاک کاربرد با توجه به آهکی بودن و بالا بودن pH خاکهای خوزستان و رسوب این عناصر چندین مناسب نمی باشد. در این بررسی همچنین روند جذب این عناصر در طول دوره رشد چغندر قند مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که مصرف عناصر ریز مغذی بصورت محلول پاشی در طول دوره رشد رویشی چغندر قند مناسب تر از روش خاک کاربرد آن در زمان کاشت می باشد. لذا در این آزمایش با مشاهده نتایج روند جذب عناصر ریز مغذی در طول فصل چغندر قند، می توان مدیریت مصرف و بهترین زمان مصرف کودهای ریز مغذی را توصیه نمود(سلیم پور ۱۳۸۹).

ج: تاثیر متقابل سطوح نیتروژن و کود میکرو

هر چند که اثرات متقابل سطوح نیتروژن و مصرف عناصر ریز مغذی عملکرد ریشه و عملکرد شکر را به ترتیب در حدود ۲ تن و ۲۸۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یابد ولی این افزایش از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان نداد. همچنین در این تحقیق کاربرد کود میکرو به طور ناچیزی موجب افزایش وزن ماده خشک چغندر قند گردید. بیشترین اختلاف مصرف و عدم مصرف کود میکرو در انتهای فصل رشدگیاه چغندر قند (۲۲۹ روز پس از کاشت) معادل حدود ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. ولی در مجموع تاثیر متقابل سطوح نیتروژن و کود میکرو بر روی هیچ یک از صفات مورد بررسی اثر معنی داری مشاهده نگردید(جدول ۱).

جدول ۱ ، خلاصه تجزیه واریانس مرکب(میانگین مربعات) صفات کمی و کیفی چغندرقند تحت تاثیر نیتروژن و کاربرد کود میکرو طی دو سال آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	.R.Y	.S.C	K	Na	N	.W.S.C	Purity	.M.S	.W.S.Y
سال	۱	۲۶۷.۶	۱۵**	۰.۱۳۱	۰.۰۰۰۲	۸.۱**	۲.۸۶**	۱۱۹.۹**	۰.۰۴۵	۲.۴۹
نیتروژن	۳	۲۱۶۸.۲*	۰.۰۷۸	۰.۰۵۲	۰.۰۲۴	۰.۰۱۶	۰.۰۵	۰.۰۴۲	۰.۰۰۴	۴۴.۷۶**

سال * نیتروژن	۳	۱۴۴	۰.۱	۰.۰۷۵	۰.۰۲۵	۰.۰۸	۰.۱۶۲	۰.۷۶۶	۰.۰۱۱	۲.۷۱
خطا	۱۸	۱۱۳.۶	۰.۱۹۹	۰.۰۳۱	۰.۰۸۴	۰.۱۳۲	۰.۳۱۸	۱.۶۲	۰.۰۲۴	۲.۴۸
میکرو	۱	۰.۶۳۲	۰.۰۸۳	*۰.۰۹۵	۰.۰۱۲	۰.۱۲۱	۰.۲۰۷	۱.۴۵	*۰.۰۲۶	۰.۰۰۶
سال * میکرو	۱	۲۴.۷	۰.۰۹۴	۰.۰۲۶	۰.۰۱۴	۰.۰۳۷	۰.۱۷	۰.۹۰۵	۰.۰۱	۰۹۳۶.
نیتروژن* میکرو	۳	۱۹.۳	۰.۲۳۵	۰.۰۳۸	۰.۰۱۲	۰.۱۲	۰.۳۴	۱.۲۷	۰.۰۱۶	۰.۷۲۸
سال * نیتروژن* میکرو	۳	۲۴.۵	۰.۰۲۳	۰.۰۰۷	۰.۰۳۷	۰.۰۶۸	۰.۰۵۲	۰.۵۷۸	۰.۰۱۱	۰.۴۸۳
خطا	۲۴	۲۳.۱	۰.۱۱۴	۰.۰۱۵	۰.۰۱۲	۰.۰۵۶	۰.۱۴۵	۰.۴۰۲	۰.۰۰۵	۰.۵۰۲
ضریب تغییرات		۸.۱۶	۲.۰۷	۲.۷۹	۱۱.۱	۱۵.۹۷	۲.۶۶	۰.۷۲	۴.۲۶	۸.۴۲

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد، R.Y.: عملکرد ریشه، S.C. : درصد قند ناخالص، K: پتاسیم، Na: سدیم، N: نیتروژن مضره، W.S.C.: درصد قند سفید، Purity: ضریب استحصال، M.S.: قند ملاس، W.S.Y.: عملکرد شکر

جدول ۲، مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نیتروژن و کاربرد کود میکرو به روش آزمون چند دامنه ای دانکن*

منابع تغییر	RY(t/ha)	(%)SC	K	Na	N	(%)WSC	(%)Purity	(%)MS	WSY(t/ha)
			Mq/۱۰۰gPulp						
سال اول	۶۰.۹	۱۵.۸	۴.۳	۱	۱.۸۳	۱۴.۰۹	۸۹.۲	۱.۷	۸.۶
سال دوم	۵۶.۸	۱۶.۸	۴.۴	۱	۱.۱۲	۱۴.۵	۸۶.۶	۱.۶	۸.۲
سطح صفر نیتروژن	۴۲.۶b	a۱۶.۲	a۴.۳	a۰.۹۶	a۱.۵	a۱۴.۲	a۸۷.۹۵	a۱.۶۶	b۶.۱
سطح ۶۰ کیلوگرم در هکتار	۵۹.۵a	a۱۶.۳	a۴.۳	a۱.۱	a۱.۴	a۱۴.۳	a۸۷.۹۴	a۱.۶۷	a۸.۵
سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتا	a۶۳.۷	a۱۶.۳	a۴.۴	a۱	a۱.۵	a۱۴.۴	a۸۷.۸۶	a۱.۷	a۹.۱
سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتا	a۶۹.۷	a۱۶.۲	a۴.۳	a۱	a۱.۵	a۱۴.۳	a۸۷.۹۵	a۱.۷	a۹.۹
عدم کاربرد کود میکرو	۵۸.۸	۱۶.۳	۴.۳	۰.۹۹	۱.۴	۱۴.۴	۸۸.۱	۱.۶۵	۸.۴
کاربرد کود میکرو	۵۹	۱۶.۲	۴.۴	۱	۱.۵	۱۴.۲	۸۸.۸	۱.۷	۸.۴

در هر ستون میانگین های مربوط به تیمارهای نیتروژن که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، اختلاف معنی داری در سطح درصد با یکدیگر * ندارند.

منابع

۱- آبشاهی، اکبر.، ۱۳۵۶. اثر طول مدت رشد و تاریخ کاشت و مقدار نیتروژن روی خ واص چغندرقند(بررسیهای چغندرقند). انتشارات صفی آباد.- دزفول.

۲-ابراهیمیان،ح.ر.، ۱۳۷۳. تاثیر بقایای گندم، سودانگراس و مقادیر ازت بر روی چغندرقند زمستانه. مجله علمی تحقیقاتی چغندرقند، جلد ۱۰، شمارهای ۱ و ۲، صفحه ۸-۱۵.

۳-سلیم پور، س.، ۱۳۹۰. بررسی روند جذب عناصر ریز مغذی در طول فصل رشد چغندرقند در منطقه دزفول، گزارش نهایی به شماره ۱۵۵۶ موسسه تحقیقات خاک و آب

۴-شریفی، ح.، ۱۳۷۵. تجزیه و تحلیل کمی رشد و بررسی مشخصات مهم کیفی چغندرقند رقم مولتی ژرم مقاوم به بولت در منطقه دزفول. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.

۵- Bravo, S., G.S. Lee, , and W.R. Schmehl ۱۹۹۲ The effect of planting date, nitrogen fertilizer and harvest date on seasonal concentration and total content of five macronutrient in sugar beet. J. Am. S.S. B. Technol. Vol.۲۹, No.۱& ۲P:۴۵-۵۷.

۶-Draycott A.P.۱۹۹۳ Nutrition: in The Sugar Beet Crop principle and practice: Cook, D.A. and Scott, R.K.Chapman &Hall, London, ۲۲۰- ۲۳۹ pp.

۷-Mortvedt, J.J., D.G.Westfall, and Croissant R. L. (۱۹۹۴). Fertilizing of sugar beet.No. ۰.۵۴۲.WWW.colostate.edu/depts./coopext.

Abstract

To evaluate the effect of nitrogen fertilizers and micro elements and their interactions on yield and quality of sugar

beet Agriculture Research Center, was conducted Safiabad Khuzestan .The experiment was a split plot in a randomized complete block design with four replications Block has been running for ۲ years. Treatments consisted of four nitrogen rates of zero, ۶۰, ۱۲۰ and ۱۸۰ kg per ha plot and two of taking micronutrients in the soil were applied in subplots . The nitrogen levels in root yield and sugar yield difference was significant. Increased use of nitrogen from zero to ۱۸۰ kg per hectare to increase the performance of the roots of ۶/۴۲ to ۷/۶۹ ha and sugar yield from ۱.۶ to ۹.۹ tons per hectare, respectively. Micronutrients intake of potassium roots and sugar beet molasses increased, but on the other traits did not show a significant effect.The interaction between nitrogen and micronutrient elements take on the function of root and sugar yield in the order of about ۲ tons and ۲۸۰ kg per hectare.However, this increase was not statistically significan

اثر سطوح مختلف سرب و شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

الهام نورعلی [۱]، حبیب اله نادیان [۲]، سیروس جعفری [۳]، مختار حیدری [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۲-استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۳-دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۴- استادیار گروه باغبانی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

چکیده
تنش در علوم زیستی، عامل فیزیکی یا شیمیایی است که موجب تحت تاثیر قرار گرفتن ارگانیسم می‌شود. سرب به‌عنوان یک آلاینده شیمیایی پایدار از طریق منابع مختلف سلامت موجودات را تهدید می‌کند. تنش شوری نیز یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و تولید محصول به شمار می‌آید، با توجه به اینکه شور شدن خاک در کنار آلودگی فلزات سنگین، خطر جدی برای امنیت غذایی بشر محسوب می‌شود، پژوهشی به منظور بررسی برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه گشنیز، اجرا گردید. این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی در ۳ سطح سرب و ۳ سطح شوری با سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. براساس نتایج این آزمایش افزایش سطوح تیمارهای شوری و سرب بر وزن خشک ریشه و اندام هوایی، محتوای کلروفیل a، b و کل کاهش معنی‌داری را نشان داد که بیشترین کاهش مربوط به سطح ۸ dS/m شوری و غلظت ۱۰۰ mg/kgسرب بود.
واژه‌های کلیدی: شوری، سرب، کلروفیل، گشنیز

مقدمه
شوری خاک و سمیت فلزات سنگین از تنش‌های مهم غیر زیستی برای گیاهان به شمار می‌آیند. شوری در آب یا در خاک، یکی از تنش‌های مهم به خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک است. در ایران نیز که دارای اقلیم خشک و نیمه خشکی است، تنش شوری یکی از موانع تولید در کشاورزی محسوب می‌شود. این تنش از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه تاثیر می‌گذارد (Siringam et al., ۲۰۱۱). سرب یکی از فلزات سنگین و آلاینده‌های مهم اکوسیستم‌های خشکی است. علاوه بر فرایندهای طبیعی از طریق منابع مصنوعی (دودهای خروجی از اتوموبیل‌ها، کارخانه‌ها، مخزن باتری‌ها، آفت‌کش‌ها) نیز تولید می‌شود. سرب به دلیل انباشت زیاد در بخش‌های سطحی خاک به راحتی در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد و با جذب از طریق ریشه‌ها موجب تغییر در برخی فرایندهای متابولیکی گیاه و اختلال در رشد و نمو آنها می‌شود (Parsadoost et al., ۲۰۰۷). از جمله اثرات منفی سرب بر رشد گیاهان می‌توان به اثر آن در کاهش زیست‌توده بخش‌های ریشه‌ای، هوایی و کاهش عملکرد اشاره کرد. اثرات سمی سرب بر فتوسنتز گیاهان از روش‌های مختلفی اعمال می‌شود که از آن جمله می‌توان به کاهش بیوسنتز کلروفیل از طریق کاهش غلظت عناصر ضروری منیزیم وآهن در برگ‌ها، ایجاد کمپلکس با پروتئین‌های فتوسنتزی و افزایش فعالیت کلروفیلاز جهت تجزیه کلروفیل اشاره کرد (and Dubey, ۲۰۰۵ Sharma). محققان با انجام مطالعات آزمایشگاهی و مزرعه‌ای نشان دادند فراهمی فلزات سنگین با افزایش شوری افزایش می‌یابد (Laing et al., ۲۰۰۸). برخی از پژوهشگران توانایی گونه‌ای از گیاه گز (*Tamarix Smyrnensis Bunge*) را به عنوان ابزاری برای پاکسازی محیط‌های آلوده شور به فلزات سنگین سرب و کادمیوم مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که شوری خاک، تجمع فلز را در اندام هوایی افزایش داد و بیان کردند گیاهانی که در محیط‌های شوری و آلودگی بالای فلز هستند، به دلیل تجمع بالای فلز سنگین در آن‌ها، برای سلامتی زیان‌بار می‌باشند. همچنین پیشنهاد گردیده است که افزایش ش وری باعث افزایش جذب کادمیوم در گیاه *Artiplex halimus* L. می‌شود (Manousaki et al., ۲۰۰۹).

گشنیز گیاهی یکساله، با نام علمی *Coriandrum sativum* L. و از خانواده چتریان (Apiaceae) است. گشنیز دارای خواص دارویی متعدد از قبیل: تقویت معده، ضد درد و سر درد است (Filippo et al., ۲۰۰۲). برگ گشنیز حاوی مواد کانی و ویتامین‌های مختلفی است. همچنین در بذر این گیاه ترکیبات گوناگونی وجود دارد که میزان آنها نسبت به شرایط آب و هوایی منطقه‌ای که گیاه در آن رشد می‌کند، متغیر می‌باشد. این ترکیبات عبارتند از: پروتئین ۳/۱ درصد، چربی ۶/۱۹ درصد، کربوهیدرات ۲۴ درصد، مواد کانی ۳/۱ درصد، فیبر ۵/۳۱ و ویتامین‌های مختلف از قبیل (Singh et al., ۱۹۹۷) C ،B۳ ،B۱ ،A. این پژوهش جهت بررسی اثر تنش شوری و آلایندهٔ سرب بر برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه گشنیز مانند وزن خشک ریشه و ساقه، محتوای کلروفیل a، b و کل انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تاثیر سطوح شوری و آلاینده سرب بر وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه، محتوای کلروفیل a، b و کل در گیاه گشنیز یک آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور، شامل شوری در سه سطح (۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) و سرب در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم برکیلوگرم) در قالب پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید. وزن خاک هر گلدان ۲۹۷۰ گرم شامل ۴۰ درصد خاك و ۶۰ درصد ماسه بود. بذرهای گشنیز به وسیله‌ی هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی شده و درون ظروف پتری دیش استریل جهت جوانه زنی در ژرمیناتور قرار داده شد. پس از اینکه بذرهای موجود در پتری‌دیش جوانه زدند، گیاه‌چه‌ها به درون گلدان انتقال داده شدند. سطوح تعیین شده‌ی سرب به صورت جامد از منبع نیترات سرب، قبل از استقرار گیاه‌چه‌های گشنیز کاملاً یکنواخت با خاک درون گلدان‌ها غیر از گلدان‌های شاهد مخلوط شد. سطوح شوری همراه با آب آبیاری اعمال گردید، آبیاری گلدان‌ها با آب دارای هدایت الکتریکی مشخص صورت گرفت، و در هر بار آبیاری حجم آب شور مصرفی با رعایت نیاز آبشویی (LR) به اندازه‌ی کافی بود تا آب اضافی از انتهای گلدان‌ها خارج گردد و از تجمع نمک جلوگیری نماید. پس از ۸۰ روز اندام هوایی و ریشه برداشت شد. بخش هوایی و ریشه‌ای آنها از هم جدا شد و با آب مقطر شستشو شد و در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند سپس وزن خشک آنها به‌عنوان یکی از پارامترهای رشد اندازه‌گیری شد. برای استخراج و سنجش کلروفیل از روش لیختن تالر[۷۵] (۱۹۷۵) استفاده شد. برای این منظور ۱/۰ گرم بافت برگ تازه وزن و رنگریزه‌های آن توسط استون ۸۰ درصد استخراج شد. پس از صاف کردن نمونه‌ها با کاغذ صافی، جذب در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. در نهایت اعداد قرائت شده در فرمول زیر قرار داده شد و میزان کلروفیل محاسبه گردید.

$$[\text{chl a}] = 12.7*A663 - 2.69*A645 * v/w \quad (۱)$$

$$[\text{chl b}] = 22.9*A645 - 4.68*A663 * v/w \quad (۲)$$

$$[\text{chl total}] = 20.2*A645 + 8.02*A663 * v/w \quad (۳)$$

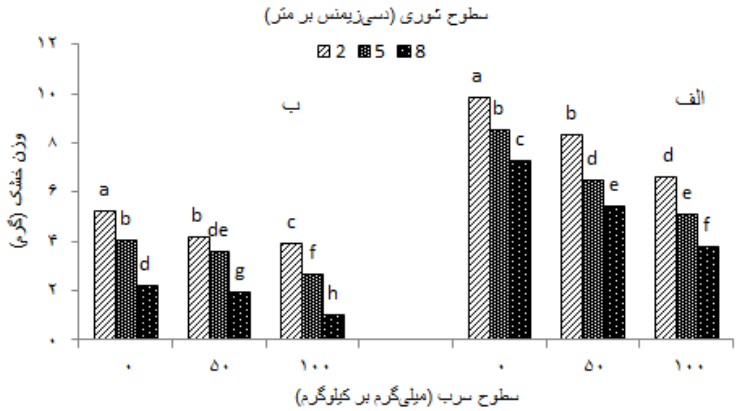
در این معادلات، V حجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی‌لیتر، W وزن برگ بر حسب گرم و A جذب نوری عصاره می‌باشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

شکل (۱) اثر متقابل سطوح مختلف سرب و شوری، بر وزن ماده خشک ریشه و اندام هوایی را نشان می‌دهد. در سطح اول تنش شوری با افزایش مقدار سرب به ۵۰ میلی‌گرم به کیلوگرم وزن ماده خشک اندام هوایی نسبت به شاهد ۸۲/۱۷درصد کاهش یافته، و زمانی که مقدار سرب به ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌رسد ۱۲/۴۸ درصد کاهش در وزن ماده خشک اندام هوایی نسبت به شاهد مشاهده می‌گردد. با رسیدن مقدار تنش شوری به ۸ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر سرب در کاهش وزن ماده خشک اندام هوایی در سطح دوم به ۸۸/۳۳ و در سطح سوم به ۹/۸۰ درصد نسبت به شاهد رسید.

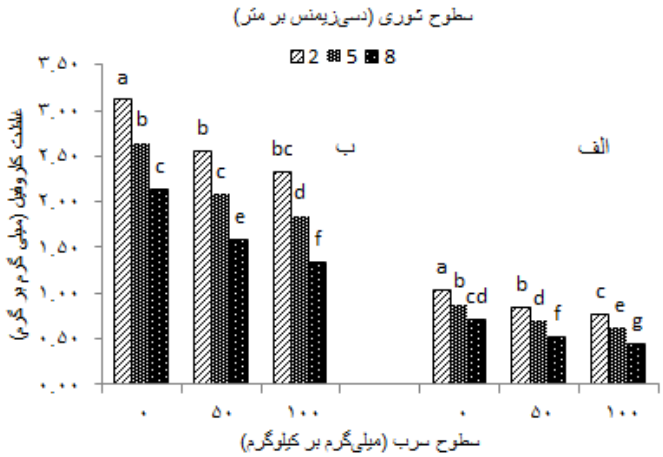
نتایج مشابه موارد فوق در مورد اثر متقابل سرب و شوری بر وزن ماده خشک ریشه بدست آمده است. میزان وزن خشک ریشه در سطح سوم تنش شوری و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم سرب ۱۹/۷۶ درصد نسبت به شاهد کاهش پیدا کرده است (شکل ۱). تنش شوری همراه با فلزات سنگین از جمله عوامل محدودکننده رشد ریشه است و کاهش رشد ریشه فعالیت‌های رشدی گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. عدم توسعه و گسترش مناسب سیستم ریشه‌ای باعث کاش سطوح جذب‌کننده مواد غذایی، تغییر در ساختار غشا سلولی و کاهش جذب و محتوی آب می‌شود که این امر بر فرایندهای فیزیولوژیکی مانند تعرق، تنفس و فتوسنتز اثر گذاشته و در نهایت موجب کاش در سایر قسمت‌های گیاه و از جمله کاهش زیست‌توده می‌شود. از طرفی نتایج به‌دست آمده ازاین پژوهش نشان داد که اثر متقابل تیمارهای سرب و شوری در درجه اول بازدارنده رشد ریشه است و کاهش توسعه سیستم ریشه‌ای به محدود شدن رشد بخش هوایی هم منتهی می‌شود.

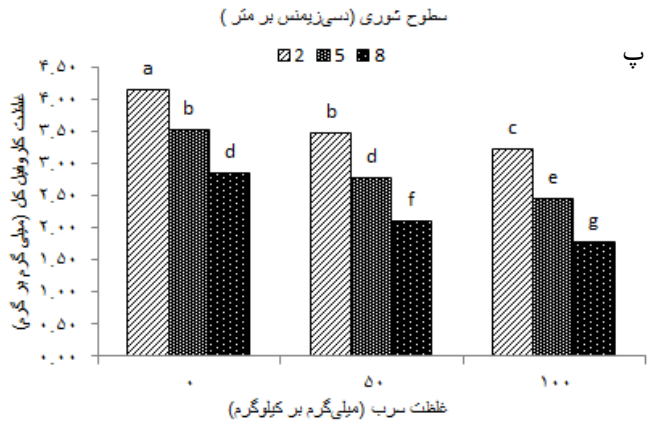
۷۵ ۱. Taler



شکل ۱- اثر متقابل سطوح مختلف شوری و سرب بر وزن خشک اندام‌هوایی (الف) و وزن خشک ریشه (ب)
.میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

نتایج مشاهده‌ها مربوط به کلروفیل a، b و کل نشان داد که با افزایش تنش شوری و آلاینده سرب، این سه صفت به طور معنی‌داری کاهش یافتند (شکل ۲). بیشترین کاهش میزان کلروفیل در گیاهان تحت تیمار سطح سوم تنش شوری و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم سرب اتفاق افتاد. در سطح اول تنش شوری با افزایش مقدار سرب به ۵۰ میلی‌گرم به کیلوگرم میزان کلروفیل کل نسبت به شاهد ۱۹/۱۹ درصد کاهش یافته، و زمانی که مقدار سرب به ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌رسد ۲۸ درصد کاهش در میزان کلروفیل کل نسبت به شاهد مشاهده می‌گردد. با رسیدن مقدار تنش شوری به ۸ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر سرب در کاهش میزان کلروفیل کل در سطح دوم به ۵۴/۳۵ و در سطح سوم به ۸۸/۵۸ درصد نسبت به شاهد رسید.





شکل ۲- اثر متقابل سطوح مختلف شوری و سرب بر کلروفیل b (الف)، کلروفیل a (ب) و کلروفیل کل (پ)
.میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

از یک سو تنش شوری با افزایش فعالیت آنزیم تجزیه کننده کلروفیل (کلروفیلاز)، القای تخریب ساختار کلروپلاست و عدم تعادل کمپلکس‌های پروتئین- رنگریزه میزان کلروفیل را کاهش می‌دهد (Noreen and Ashraf, ۲۰۰۹). از سوی دیگر فلزات سنگین به وسیله مهار آنزیم‌های گاما- آمینو لوالونیک اسید و تشکیل کمپلکس آنزیم پروتوکلروفیلد ردوکتاز با سوبسترا را مهار می‌کنند. برهمکنش فلز سنگین با گروه سولفیدریل آنزیم‌ها مهم‌ترین مکانیسم این مهارها عنوان شده است (Khatibi et al., ۲۰۰۸). از اثرات دیگر فلزات سنگین می‌توان به جایگزین شدن آنها به جای منیزیم مرکزی کلروفیل اشاره کرد که این جایگزینی سبب کاهش دریافت نور به وسیله کلروفیل و منجر به کاهش فتوسنتز می‌شود (Sharma and Dubey, ۲۰۰۵). به طور کلی نتایج مطالعات مختلف نشان داد که تنش شوری و فلزات سنگین می‌توانند باعث کاهش میزان کلروفیل شوند. در این پژوهش نیز اثر متقابل تنش شوری و سرب باعث کاهش معنی دار در مقادیر کلروفیل‌های a، b و کل نسبت به گیاه شاهد شد.

منابع

Filippo, L., Moretti, A. and Lovat, A. ۲۰۰۲. Seed yield, yield components oil content and essential oil and composition of Nigella sativa, L. and Nigella damascene, L. Ind Crop Prod. ۱۵: ۵۹-۶۹.

Khatibi, M., Rashed, M.H., Ganjeali, A., and Lahooti, M. ۲۰۰۸. The effects of different nickel concentration on some morpho-physiological characteristics of parsely. Iran. J. Field Crops Res. ۲: ۲۹۵-۳۰۲.

Laing Du. G., Vos De. R., Vandecasteele. B., Lesage. E., Tack F.M.G., and Verloo M. G. ۲۰۰۸. Effect of salinity on heavy metal mobility and availability in intertidal sediments of the Scheldt estuary. Estuarine Coastal and Shelf Science. ۷۷: ۵۸۹-۶۰۲.

Manousaki, E., Kokkali, F., Kalogerakis, N. ۲۰۰۹. Influence of salinity on lead and cadmium accumulation by the salt cedar (Tamarix smyrnensis Bunge), Journal Of Chemical Technology And Biotechnology, Volume: ۸۴: ۸۷۷-۸۸۳.

Noreen, Z. and Ashraf, M. ۲۰۰۹. Changes in antioxidant enzymes and some key metabolites in some genetically diverse cultivars of radish (*Raphanus sativus*L.). Environ. Exp. Bot. ۶۷: ۳۹۵-۴۰۲.

Parsadoost, F., Bahreininejad, B., Safarisanjani, A., and Kaboli, M. ۲۰۰۷. Phytoremediation of lead with native rangeland plants in Irankooh polluted soils. Pajuhesh. Sazandegi, ۷۵: ۵۴-۶۳.

Sharma, P., and Dubey, R.S.H. ۲۰۰۵. Lead toxicity in Plants. Plant Physiol. ۱۷: ۳۵-۵۲.

Siringam, K., Juntawong, N., Cha-um, S. and Kirdmanee, C. ۲۰۱۱. Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, membrane injury and sugar contents in salt-sensitive rice (Oryza sativa L. spp. indica) roots under isoosmotic conditions. Afr. J. Biotechnol. ۱۰: ۱۳۴۰-۱۳۴۶

Abstract

Stresses in life sciences, are physical and chemical factors which affects organism. Lead as a stable chemical contaminant, from different sources, regarded as a major risk on human health. Salinity is also one of the most important limiting factors on plant growth and production. Since the salinity of soil alongwith heavy metal pollution, is considered serious danger to food security, a research work was conducted to study some physiological parameters of the plant cilantro. The experiment was completely randomized block in a factorial combination with three replications. The treatments were: ۳ levels of lead and ۳ levels of salinity the plants were grown under greenhouse conditions. The results showed that root dry weight was decreased as lead and salinity was increased. The highest reduction in content of chlorophyll a, b and total chlorophyll was observed when the salinity and lead was increased to ۸ dS/m and ۱۰۰ mg /kg , repectively.

تاثیر سطوح مختلف شوری و پتاسیم بر عملکرد وزن تر اندام هوایی و میزان کلروفیل در گیاه اسفناج

ثریا طاهری، راضیه کاظمی، عبدالمجید رونقی و مهناز طاهری

چکیده

در این پژوهش اثر سطوح مختلف شوری و پتاسیم بر میزان کلروفیل و وزن تر اسفناج در شرایط گلخانه‌ای بررسیگردید. فاکتورهای آزمایشی شامل ۵ سطح شوری (۱۲، ۸، ۴، ۲، ۰ میلی‌مولار) و ۵ سطح پتاسیم (۳۹۰، ۳۴۰، ۲۷۰، ۲۰۰، ۱۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بودند. برای ایجاد سطوح شوری از نمک کلرید سدیم و برای سطوح پتاسیم از نمک سولفات پتاسیم استفاده گردید. گیاهان پس از ۷۵ روزبرداشت و عملکرد وزن تر و میزان کلروفیل اندازه گیری شدند. نتایج نشان دادافزایش شوری تا سطح ۸ میلی مولار تاثیر منفی بر وزن تر گیاه و میزان کلروفیل نداشته است. در شوری ۱۲ میلی مولار، تا سطح ۳۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم پتاسیم تاثیر معنی داری در افزایش وزن تر و میزان کلروفیل گیاه نداشته، اما در سطح ۳۹۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم، تاثیر معنی دار بوده و توانسته تا حدی اثرات منفی شوری را بهبود دهد.

واژه های کلیدی: شوری، پتاسیم، کلروفیل

مقدمه

یکی از تاثیرات منفیتنش شوری بر گیاهان، بر هم زدن تعادل عناصر غذایی از جمله پتاسیم، آهن و کلسیم می‌باشد. غلظت این عناصر در گیاه تحت تاثیر میزان سدیم و کلسیم خارج سلولی می‌باشد. یون های کلسیم و سدیم دارای اثرهای رقابتی با یکدیگر بوده و تنظیم مناسب این دو عنصر بر غلظت عناصر غذایی مذکور تاثیر بسزایی دارد (Renault ۲۰۰۵).

پتاسیم یک عنصر سیتوپلاسمی ضروریست و به علت نقش آن در تنظیم اسمزی و نیز اثر رقابتی آن با سدیم یک عنصر مهم در شرایط شوری در نظر گرفته می‌شود، به همین دلیل تصور می‌شود که غلظت اندک سدیم و به عبارت بهتر نسبت کم سدیم به پتاسیم در برگها رابطه نزدیک با مقاومت به شوری دارد(Munns&Schachtman ۱۹۹۳).

اسفناج یکی از مهمترین سبزی های برگی است که به صورت تازه و یا فرآوری شده مصرف می‌شود. این گیاه دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشد، به طوریکه در بین اغلب میوه ها و سبزی های رایج مورد مصرف، غنی از ویتامین ها و عناصر معدنی است(Kawazu et al., ۲۰۰۳).

حساسیت به شوری اسفناج بر اثر سمیت یون های سدیم و کلر توسط برخی پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات نشان می‌دهدکه برخی ارقام اسفناج حساسیت کمتری به کلرید سدیم در مقایسه با سایر ترکیبات نمکی دارند و معمولاً کاهش رشد معنی داری تا سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد نشان نداده اند (Nieman ۱۹۶۲).

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری و پتاسیم بر عملکرد وزن تر اندام هوایی و میزان کلروفیل اسفناج انجام شد.

مواد و روش‌ها

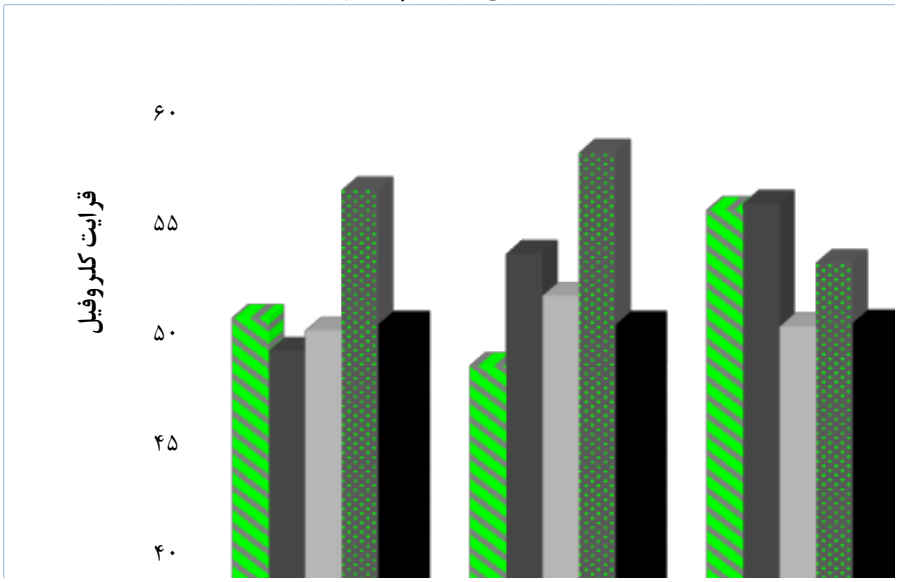
آزمایش به صورت فاکتوریل در چارچوب طرح کاملاً تصادفی روی گیاه اسفناج در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز اجرا شد. تیمارها شامل ۵ سطح شوری (۱۲، ۸، ۴، ۲، ۰ میلی‌مولار) و ۵ سطح پتاسیم (۳۹۰، ۳۴۰، ۲۷۰، ۲۰۰، ۱۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بودند. سولفات پتاسیم پیش از کاشت و شوری از منبع کلرید سدیم پس از کاشت به صورت تدریجی (از انتهای هفته دوم) تارسیدن به قابلیت هدایت الکتریکی مورد نظر (تا انتهای هفته سوم) به گلدان های ۴ کیلوگرمی افزوده شد. به کلیه گلدان‌ها، ۱۰۰ میلي‌گرم نیتروژن از منبع اوره به طور يك نواخت به منظورجلوگیری از کمبود احتمالی نیتروژن افزوده شد. پیش از کاشت، سطوح عناصر غذایی تا رسیدن به سطوح بحرانی عناصر، به صورت محلول اضافه و پس از رسیدن به رطوبت ظرفیت زراعی، کاملا با خاك مخلوط شدند. مقدار ۵۰ میلیگرم از نیتروژن پیش از کاشت و ۵۰ میلی گرم در هفته چهارم به هر کیلوگرم خاك گلدان ها اضافه شد.

تعداد ۱۰ عدد بذر اسفناج در عمق حدود ۱ سانتی متری کاشته‌شد. بعد از جوانه زنی و استقرار گیاهان تعداد آنها در هر گلدان به ۵ بوته که به طور يك نواخت در سطح گلدان قرار گرفته بودند، کاهش داده شد. در طول دوره رشد، گلدان ها روزانه توسط آب مقطر تا رسیدن به رطوبت ظرفیت زراعی با روش توزین، آبیاری شدند. هشت هفته بعد از کاشت، گیاهان از محل طوقه قطع و تمامی نمونه ها توسط آب مقطر شسته شدند. کلروفیل برگ در هفته آخر کشت توسط کلروفیل‌متر دستی (SPAD-۵۰۲) قرائت گردید. نتایج با استفاده از روش های آماری و نرم افزارهای EXCEL و MSTATC با استفاده از آزمون F مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و میانگین های مربوط به اثر اصلی هر يك از عامل ها و بر همکنش آنها استخراج و با آزمون دانکن مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد اثر متقابل شوری و پتاسیم تاثیر معنی داری بر میزان کلروفیل اسفناج نداشته است (شکل ۱).در مورد تاثیر سطوح مختلف شوری، نتایج نشان دادکاربردسطوح کلرید سدیم تا سطح شوری ۸میلی‌مولارتاثیر منفی بر وزن تر اسفناج نداشت و تا حدی سبب بهبود آن نیز گردید. اما با افزایش شوری تا سطح ۱۲ میلی‌مولار، عملکرد وزن تر اندام هوایی کاهش یافت. مارشنر و پوسینگهام گزارش کردند اسفناج گونه‌ای سدیم دوست است و بالا بودن سدیم در محیط خارجی سبب رونق توسعه سلول و رشد می‌شود که با نتایج این پژوهش هم خوانی دارد. یوسیف و همکاران نیز مشاهده کردند وزن خشک اسفناج با کاربرد شوری سدیم کلرید افزایش نشان داد و بیان کردند عموماً شوری، رشد گلیکوفیت ها را کاهش می‌دهد، در حالی که رشد هالوفیت ها را بهبود می‌بخشد. کاربرد شوری تا سطح ۸ میلی‌مولار، در پژوهش حاضر عملکرد وزن تر اندام هوایی را افزایش داد (جدول ۱). تحریک رشد به وسیله سدیم، به طور عمده به دلیل اثر آن بر رشد سلول و موازنه آب گیاهان به وجود می‌آید(ملکوتی ۱۳۷۹). همانطور که جدول ۱ نشان می‌دهد، کاربرد سطوح مختلف پتاسیم، تا سطح ۳۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تاثیر معنی داری بر وزن تر اندام هوایی اسفناج نداشته است، اما تاثیر پتاسیم بر وزن تر اندام هوایی، در سطح ۳۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم معنی دار بوده و توانسته تا حدی اثر منفی سطوح بالای شوری را بهبود دهد.افزایش شوری تا سطح ۱۲ میلی‌مولار در سطوح پتاسیم کمتر از ۳۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم سبب کاهش عملکرد نسبت به سطوح با شوری کمتر شد، اما در همین سطح شوری با افزایش غلظت پتاسیم تا ۳۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم، عملکرد وزن تر افزایش یافت، که نشان دهنده تأثیر مثبت افزایش پتاسیم در کاهش اثرات منفی شوری سدیمی می‌باشد.

نمودار ۱ - اثر متقابل سطوح شوری و پتاسیم بر میزان قرائت کلروفیل‌متر



جدول ۱ - اثر شوری و پتاسیم بر میزان عملکرد وزن تر اندام هوایی اسفناج

سطوح پتاسیم	سطوح شوری				
	۰	۲	۴	۸	۱۲
۱۳۰	۶.۳۱^{c}	۸.۱۲^{b}	۶.۷۶^{c}	۹.۴۰^{a}	۷.۴۶^{bc}
۲۰۰	۸.۰۲^{b}	۷.۸۴^{bc}	۷.۷۵^{bc}	۹.۵۱^{a}	۷.۵۴^{bc}
۲۷۰	۹.۵۰^{a}	۷.۹۷^{bc}	۹.۳۹^{a}	۸.۵۸^{ab}	۷.۲۸^{bc}
۳۴۰	۸.۵۵^{ab}	۸.۳۱^{ab}	۸.۰۶^{bc}	۸.۶۵^{ab}	۷.۷^{bc}
۳۹۰	۸.۰۱^{ab}	۷.۹۰^{bc}	۸.۲۲^{ab}	۸.۰۷^{ab}	۸.۸۸^{a}

(p<۰.۰۵).ستون های با حروف مشابه اختلاف معني‌دار ندارند*

منابع

ملکوتی،م . ج. ،پ . کشاورزون . کریمیان. ۱۳۸۷ . روشجامعتشخیصوتوصیهبهینهکودبرایکشاورزیپایدار . چاپهفتم،انتشاراتدانشگاهتربیتمدرس،
Aslam M., Qureshi R.H. and Ahmad N. ۱۹۹۳.A rapid screening technique for salt tolerance of tomato. Crop Science, ۱۵۰:۹۹-۱۰۷.
ChatzissavvidisC. and TheriosI.۲۰۰۸. Effectofcalciumontheionstatus and growthperformance of citrusrootstockgrowthunderNaClstress. Soil Science,۵۴: ۹۱۰-۹۱۵.
EnayatiV. ۲۰۱۰. valuationofsalttolerancevariationinwheatcultivarsusingphysiological and biochemicalindices. MSC thesis for Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh.
KawazuY., OkimuraM., IshiiT. and YuiS.۲۰۰۳.Varietalsandseasonaldifferencesinoxalatecontent of spinach. Hort Science,۹۷: ۲۰۳-۲۱۰.
MisraN. and DwivediU.N.۲۰۰۴. Genotypicdifferenceinsalinitytoleranceofgreen gram cultivars.Plant Science,۱۶۶: ۱۱۳۵-۱۱۲۴.
Nieman R. H. ۱۹۶۲. Some effects of sodium chloride on growth, photosynthesis, and respiration of twelve cropPlant. Bot Gas, ۲۷۹-۲۸۵.
Osawa T. ۱۹۶۳. Studies on the salt tolerance of vegetable crops with special reference to osmotic effects andspecific ion effects. Hort. Science, ۳۲: ۲۱۱-۲۲۳.

Abstract

In this study was evaluatedthe effect ofdifferent levels ofsaltand potassiumonchlorophyll contentand freshspinachin terms ofgreenhouse. Treatments consisted of ۵ levels of salinity (۱۲, ۸, ۴, ۲, ۰ mM) and ۵ levels of potassium (۳۹۰, ۳۴۰, ۲۷۰, ۲۰۰, ۱۳۰ mg kg).tosalinitylevelswere used,sodium chloride, andpotassium levels were used potassium sulfate.After۷۵daysthe plantswere harvested andthe fresh weightand chlorophyll contentwere measured.The results showed that۸mMsalinityand chlorophyll contenthada negative impact onplantyieldand to some extentthishas improved. In۱۲mMsalt, up to۳۴۰mgkgpotassiumsignificant effectonweight gainandnoplantchlorophyll content, but at the level of۳۹۰mg perkgof potassium,the effectwas significantand couldimprove to some extentthe negative effects ofsalinity.

پیش‌بینی نسبت سدیم تبادلی بر اساس نسبت جذب سدیم در خاکهای شور-سدیمی

حسین رضایی [۱]، احمد جلالیان [۲]، محمد اقتداری [۱]
کارشناس ارشد علوم خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان ، ۲- استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

چکیده
اندازه‌گیری نسبت سدیم تبادلی (ESR) در خاکهای تحت تاثیر همواره با خطا و زمان‌بر همراه بوده است لذا بسط روشی مناسب تر و اقتصادی با استفاده از شاخص‌های شوری با آندازه‌گیری آسان‌تر و دقیق‌تر به نظر ضروری می‌رسد. این تحقیق توجه به اینکه ۱/۹۲ درصد مساحت استان اصفهان را خاکهای شور- سدیمی تشکیل می‌دهد، به منظور ارایه یک روش علمی در برآورد دقیق‌تر و آسانتر نسبت سدیم تبادلی از روی شاخص آسانتر نسبت جذب سدیم انجام گرفت. معادله کلی ESR=۱۱.۹۸(lnSAR)+۱۱.۳۰ با ضریب همبستگی R^2=۶۰/۰= برای کل مناطق بدست آمد. بر اساس نتایج در مقادیر بالای ESR و هدایت‌الکتریکی (EC) پراکندگی نقاط افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد چرا که ضریب گاپون برای تبادل سدیم با کلسیم و منیزیم در خاک‌ها با سطوح متفاوت شوری و سدیم تبادلی متغیر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: نسبت سدیم تبادلی، نسبت جذب سدیم، شوری، خاک شور-سدیمی.

مقدمه
قسمت عمده مناطق کشور ما، به دلیل بالا بودن مقدار تبخیر و تعرق و پایین بودن میزان نزولات جوی جزو مناطق خشك و نیمه‌خشك طبقه‌بندی می‌شود. یکی از مشکلات این مناطق، شوری خاکها می‌باشد. اصفهان نیز یکی از شهرهای واقع در مرکز ایران است و کشاورزان بیشتر اراضی اطراف شهر با مشکل شوری مواجه هستند. اراضی کشاورزی شرق اصفهان (رودشت)، اراضی شمال اصفهان (دشت‌های گز و برخوار)، زمین‌های شمال غرب اصفهان (شاهین‌شهر و مورچه‌خورت) و اراضی جنوب اصفهان (دشت مرغ و دشت مهیار) از مشکل شوری و در برخی جا از مشکل شور-سدیمی رنج می برد(هنرجو، ۱۳۸۹).
درصد سدیم تبادلی خاک بطورمعمول قابل اعتمادترین شاخص برای تعیین درجه سدیمی بودن خاک است، ولی به دلیل دشواری‌های موجود در راه اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی خاك (به خصوص در خاکهای آهکی و گچی) ترجیح داده می‌شود که درصد سدیم تبادلی خاك، بر مبنای نسبت جذب سدیم عصاره اشباع خاک تخمین زده شود. روابط قوی بین این دو شاخص (سازمان حفاظت خاك آمریکا، ۱۹۹۶)، نسبت جذب سدیم را به عنوان معیاری مناسب برای ارزیابی خاک معرفی کرده است(هاشمی‌نژاد و قانع، ۱۳۹۰).
اندازه‌گیری درصد سدیم تبادلی در خاکهای با ECe بیشتر از ۱۰ دسی زیمنس بر متر نیز همراه با خطای اثر دفع آنیونی است. این خطا سبب می‌شود که سدیم تبادلی کمتر از مقدار واقعی برآورد شود(Juarnik *et al*. ۱۹۸۴).
به منظور غلبه بر مشکلات فوق و اندازه‌گیری قابل اعتماد درصد سدیم تبادلی(ESP) خاک، برخی از محققان ترجیح داده‌اند که درصد سدیم تبادلی خاک را بر اساس آنالیز عصاره اشباع خاک برآورد نمایند. سپس با توجه به اینکه اندازه‌گیری نسبت سدیم تبادلی(ESR) در خاک‌های شور مستلزم انجام آزمایشات وقت‌گیر و پرهزینه است، لذا بسیار اقتصادی و مناسب است که از روشهایی که با کمک شاخص‌های شوری خاکی پی به اثرات نامطلوب سدیم خاک برد و بهترین روش بسط فرمولی بین شاخص‌های شوری مثل ESR و SAR می‌باشد. لذا تحقیق حاضر بدین منظور طراحی و اجرا در پنج منطقه از خاکهای شور و شور- سدیمی اصفهان انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها
این تحقیق، در استان اصفهان در منطقه‌های سگزی دشتی، رودشت، هرند، ایستگاه فاضلاب شرق، حبیب‌آباد با اقلیم شک و نیمه‌خشک در سال ۱۳۹۱ انجام شد. نمونه های خاک جمع آوریز عمق ۰-۳۰ سانتی متری، هوا خشک،عبور از الک ۲ میلیمری شدند و سپس پ-هاش، هدایت الکتریکی سوسپانسیون آب: خاک، غلظت کلسیم و منیزیم محلول و تبادلی، سدیم محلول و تبادلی، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بر اساس طبق روشهای استاندارد انجام گرفت(APHA, ۱۹۹۸).
سپس بر اساس فرمول های زیر محاسبات مورد نظر انجام گرفت (Jurinak and Suarez, ۱۹۹۰).

$$ESR = [Na] / [Ca + Mg] = [Na] / CEC - [Na] \quad (۱)$$

$$ESR = ۱۰۰ * (Ex.Na) / (CEC - Ex.Na) \quad (۲)$$

$$SAR = Na / (Ca+Mg) / ۲ \quad (۳)$$

$$ESR = G . SAR \quad (۴)$$

G : ضریب حساسیت گاپون برابر با ½-(mol/l) ۰۱۵/۰
SAR: نسبت جذب سدیم
ESR: نسبت سدیم تبادلی
[Na] و [Ca + Mg] : نسبت سدیم، کلسیم، منیزیم فاز تبادلی خاک(سانتی‌مول بر کیلوگرم خاک)
CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی خاک

(۵) : Cغلظت کل املاح در هدایت‌الکتریکی کمتر از ۴ (دسی زیمنس بر متر = EC CS (mg/l) (dS/m)۶۴۰

(۶) : Cغلظت کل املاح در هدایت‌الکتریکی بیشتر از ۴ (دسی‌زیمنس بر متر) = ECCS (mg/l) (dS/m)۸۰۰
سپس داده‌ها پس از آنالیزهای لازم توسط برنامه آماری SPSSتجزیه و تحلیل آماری گردید و رابطه لازم و منطقی بین دو پارامتر ESR و SAR برای هر منطقه بدست آمد.

نتایج و بحث

بافت خاک‌های مناطق مورد مطالعه ایستگاه فاضلاب شرق، حبیب‌آباد، هرند، رودشت و سگزی به ترتیب دارای بافت Silty clay loam، Clay loam-loam، Sand- Sandy loam، Loam- Silty loam و Silty clay loam-Sand clay loam بود.نباید انتظار تفاوت فاحش بین ظرفیت تبادل کاتیونی آنها داشت. تفاوتی که بین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌هایی با کلاس شوری جزیی (ایستگاه فاضلاب شرق و حبیب‌آباد) در مقایسه با مناطق رودشت و سگزی در کلاس شوری خیلی زیاد مشاهده گردید به خاطر عوامل متعددی مانند سرعت بسیار کم تبادل سدیم با کلسیم بسیار کم، بافت، نوع کانی غالب خاک، می‌باشد.
جدول ۱ مقایسه آماری برخی از ویژگی های اندازه گیری شده خاک در پنج نقطه مورد مطالعه و جدول ۲ برآورد غلظت کل املاح از روی هدایت‌الکتریکی خاک را در این مناطق نشان می‌دهد. بر اساس معیار EC توسط موسسه تحقیقات خاک و آب ایران، حبیب‌آباد و ایستگاه فاضلاب شرق در کلاس شوری جزیی (کلاس S۱) و سایر خاک‌های مناطق مورد بررسی (هرند، رودشت و سگزی) در دسته خاک خیلی‌شور (کلاس S۴) قرار می گیرند و دارای محدودیت شدید هستند(هنرجو، ۱۳۸۹).
بین هدایت‌الکتریکی خاک حبیب‌آباد و ایستگاه فاضلاب شرق (به ترتیب ۲/۴ و ۰۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر) تفاوت معنی‌داری بر حسب آزمون دانکن در هیچ سطح آماری ۱ و ۵ درصد وجود نداشت. خاک های این به علت شوری کمی با مدیریت آبیاری و آبشویی قابل اصلاح می‌باشد در حالی که خاک‌های رودشت و هرند به علت شوری بسیار بالا اصلاح آنها مشکل و هزینه‌بر می‌باشد. شوری خاک تحت تاثیر کاتیون‌ها و آنیون‌های غالب بویژه سدیم، هستند.

جدول ۱- مقایسه آماری مقادیر میانگین برخی از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در مناطق مختلف

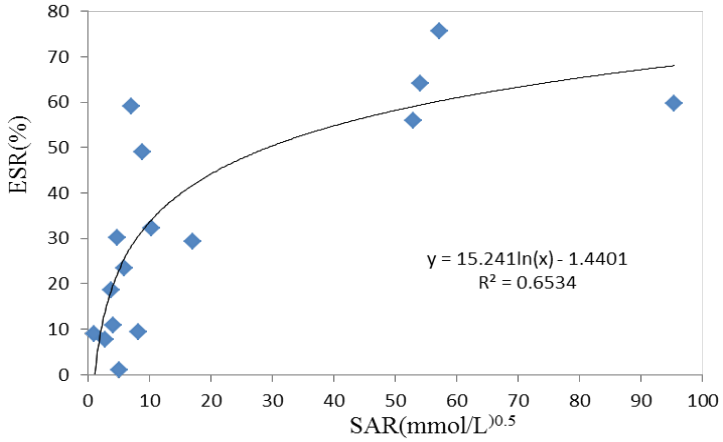
منطقه	EC	pH	CEC	SAR	ESP	ESR
	(dS/m)	(-)	(cmol/kg)	۰.۵(mmol/L)	(%)	(%)
فاضلاب شرق	d ۰۴/۵	a ۲/۸	b ۹/۹	b ۴/۱۶	b ۹/۲۰	b ۴/۲۹
حبیب‌آباد	d ۲/۴	a ۱/۸	ab ۶/۱۰	b ۳/۱۹	ab ۷/۲۵	ab ۴/۴۰
هرند	b ۲۰۲۴	a ۷/۷	b ۳/۱۰	ab ۲/۶۷	ab ۲/۳۴	ab ۷/۵۶
رودشت	a ۶۲۳۱۰	a ۶/۷	a ۴/۱۵	ab ۵/۷۴	a ۱/۴۱	۰/۷۰
سگزی	c ۸/۳۶۱	a ۹/۷	ab ۴/۱۴	a ۳/۱۱۶	ab ۹/۳۶	ab ۳/۶۰

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۵% ازمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۲- برآورد غلظت کل املاح از روی هدایت‌الکتریکی خاک

منطقه مورد مطالعه	EC (dS/m)	کلاس شوری	غلظت املاح (CS)	
			(mg/l)	(meq/l)
فاضلاب شرق	۰۴/۵	کم	۳۴۵۶	۴/۵۰
حبیب‌آباد	۲/۴	کم	۲۶۸۸	۴۲
سگزی	۸/۳۶۱	خیلی زیاد	۲۸۹۴۴۰	۳۶۱۸
رودشت	۶۲۳۱۰	خیلی زیاد	۴۹۸۴۸۰۰۰	۶۲۳۱۰۰
هرند	۲۰۲۴	خیلی زیاد	۱۶۱۹۲۰۰	۲۰۲۴۰

در خاکهایی با کلاس شوری جزیی (ایستگاه فاضلاب شرق و حبیب‌آباد) بین SAR و ESR به ترتیب بر حسب (mmol/L)۰.۵ و درصد، معادله لگاریتمی پیشنهادی ESR = ۱۵.۲۴۱ln(SAR) - ۱.۴۴۰۱ با R^2=۶۵/۰ برازش شد(شکل ۱).



برای خاک‌های با کلاس شوری جزییESR و SAR شکل ۱- رابطه

مطابق همین شکل-۱ پراکنش نقاط اطراف خط برازش شده، مشخص است که هرچه مقدار SAR و ESR افزایش یافته، انحراف از خط برازش شده نیز بیشتر شده است، لذا در مقادیر بالاتر SAR بیشتر از ۲۰(mmol/L)۰.۵ و ESR بیشتر از ۳۰ (%)، بهتر است به معادلات پیش‌بینی شده ارائه شده استناد نکرد چرا که پراگندکی نقاط در این محدوده زیاد است. در حقیقت هرچه از کلاس شوری جزیی به سمت کلاس‌های شوری متوسط و زیاد می‌رویم بهتر است تعداد نقاط نمونه‌برداری در هر منطقه برای بدست آوردن یک معادله قابل اعتماد افزایش یابد و همچنین منطقه مورد مطالعه ابتدا از لحاظ کاربری و مدیریتی (فاصله از کانالهای روباز، کانالهای زهکشی، اطراف جاده و ...) به قطعات کوچکتری تقسیم شود و سپس برای هر منطقه یک معادله بدست آورد.

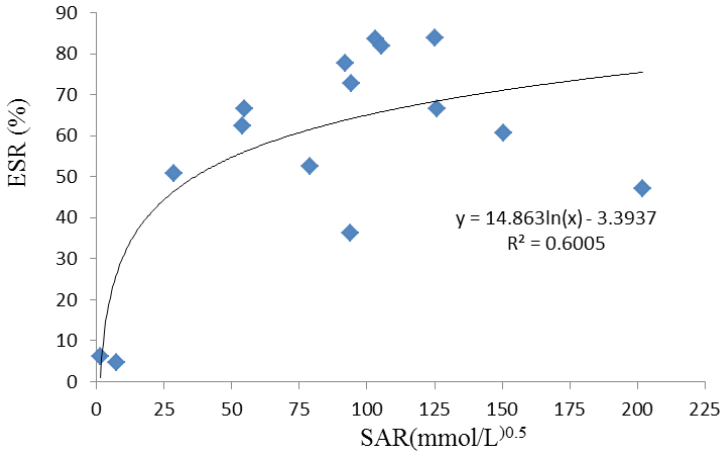
خاک‌های هرند، رودشت و سگزی در دسته خاکهای خیلی شور (کلاسS۴) قرار می‌گیرند. بهترین معادله لگاریتمی پیشنهادی بین SAR و ESR به ترتیب بر حسب (mmol/L)۰.۵ و درصد، معادله ESR= ۱۴.۸۶۳ln(SAR) - ۳.۳۹۳۷ با R^2=۶۰/۰،بدست آمد(شکل۲). از مقایسه دو نمودار مشخص می‌گردد که با افزایش هدایت‌الکتریکی پراکنش نقاط از خط برازش شده نیز بیشتر گردیده و این بدان معنی است که با افزایش هدایت‌الکتریکی خاک، رابطه بین SAR و ESR ضعیف‌تر می‌گردد چرا که با افزایش شوری، نسبت بین سدیم تبادلی با کلسیم+ منیزیم تبادلی بیشتر در خاک بهم می‌خورد.

پراکندگی نقاط افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد. چرا که ضریب ESR فرهمند و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند در مقادیر بالای گاپون برای تبادل سدیم با کلسیم و منیزیم در خاک‌ها با سطوح متفاوت شوری و سدیم تبادلی متغیر می‌باشد.

سه منطقه هرند، رودشت وسگزی دارای ESR و SAR بزرگتر از ۵۰ بودند که بیانگر این مطلب می‌باشد که نسبت کاتیون سدیم به عنوان یک کاتیون دیسپرس‌کننده و تخریب‌کننده ساختمان خاک نسبت به دو کاتیون قلیایی کلسیم و منیزیم بیشتر می‌باشد.

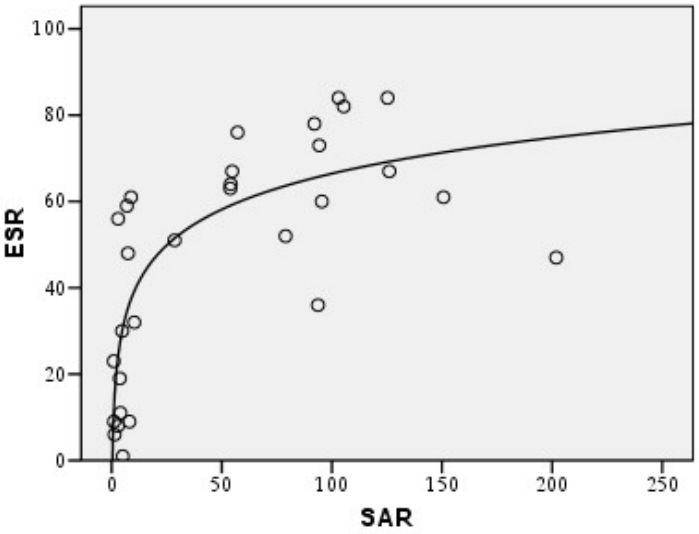
باور[۷۶] (۱۹۵۹) معتقد است در مقادیر بالای ESR بخشی از گچ خاک مورد مطالعه نیز حل گردیده و همین امر سبب برآورد مقادیر کلسیم و منیزیم تبادلی بیشتر از مقادیر واقعی (تقریبا ۲/۱ برابر) برآورد گردد.

[۷۶] Bower



برای خاک‌های با کلاس شوری خیلی زیادESR و SAR شکل ۲- رابطه

بین کل مناطق یک معادله کلی ESR=۱۱.۹۸(lnSAR)+۱۱.۳۰ با ضریب همبستگی R^2=۰۶/۰ بدست آمد(شکل ۳).
اندازه‌گیری شوری خاک، بر خلاف آب، مستلزم توجهاتی است. معمولا به دلایل متعدد از قبیل مکانیسم‌های انحلال و رسوب، فرایند تبادل کاتیونی و نیز هم پیوندی یونی، شوری متناسب با تغییرات مقدار آب خاک نیست. با توجه به اینکه مقدار آب نگهداری شده در حالت اشباع با پارمترهای خاک نظیر بافت، سطح ویژه، مقدار رس و ظرفیت تبادلی که جز پارامترهای موثر بر میزان SAR و ESP در ارتباط است(فرهمند و همکاران، ۱۳۹۱).



پنج منطقه مورد مطالعه ESR و SAR شکل ۳- رابطه کلی بین

منابع

فرهمند ا، اوستان ش، جعفرزاده ع.ل.، اصغرزاده ن.ع. ۱۳۸۸. برآورد ضریب گزینشگری گاپون برای تبادل سدیم با کلسیم و منیزیم در برخی از خاکهای متاثر از نمک دشت تبریز. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. جلد ۴۰، صفحه: ۱۷-۲۶.

هاشمي‌نژاد ی.، قانع ف. ۱۳۹۰. تخمین نسبت جذب سدیم در آب زهکش با استفاده از ترکیب شیمیایی آب آبیاری در شرایط شبه ماندگار. مجله پژوهش آب در کشاورزی.جلد ۲۵. شماره ۱ .صفحه ۶۷-۷۳.
هنرجو.۱۳۸۹. خاک‌ها وآب‌های شور سدیمی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.
APHA. ۱۹۹۵. Standard method for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington, D.C., PP. ۱۵۶۶.
Bower.C.A. ۱۹۵۹.Cation exchange equilibria in soils affected by sodium salts.Soil Sci, ۸۸:۳۲-۳۵.
Jurinak J.J., Amrhein C., Wagenet R.J. ۱۹۸۴. Sodic hazard: The effect of SAR and salinity in soils and overburden materials. Soil Sci. Am. J. ۱۳۷:۱۵۲ - ۱۵۸.
Jurinak L.L. ۱۹۹۰. Chemistry of salt-affected soils and waters. In Agricultural Salinity Asscssiucut and Management. Manual ۷۱ (Ed. K.K. Tanji). Pp: ۱-۲.

Abstract

The measurement of Exchangeable Sodium Ratio (ESR) at salt-affected soils. This parameter are often determined using laborious and time consuming laboratory tests, but it may be more appropriate and economical to develop a method which uses a more simple soil salinity index. In Esfahan, approximately ۹۲.۱ % of arable lands are affected by salinity-sodic land. Therefore, this study was done to give scientific, punctilious and easygoing method to assessment of exchangeable sodium ratio (ESR) based on sodium adsorption ratio (SAR).The statistical results of the study indicated that in order to predict soil ESR based on soil SAR the model ESR=۱۱.۹۸ (lnSAR) +۱۱.۳۰ (R۲=۰.۶۰) can be recommended in total study area. Based on results, in high levels of ESR and EC transmittal of spots were increased because of difference between Gapon selectivity coefficient for Na/ Ca + Mg exchange in soils.

بررسی وضعیت میزان تجمع نیترات در سیب زمینی تولیدی منطقه اردبیل

انور اسدی جلودار [۱]، کامبیز بازرگان [۲]، محمد شعاع اردبیلی [۳]، اسماعیل اصغری [۴]
۱- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل ۲- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب ۳- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل ۴-کارشناس جهاد کشاورزی استان اردبیل

مقدمه

سیب‌زمینی به عنوان یک محصول زراعی اولیّن بار اوایل قرن هجده وارد ایران و در حال حاضر در اغلب نقاط کشور از جمله استان‌های اردبیل، آذربایجان‌شرقی و غربی، همدان، کرمانشاه، خراسان، اصفهان و تهران به عنوان یک محصول عمده زراعی محسوب می‌گردد. این محصول بعد از گندم و برنج به دلیل داشتن نشاسته و پروتیین های مختلف یکی ازمحصولات استراتژیک با ارزش غذایی بالا است و از غذاهای مهم و اصلی مردم ایران محسوب می شود.سطح زیرکشت این محصول در ایران تا نزدیک ۱۸۰ هزار هکتار در سال گزارش شده است. مصرف بی رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی و عدم استفاده ازکودهای آلی در مزارع سیب زمینی سبب ظهور ناهنجاریهای تغذیه ای و کاهش کمی و کیفیمحصول شده است و این موضوع علاوه بر ضرر و زیان اقتصادی برای کشاورزان، موجب به مخاطره افتادن سلامتی تغذیه انسانها می شود.با توجه به مصرف سرانه سیب زمینی که بعد از گندم و برنج در کشور قرار گرفته است.این محصول نیاز به بررسی جامع میزان آلودگی نیترات و شناخت منابع آلایندگی و ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش نسبی آلودگی دارد .

نیترات یکی از آلاینده‌های مهمی است که در محصول سیب زمینی عمدتاً در اثر مصرف نامتعادل کود و زیاده‌روی در مصرف کودهای نیتروژنی در اندام‌های گیاهی تجمع پیدا می‌کند. متاسفانه مصرف بیش از حد مجاز نیترات در سیستم گوارشی بدن انسان و دام تبدیل به نیتریت شده و نیتریت با برخی از اسیدهای آمینه ترکیب و تولید نیتروز آمین می‌نماید که این ماده سرطان‌زا می باشد. عوامل موثر در تجمع نیترات متفاوت اند ، عواملی همچون ارقام مختلف یک محصول ، مقدار و نوع منبع نیتروژن مصرفی ، شدت نور، مقدار آب، pH محیط، دوره نوری، حرارت محیط و زمان برداشت محصول می‌توانند باعث افزایش یا کاهش تجمع نیترات در گیاه شوند (رازقی‌فرد، ۱۳۷۲) برای مثال نور باعث تغییر نفوذپذیری غشا واکوئل نسبت به نیترات از طریق فیتوکروم می‌شود و کمبود نور تجمع نیترات را بالا می‌برد (رازقی‌فرد، ۱۳۷۲). ویا رقم دراگا در شرایط مساوی پتانسیل ذخیره نیترات بیشتری را نسبت به رقم دیامانت دارد (ملکوتی، ۱۳۷۵). همچنین زمان برداشت محصول نیز از عوامل مهم در تجمع نیترات است. اگر برداشت سیب‌زمینی در شدت نور مناسب و حوالی عصر صورت بگیرد بهتر است (رجب‌زاده، ۱۳۸۳).

کودهای نیتروژنی عمدتا به صورت ترکیبات آمونیاکی نظیر اوره $CO(NH_2)_2$مصرف می‌شوند ولی به دلیل اکسیداسیون سریع میکروبی نیترات حاصل می‌شود. با بکارگیری مقدار زیادی کود نیتروژنی در خاك، جذب نیترات افزایش یافته در حالیکه احیا و آسیمیلاسیون آن در داخل گیاه به همان نسبت بالا نمی‌رود. بدین ترتیب تجمع نیترات در بافت گیاه صورت می‌گیرد (Barker and et al,۱۹۷۱; ورازقی فرد، ۱۳۷۲). تجمع نیترات معمولاً اثر سمیت برروی بافتهای گیاهی ندارد اما برروی انسان و حیواناتی که از سبزیها و گیاهان حاوی مقادیر بالای نیترات تغذیه می‌کنند، اثرات سمی و مضری بر جای می‌گذارد. Neetesen,۱۹۸۷)andZwetsoot(با بررسی ۸۹ آزمایش طی سالهای ۱۹۷۲ تا ۱۹۸۶ در هلند گزارش نمودند که رابطه عملکرد محصول سیب زمینی با مقادیر مختلف مصرف نیتروژن به صورت نمایی است، با افزایش میزان مصرف نیتروژن تا حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد به شدت افزایش می‌یابد و با مصرف بیشتر نیتروژن عملکرد افزایش چندانی نخواهد داشت.

حدود مجاز نیترات در سیب‌زمینی بر حسب میزان مصرف در روز قابل تغییر می‌باشد. به عبارت دیگر مصرف سرانه سیب‌زمینی که در ایران روزانه ۱۰۰ گرم و در آلمان ۴۰۰ گرم می‌باشد، حد مجاز نیترات در سیب‌زمینی‌های تولیدی در آلمان بایستی به مراتب کمتر از سیب‌زمینی تولیدی در ایران باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳).(Lorenz, ۱۹۷۸.حد مجاز نیترات در غده سیب‌زمینی را کمتر از ۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه گزارش کرده است. ملکوتی و بای‌بوردی (۱۳۸۲)، این حد را ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تازه سیب‌زمینی گزارش کرده‌اند.

نیاز روزانه انسان به نیترات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بالغ بر ۵ میلی‌گرم می‌باشد. به عبارت دیگر فردی که ۷۰ کیلوگرم وزن دارد می‌تواند در روز تا حد ۳۵۰ میلی‌گرم نیترات از منابع غذایی و آب مصرف کند. چنانچه در مواد خوراکی مصرفی، مقدار نیترات از حد مجاز فراتر رود برای سلامتی انسان در طولانی مدت تهدیدآمیز خواهد بود. ضرورت کنترل نیترات در محصولات کشاورزی از جمله سیب‌زمینی از اقدامات مهم تامین غذایی سالم و کافی برای همه مردم است . لذا لازم است مواد غذایی تولیدی ، عاری از هر نوع آلاینده، از جمله نیترات باشد (رجب‌زاده، ۱۳۸۳).

بررسی میزان آلودگی به نیترات محصول سیب‌زمینی که روزانه در میادین میوه تره‌بار شهر تهران عرضه می‌شد، جمع آوری اطلاعاتی به منظور شناخت منابع و دلایل متغیر بودن میزان نیترات در محصولات سیب‌زمین و استنتاج و استخراج راهکارهایی برای کاهش نسبی تجمع نیترات در محصولات سیب‌زمینی ارائه شده در بازار از اهداف اجرای این طرح بود.

مواد و روش ها

نمونه برداری:

از آنجا که تعداد تقریبی نمونه ها بر اساس وسعت منطقه در نظر گرفته شده بود، حتی المقدور نمونه ها به نحوی انتخاب شدند که نماینده سیب زمینی کاری منطقه باشند. نمونه گیری بصورت مرکب (از هر مزرعه که از نظر خاک، رقم و مدیریت کشت یکسان بود. ۱۵ تا ۴۰ زیر نمونه حدود یک کیلو گرمی از کپه های سیب زمینی برداشت، و در نقطه ای از مزرعه با هم مخلوط شدند. پس از مخلوط کردن کامل نمونه ها نمونه مرکب اصلی حدود یک کیلوگرم که شاخص مزرعه بود از میان این مخلوط برداشت گردید) و از ارقام غالب منطقه وبا پراکنش مناسب که کل منطقه را پوشش می داد انجام گرفت . به منظور ایجاد یکنواختی در زمان نمونه برداری و خارج کردن اثر آن بر نیترات غده های سیب زمینی، نمونه برداری همزمان با برداشت انجام گرفت . نمونه ها در کیسه پلاستیکی و در یخچال نگهداری شده و در ظروف محتوی یخ به ستاد مؤسسه ارسال گردید

به منظور دستیابی به اهداف این تحقیق، نمونه برداری از محصول سیب زمینی از دو مبدأ زیر انجام گرفت:

نمونه برداری از سیب زمینی های مصرفی شهروندان در طول مدت یک سال، بطور هفتگی از میدان مرکزی میوه و تره بار شهر تهران که همراه با اطلاعات آنها از نظر مبدأ تولید، تازه یا انباری بودن و رقم .

نمونه برداری از سیب زمینی های تولیدی از مزارع تحت کشت سیب زمینی درحال برداشت همراه با اطلاعات شرایط کشت و مقادیر کودهای مصرفی طی پرسشنامه هائی از کشاورزان سیب زمینی کار.

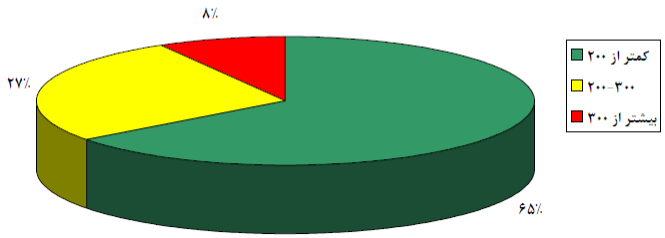
روش تجزیه :

مقادیر نیترات در غده های سیب زمینی با استفاده از روش اسید نیتریک تعیین شد (Cataldoand et al, ۱۹۷۵).

در این روش ابتدا سیب زمینی ها شسته شده، برش داده می شوند و بعد از خشک شدن در دمای ۷۰درجه سانتی گراد، پودر شده و از الک ۴۰ مش عبور داده می شوند. در زمان اندازه گیری نمونه ها مجددا در دمای ۷۰ درجه خشک می شوند. ۱/۰گرم از نمونه توزین و به ارلن مایر ۵۰ میلی لیتری منتقل می شود. سپس ۱۰ میلی لیتر آب مقطر عاری از یون به آن اضافه می شود. سوسپانسیون بدست آمده به مدت یک ساعت در آون در دمای ۴۵ درجه نگهداری شده، بعد از به هم زدن، به لوله های سانتریفیوژ منتقل و به مدت ۱۵ دقیقه در دور ۵۰۰۰ سانتریفیوژ می شود. ۲/۰ میلی لیتر از عصاره زلال بدست آمده را به ارلن مایر ۵۰ میلی لیتری منتقل و ۸/۰ میلی لیتر اسید سالیسیلیک ۵ درصد (W/V) در اسید سولفوریک غلیظ را به آن افزوده و تکان داده می شود. مخلوط حاصل ۲۰ دقیقه در دمای اتاق باقی مانده و سپس ۱۹ میلی لیتر سود ۲ نرمال، تا حصول ph=۱۲ در مخلوط به آرامی به آن افزوده می گردد. میزان جذب نمونه بعد از سرد شدن آن در طول موج ۴۱۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر قرائت می شود.

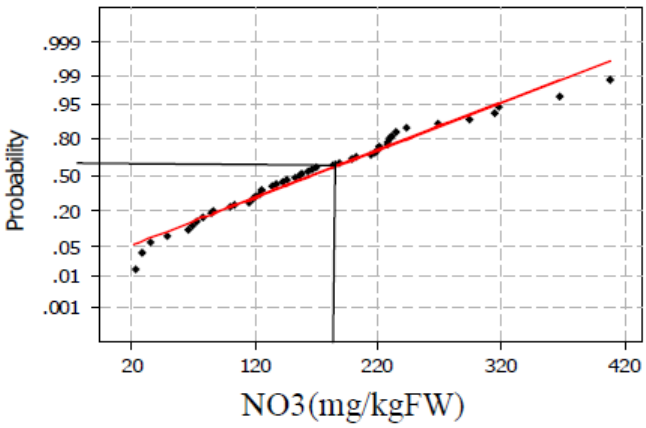
نتایج وبحث

به منظور وضعیت تجمع نیترات در محصول سیب زمینی تولیدی در اردبیل این طرح بعنوان بخشی از طرح ملی بررسی میزان باقیمانده نیترات در سیب زمینی مناطق عمده تولید کشور و میدان تره بار تهران در منطقه سیب زمینی کار ی دشت اردبیل اجر گردید در اجرای این طرح از ۴۸ مزرعه سیب زمینی که در حال برداشت بودند نمونه کاری برای تجزیه تهیه و به همراه فرم شماره یک تکمیل شده که شامل پرسشهای در خصوص اطلاعات مزرعه ای از قبیل تغذیه و آبیاری و... بود به آزمایشگاه موسسه تحقیقات خاک و آب ارسال گردید. نمونه برداری، نقل و انتقال، آماده سازی و اندازه گیری پارامتر های ذکر شده در سیب زمینی ها به روش های متداول در آزمایشگاه موسسه تحقیقات خاك و آب انجام . سپس نتایج مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان دادند که از ۴۸ نمونه تجزیه شده ۶۵% مقدار نتیرات کمتر از ۲۰۰ میلی گرم در کیلو گرم ، ۲۷% بین ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در کیلو گرم و فقط ۸% آن بیشتر از ۳۰۰ میلی گرم در کیلو گرم نیترات دارد



شکل ۱- توزیع وضعیت نیترت در ۴۸ نمونه برداشتی از مزارع سیب زمینی دشت اردبیل

همچنین منحنی بررسی وضعیت توزیع غلظت نیترات در نمونه های تهیه شده نشان داد که احتمال اینکه سیب زمینی برداشتی از مزرعه بیش از ۲۰۰ میلی گرم در کیلو گرم وزن تر نیترات داشته باشد ۴۰% است .



میانگین غلظت نیترات: ۶۱۵/۱۶۷ انحراف استاندارد: ۳۲۹/۸۷
حداقل غلظت: ۷/۲۱ حداکثر غلظت: ۹/۴۰۸
شکل ۲ - منحنی بررسی وضعیت توزیع غلظت نیترات در نمونه های سیب زمینی اردبیل

منابع

۱- رازقی فرد، م. ۱۳۷۲. تجمع نیترات در سبزي‌ها و رابطه آن با کیفیت آن. مجله کشاورزی و دام، شماره ۱۱. صفحات ۲۸ و ۲۹، تهران، ایران

۲- رجب‌زاده، ف. ۱۳۸۳. بررسی تجمع نیترات در تعدادی از سبزي‌های خوراکی، سیب‌زمینی و پیاز در میادین تره بار تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

۳- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

۴- ملکوتی، م. ج. و ا. بای‌بوردی. ۱۳۸۲. روشهای افزایش عملکرد، بهبود کیفیت و کاهش غلظت نیترات و کادمیم در غده‌های سیب‌زمینی و پیاز «هشدارهای بهداشتی». نشریه فنی شماره ۲۴۲. نشر آموزش کشاورزی معاون تات، وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.

۵- ملکوتی، م.ج.، س.ج. طباطبایی،و ا. بای‌بوردی. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود روش موثر در افزایش عملکرد و کاهش غلظت نیترات در غده‌های سیب‌زمینی. مصرف بهینه کود راهی برای پایداری در تولیدات کشاورزی.

۶- Barker, A. V. et al. ۱۹۷۱. Nitrate accumulation in vegetables: Spinach grown in upland soils. Agron. J. ۶۳: ۱۲۶-۱۲۹.
۷- Cataldo, D. A., M. Haroon, L. E. Schrader and V. L. Youngs. ۱۹۷۵.Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissues by nitration ofsalicylic acid. Commun. Soil Sci. and Plant Anal. ۶(۱): ۷۱-۸۰.
۹- Neeteson, J. J. and Zwetsoot, J. C. ۱۹۸۷. Analysis of the vesponse of sugar beet and potatoes to fertilizer nitrogen and soil mineral nitrogen nitherlands J. of Agri. Sci. ۳۷: ۲۲۷-۲۶.

محاسبه خطای ناشی از کاربرد داده‌های نامطمئن و استفاده از آن در افزایش دقت تخمین مکانی

نیکو حمزه پور [۱]، مصطفی کریمیان اقبال [۲] و نورایر تومانیان [۳]
۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه مراغه، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه تربیت مدرس ۳-استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان

چکیده
شوری خاک و نقشه‌برداری آن از اهمیت بسیاری در مناطقی که بوجه برای پایش سالیانه شوری خاک اندک است، برخوردار است. هدف از انجام این تحقیق مقایسهخطاهای محاسبه شده از معادلات کالیبراسیون در دورهای مختلف نمونه‌برداری و استفاده از آن در تخمین شوری خاک با استفاده از داده‌های نامطمئن بود. برای انجام این تحقیق نمونه‌برداری بر روی شبکه ۵۰۰ متر از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری خاک، در سه بازه زمانی در طول یک سال صورت گرفت. از تفاضل بین داده‌های مطمئن و نامطمئن، هیستوگرام باقی مانده‌ها محاسبه و از تابع تراکم احتمالی برازش شده در تخمین شوری در دور سوم استفاده گردید. نتایج نشان داد تفاوت معناداری بین خطای محاسبه شده برای سری اول و دوم و نیز میانگین آنها در تخمین شوری خاک وجود ندارد. عدم نیاز به کالیبراسیون دائمی اندازه‌گیری‌های صحرایی به کاهش هزینه‌های پایش دائمی مناطق شوری مثل حاشیه دریاچه ارومیه که نیاز به توجه کافی دارند، کمک خواهد کرد.

واژه های کلیدی: هیستوگرام باقی مانده‌ها، خطای تخمین، تابع احتمال تراکم

مقدمه
روند شور شدن اراضی کشاورزی اطراف دریاچه ارومیه در سالیان اخیر به دلیل خشک شدن دریاچه و باقی ماندن اراضی شور مستعد فرسایش بادی در اطراف آن، سرعت گرفته است. مقابله با شوری و به دنبال آن بیابانی شدن اراضی کشاورزی نیاز به توجه جدی دارد و اقدامات صحیح برای جلوگیری از پیش روی اراضی شور به سمت اراضی کشاوزی از اولویت های مدیریتی در این منطقه می‌باشد. با این وجود، هزینه بالای نمونه‌برداری از زمین‌های شور و مستعد شور شدن محدودیت‌هایی را در پایش مستمر این مناطق به وجود آورده است.

تلاش‌های بسیاری در خصوص استفاده از داده‌های ارزان و در عین حال سهل الوصول شوری خاک همانند تصاویر ماهواره‌ای در تخمین شوری خاک صورت گرفته است (Khan et al., ۲۰۰۱; Metternicht and Zink, ۲۰۰۳; Wang and Xu, ۲۰۰۸). اما استفاده از داده‌های سنجش از راه دور در تخمین شوری مشکلاتی دارد از جمله در سطوح بالای شوری خاک (Douaoui et al., ۲۰۰۶) و یا در مقادیر پایین شوری و در مناطقی که سطح زمین دارای پوشش گیاهی است، تخمین دقیق شوری خاک عملا غیر ممکن است.

هدایت الکتریکی ظاهری خاک (EC_a) که نشان دهنده وضعیت شوری خاک می‌باشد به طور گسترده در تخمین و نقشه برداری شوری خاک استفاده شده است (Johnson et al., ۲۰۰۱; Corwin and Lesch, ۲۰۰۵a,b; Douaik et al., ۲۰۰۵; Li et al., ۲۰۰۷). یکی از نواقص استفاده از EC_a، وجود خطا در اندازه‌گیری‌های صحرایی شوری خاک و عدم وارد کردن این خطا درتخمین مکانی است که در نهایت می‌تواند منجر به افزایش خطای تخمین گردد. Hamzehpour et al (۲۰۱۳) از روش کریجینگ با اندازه‌گیری خطا[۷۷] (KME[۷۸]) برای تخمین شوری خاک در دشت ارومیه در حاشیه غربی دریاچه ارومیه استفاده کردند. آنها با استفاده از معادلات کالیبراسیون داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی، توابع احتمال تراکمی را به منظور محاسبه خطای ناشی از استفاده از داده‌های نامطمین تعریف نمودند.

هدف از انجام این تحقیق بررسی میزان دقت استفاده از خطای محاسبه شده از معادلات کالیبراسیون در تخمین شوری خاک با استفاده از داده‌های نامطمئن است.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه، حدود ۵۰۰۰ هکتار از اراضی واقع در جنوب دشت ارومیه، حاشیه غربی دریاچه ارومیه را دربر می‌گیرد. مختصات جغرافیائی آن بین ۴۵ درجه و ۵ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی است.

برای انجام این تحقیق، نمونه‌برداری بر روی شبکه‌ای با نقاط به فاصله ۵۰۰ متر صورت گرفت و منطقه مطالعاتی به حدود ۲۰۰ نقطه تقسیم شد. در صورت مشاهده تغییرات شدید، نمونه‌برداری با فواصل کوتاه‌تر از ۵۰۰ متر نیز صورت گرفت. نمونه‌ها از عمق ۰-۲۰ سانتی متری، یک بار پس از اتمام فصل خشک (مهرماه ۸۸) و بار دیگر پس از پایان فصل مرطوب (خرداد ماه ۸۹) برای درک

[۷۷]-Kriging with measurement error
[۷۸]- Kriging with measurements error

بهتر تغییرات فصلی شوری خاک، و یکبار دیگر در پائیز ۸۹ به منظور بررسی تغییرات سالیانه جمع آوری شدند.در زمان نمونه‌برداری، شوری نمونه‌ها با هدایت‌سنج صحرائی مدل Cone۲۰۰ تعیین شدند (Hamzehpour et al., ۲۰۱۳). اندازه‌گیری‌های صحرایی به عنوان داده نامطمئن در نظر گرفته شدند. پس از اتمام نمونه‌برداری، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و شوری خاک نمونه‌ها در عصاره ۵/۲: ۱ خاک به آب با روش معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری آزمایشگاهی (داده های مطمئن) تنها برای دور اول و دوم صورت گرفت و در دور سوم، داده مطمئن در دست نبود.

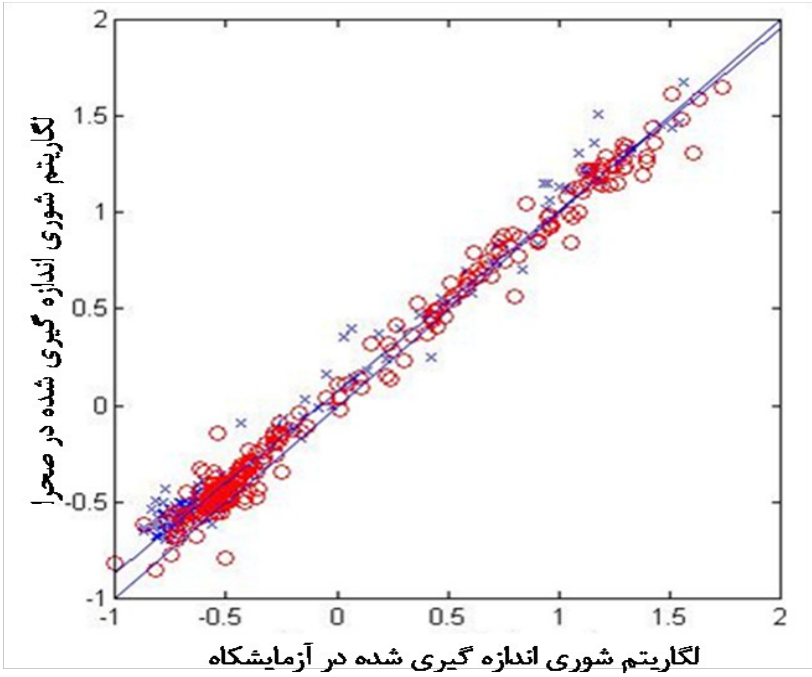
در مرحله بعدی داده‌های مربوط به اندازه‌گیری‌های صحرائی با داده‌های آزمایشگاهی کالیبره و بعد از تبدیلاندازه‌گیری‌های صحرایی به آزمایشگاهی توسط معادلات رگرسیونی، مقادیر حاصل بدلیل اینکه تنها تخمین‌هائی از یک مدل احتمالی هستند و با مقداری عدم قطعیت همراه می‌باشند، از مقادیر واقعی کسر و هیستوگرام باقی‌مانده‌ها ترسیم و از روی آن، توابع احتمال تراکم تعریف شدند. این عمل برای هر دو دور نمونه برداری انجام سپس به طور جداگانه از خطای محاسبه شده برای دور اول و دوم و نیز میانگین دو دور در تخمین شوری خاک با استفاده از داده‌های نامطمئن در دور سوم نمونه‌برداریاستفاده گردید و نتایج با یکدیگر مقایسه شدند. شایان ذکر است دو سوم داده‌ها برای محاسبه خطا و یک سوم باقی مانده برای اعتبارسنجی مدل استفاده شدند. تمام مراحل این تحقیق در نرم افزار (BMElib) انجام شده است. این نرم افزار بر اساس زبان برنامه‌نویسی MATLAB نوشته شده است.

نتایج و بحث

خلاصه آماری اندازه‌گیری‌های شوری خاک در سه دور نمونه‌برداری در جدول ۱ آورده شده است. به منظور تعیین قابلیت استفاده از داده‌های صحرائی، اطلاعات به دست آمده از مطالعات صحرائی و آزمایشگاهی با مدل‌های مختلف باهم مقایسه شدند (شکل ۱). نتایج نشان داد که رابطه معنی‌داری بین اندازه‌گیری‌های صحرائی و آزمایشگاهی وجود دارد و در بین مدل‌های مورد مقایسه، مدل خطی توانست با کمترین میانگین خطای مطلق (۳۸/۰) و کمترین میانگین خطای اریب (۷۲/۰-) به عنوان بهترین مدل برازش انتخاب شود.

.جدول ۱- خلاصه آماری اندازه‌گیری‌های صحرایی شوری خاک در نمونه‌های خاک سطحی

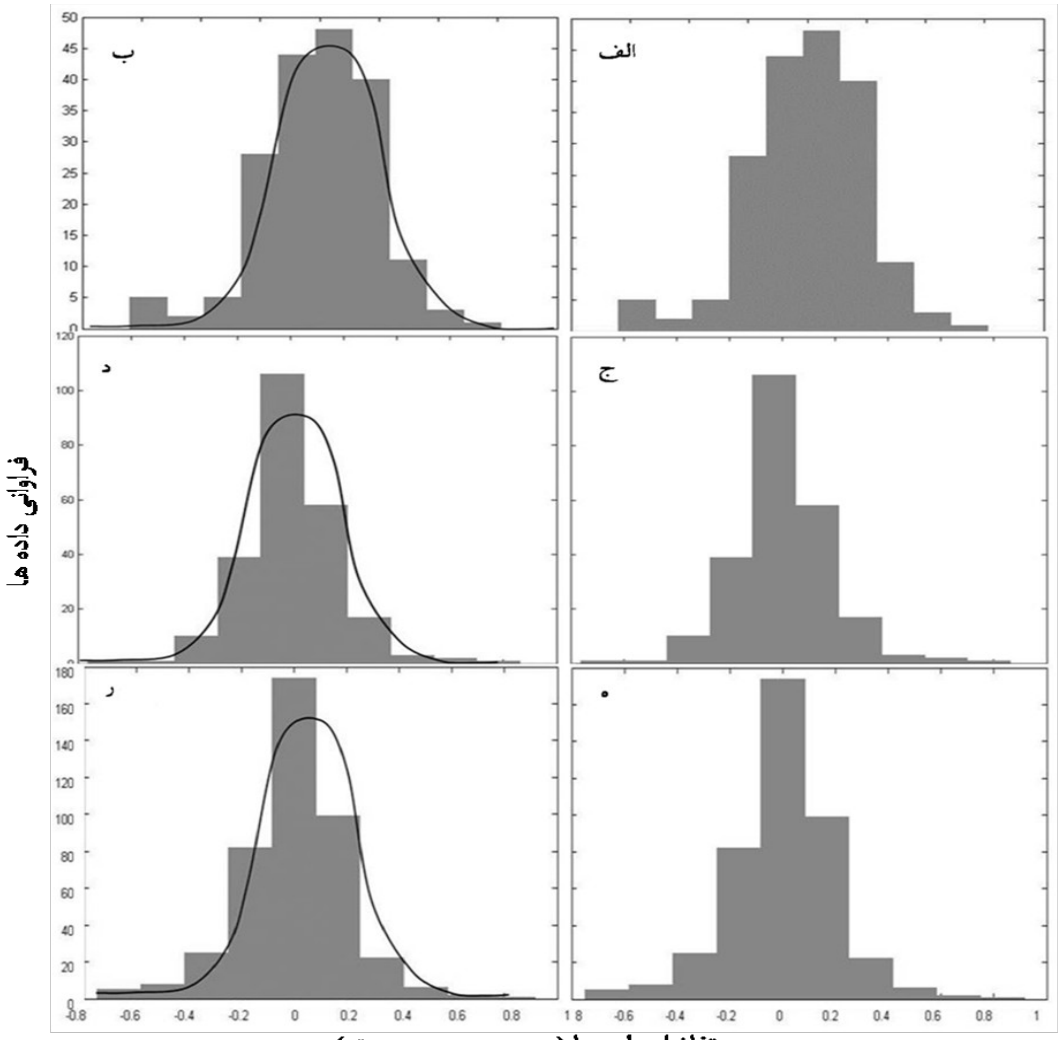
	$EC_{2.5}$ (dS/m)	تعداد	میانگین	انحراف معیار	واریانس	حداقل	حداکثر	چولگی	kurtosis
خاک سطح الارض (۰-۲۰ سانتی متری)									
۱۳۸۸	پائیز	۸۶	۸/۳	۴/۶	۸/۴۴	۳/۰	/۳۶	۸/۰	۵/۰
۱۳۸۹	بهار	۳۶	۶/۴	۷/۸	۱/۷۱	/۰	/۵۵	۶/۰	۲/۰
۱۳۸۹	پائیز	۴۸	۹/۵	۲/۵	۵/۲۹	۲/۰	/۲۵	/۰	۴/۰



شکل ۱- همبستگی بین شوری خاک اندازه‌گیری شده در صحرا با آزمایشگاه در خاک سطحی (۰-۲۰ سانتی‌متری). دایره‌های قرمز مربوط به بهار ۸۹ و نقاط آبی رنگ مربوط به پاییز ۸۸ است

هیستوگرام مربوط به تفاضل بین اندازه‌گیری‌های صحرائی و آزمایشگاهی سری اول داده‌ها در شکل (۲)، قسمت الف آورده شده است. همانطور که از این شکل مشهود است، باقی مانده[۷۹]های اندازه‌گیری شده، از توزیعی نسبتا نرمال برخوردار بودند و این نشان داد که اختلاف بین اندازه‌گیری‌های صحرائی و آزمایشگاهی ناشی از خطا می‌باشد (خطا در ابزار اندازه‌گیری یا روش اندازه‌گیری) و روندی در بین آنها دیده نمی‌شود. بنابراین واریانس باقی مانده‌ها به عنوان خطای اندازه‌گیری در نظر گرفته شد.

۷۹- Residuals



شکل ۲ - هیستوگرام تفاضل داده‌های صحرائی و آزمایشگاهی و تابع تراکم نهایی برازش شده بر روی آنها. سری اول داده‌ها (الف و ب)، سری دوم داده‌ها (ج و د) ، مجموع داده‌های سری اول و دوم (اشکال ه، و، ر)

در شکل (۲، قسمت ب)، تابع تراکم احتمالی(pdf) برازش شده بر روی باقی‌مانده‌های سری اول داده‌ها نشان داده شده است. این pdf از توزیع گوسین برخوردار است و توزیع یکسان خطا را در بین داده‌های نامطمئن نشان می‌دهد. این تابع در هر نقطه‌ای که داده‌ای نامطمئن در تخمین نقاط اطراف دخالت داشت، تعریف شد. مشابه آنچه برای سری اول داده‌ها ذکر شد، برای سری دوم داده‌ها و نیز برای کل داده‌های موجود در طول یکسال (مجموع داده‌های سری اول و دوم) صورت گرفت که نتایج آن در شکل (۲) قسمت‌های "ج" تا "ر"، ارائه شده است.

با توجه به نتایج قابل قبول به دست آمده، برای تخمین شوری خاک با استفاده از سری سوم داده‌ها، که تنها شامل داده‌های نامطمئن بودند، یکبار از خطای سری اول داده‌ها (پائیز ۸۸)، بار دیگر از خطای سری دوم داده‌ها (بهار ۸۹) و در نهایت از خطای مجموع داده‌های دو فصل (بهار و پائیز)، استفاده شد و نتایج با هم مقایسه شدند که خلاصه آن در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲- روش‌های کمی مقایسه خطای مختلف مورد استفاده در تخمین شوری خاک در پائیز ۸۹ (سری سوم داده ها)

مقایسه	روش	خطای پائیز ۸۸	خطای بهار ۸۹	میانگین خطای دو فصل
	R^2	۹۲/۰	۹۲/۰	۹۲/۰
	ME	۴۱/۰	۴۱/۰	۴۱/۰

MSE	۷۹/۰	۷۹/۰	۷۹/۰

با توجه به نتایج به دست آمده، عملا هیچ تفاوتی بین خطاهای مورد استفاده در تخمین شوری خاک طی پائیز ۸۹ وجود نداشت، این نتایج نشان داد که محاسبه خطای ناشی از استفاده از داده های نامطمئن حداقل در یک سال نمونه برداری مکرر کافی است و نیازی به اندازه گیری های آزمایشگاهی برای تعیین خطای نمونه برداری در یک منطقه مطالعاتی نمی باشد. این نتایج در مناطقی مثل مناطق اطراف دریاچه ارومیه که نیاز به پایش دائمی مرزهای گسترش شوری خاک دارد، در کاهش هزینه های مربوط به اندازه گیری های دقیق کمک شایانی می نماید.

منابع

Corwin, D.L., and Lesch, S.M. ۲۰۰۵a. Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity, part I. Survey Protocols. *Comput. Electron. Agr.*, ۴۶:۱۰۳-۱۳۳.

Corwin, D.L., and Lesch, S.M. ۲۰۰۵b. Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity, part II. Case study. *Comput. Electron. Agr.*, ۴۶:۱۳۵-۱۵۶.

Douaik, A., Van Meirvenne, M., and Toth, T. ۲۰۰۵. Soil salinity mapping using spation-temporal kriging and Bayesian maximum entropy with interval soft data. *Geoderma*, ۱۲۸:۲۳۴-۲۴۸.

Douaoui, A.E.K., Nicolas, H., and Walter, Ch. ۲۰۰۶. Detecting salinity hazards within a semiarid context by means of combining soil and remote-sensing data. *Geoderma*, ۱۳۴:۲۱۷-۲۳۰.

Hamzehpour, N., Eghbal, M.K., Bogaert, B., Toomanian, N.and Oskoui, R.S. ۲۰۱۳. Spatial prediction of soil salinity using kriging with measurement errors and probabilistic soft data. Arid Land Research and Management, ۲۷:۲, ۱۲۸-۱۳۹.

Johnson, C.K., Doran, J.W., Duke, H.R., Weinhold, B.J., Eskridge, K.M., Shanahan, J.F. ۲۰۰۱. Field-scale electrical conductivity mapping for delineating soil condition. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, ۶۵: ۱۸۲۹-۱۸۳۷.

Khan, N.M., Rastoskuev, V.V., Shalina, E., Sato, Y. ۲۰۰۱. Mapping salt-affected soil using remote sensing indicators. A simple approach with the use of Gis Idrissi. ۲۲nd Asian Conference on Remote Sensing, ۵-۹ November ۲۰۰۱, Singapore.

Metternicht, G.I., Zinck, J.A., ۲۰۰۳. Remote sensing of soil salinity:potentials and constraints. *Remote Sens. Environ.*, ۵۸۱۲: ۱-۲۰.

Wang, F., Xu, Y.J. ۲۰۰۸. Development and application of a remote sensing-based salinity prediction model for a large estuarine lake in the US Gulf of Mexico coast. *J. Hydr.*, ۳۶۰ (۱-۴): ۱۸۴-۱۹۴.

Abstract

Soil salinity and its mapping is of great importance in arid and semiarid regions, especially where budget for yearly monitoring of soil salinity changes is low. The aim of the present paper was to compare measured error resulted from calibration equations in different sampling campaigns and their use in soil salinity prediction using soft data. Soil samples were taken from ۰-۲۰ cm on a grid of ۵۰۰ meters. Histograms of residuals were calculated by observed lab data minus estimated ones then probability density function were calculated and used in soil salinity prediction using third dataset. Results showed that there was no significant difference among measured error for first, second datasets and their mean. The reduced need for constant calibration of field measured data will decrease the soil salinity monitoring prices in saline areas like Uromia Lake margins, where there is a great need for careful monitoring.

گیاه‌پالایی ذرت و فاکتور زیستی غلظت کادمیم تحت تأثیر کاربرد بقایای گندم یا یونجه

شهرزاد کرمی [۱] و عبدالمجید رونقی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲-استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
جذب سطحی کادمیم بوسیله مواد آلی به شدت از تحرک آن می‌کاهد. بمنظور بررسی اثر افزودن بقایای گندم یا یونجه بر توان گیاه پالایی ذرت و فاکتور زیستی غلظت کادمیم آزمایشی گلخانه‌ای بصورت فاکتوریل ۳×۳×۲ شامل ۲ نوع بقایا (گندم و یونجه)، در ۳ سطح (صفر، ۱، و ۲ درصد وزنی) و سه سطح کادمیم (۵، ۱۵، و ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و در سه تکرار انجام شد. افزودن بقایای گندم یا یونجه سبب افزایش فاکتور زیستی غلظت کادمیم و افزایش غلظت آن در اندام هوایی ذرت شد. غلظت کادمیم اندام هوایی ذرت و فاکتور زیستی کادمیم در خاک تیمار شده با بقایای گندم نسبت به کاربرد بقایای یونجه بیشتر بود اما اثر کاربرد بقایای گندم یا یونجه بر میزان جذب کادمیم بوسیله ذرت مشابه بود. با افزودن بقایای گندم یا یونجه در سطوح پایین کادمیم، کارایی گیاه پالایی ذرت در مقایسه با سطوح بالاتر کادمیم کاربردی بیشتر بود.

واژه های کلیدی: آلودگی کادمیم، بقایای آلی، فاکتور زیستی غلظت (BCF)، فلزات سنگین

مقدمه
مصرف نا متعادل کودهای شیمیایی موجب کاهش راندمان کودها گردیده و موجبات آلودگی محیط زیست را فراهم می‌نماید (ملکوتی و سماوات، ۱۳۸۳). استفاده از لجن فاضلاب و سایر ضایعات شهری و صنعتی می‌تواند سبب افزایش غلظت عناصر کمیاب و فلزات سنگین منجمله کادمیم در خاک شود. مصرف بیش از حد این مواد در خاک منجر به مسمومیت برخی از گیاهان، حیوانات و انسان‌هایی که از آن‌ها استفاده می‌کنند، می‌شود (رجایی، ۱۳۷۷). مکانیسم اصلی پیوند کادمیم، به علت دو ظرفیتی بودن آن، جذب سطحی الکترواستاتیکی بر روی سطوح جذبی است (کریمیان، ۱۳۷۱) و جذب سطحی بوسیله ماده آلی به شدت از تحرک آن می‌کاهد. هر چند ماده‌آلی اثر دوگانه ای دارد بدین معنی که از سوئی می‌تواند با کمپلکس کردن عناصر سبب نگهداری و کاهش فراهمی آن‌ها در خاک شود و از سوی دیگر بر اثر تجزیه و تولید مواد اسیدی سبب افزایش غلظت عناصر در محلول خاک شود. از طرفی افزودنی‌های آلی به علت اثری که بر بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند، یکی از روشهای مهم افزایش باروری خاک شناخته شده اند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). استخراج و تثبیت گیاهی فلزات به دلیل هزینه کم و کارایی بالا بسیار مورد توجه قرار گرفته است اما مشکل بزرگی که در پالایش گیاهی وجود دارد، سرعت کم پالایش فلز است (خورانا و کانسال، ۲۰۱۴). روش‌هایی برای افزایش کارایی گیاه‌پالایی پیشنهاد شده است که یکی از آن روش ها افزودن بقایای آلی به خاک است. فاکتور زیستی غلظت که جذب آلودگی‌ها، تحرک و ذخیره آن‌ها در اندام هوایی گیاه را مشخص می‌کند معیاری برای تعیین کارایی گیاهان برای گیاه پالایی است (مارچایل و همکاران، ۲۰۰۴). مقدار فاکتور زیستی غلظت بزرگتر از ۱ نشان می‌دهد که گیاه توانایی خوبی برای جذب آلودگی خاک یا از بستر آلوده و تجمع آن در اندام هوایی خود دارد. فاکتور زیستی غلظت کادمیم از طریق معادله ۱ محاسبه می‌گردد.

$$\text{فاکتور زیستی غلظت کادمیم} = \frac{\text{غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه}}{\text{غلظت کادمیم در خاک}} \qquad (۱)$$

مواد و روش‌ها
آزمایش در سال ۱۳۹۲ و در گلخانه تحقیقاتی بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (منطقه باجگاه با طول جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی، عرض جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی، و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا) بصورت فاکتوریل ۳×۳×۲ در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. فاکتورها شامل ۲ نوع بقایای آلی (گندم و یونجه)، در ۳ سطح (صفر، ۱، و ۲ درصد وزنی) و سه سطح کادمیم (۵، ۱۵، و ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و در سه تکرار بود. تیمار کادمیم از منبع سولفاتی و تیمارهای بقایای آلی (بقایای گندم و یونجه) در سه سطح (۰، ۱، و ۲ درصد وزنی ماده آلی) بطور یکنواخت به خاک افزوده شد

(برخی ویژگی‌های اندازه گیری شده بقایای گندم و یونجه در جدول ۱ آورده شده است) و پس از کاهش رطوبت، خاک به گلدان‌ها (۳ کیلوگرمی) منتقل شد. با توجه به آزمون خاک عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، روی، آهن، مس، و منگنز به صورت محلول به خاک گلدان‌ها افزوده شد. میزان رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی (۱۸ درصد وزنی) با وزن کردن روزانه گلدان‌ها و افزودن آب به مقدار لازم انجام شد. سپس در هرگلدان ۶ عدد بذر ذرت (رقم HIDO) کاشته و پس از دو هفته تعداد گیاهان به سه عدد در هر گلدان تقلیل داده شد. پس از ۸ هفته گیاهان از انتهای ساقه کمی بالاتر از سطح خاک جدا شده و پس از شستشو با آب مقطر، در پاکت‌های کاغذی قرار داده و در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک و وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر در اندام هوایی، از روش خشک سوزانی استفاده شد و غلظت کادمیم در گیاه و خاک پس از برداشت گیاه (عصاره گیر DTPA) بوسیله دستگاه جذب اتمی (شیماتزو مدل ۶۷۰-AA) اندازه گیری شد.

جدول ۱- برخی از ویژگی های بقایای گندم و یونجه

بقایا	N	C	C/N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
	(درصد)			(میلی گرم در کیلوگرم بقایا)					
یونجه	۲/۱	۱۵	۹/۱۲	۵۰۰	۵۰۰	۱۱۴	۱۶	۱۳	۳/۱
گندم	۸/۰	۶۲	۵/۷۷	۶۶۲	۲۷۰۰	۴۲	۱۵	۱۰	۵/۰

نتایج و بحث

مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی ذرت در خاک تیمار شده با بقایای گندم یا یونجه نشان می‌دهد که میانگین وزن خشک اندام هوایی ذرت با افزایش سطوح کادمیم کاربردی کاهش یافت هر چند از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۲) که این را می‌توان به عنوان یک مزیت برای ذرت در گیاه پالایی در نظر گرفت. ژانگ و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که ذرت می‌تواند حدود ۷/۰ درصد از کادمیم خاک را جذب کند. عزیزیان و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند که ذرت به دلیل داشتن زیتوده بالا می‌تواند در گیاه‌پالایی کادمیم مؤثر باشد. بطور کلی میانگین وزن خشک ذرت در خاک تیمار شده با بقایای یونجه بطور معنی‌داری (۳/۱۰ درصد) نسبت به بقایای گندم بیشتر بوده است (جدول ۲).

جدول ۲- اثر نوع و سطوح بقایای آلی، و سطوح کادمیم بر برخی ویژگی های اندازه گیری شده

بقایای آلی	سطوح کادمیم ($mg.kg^{-1}$) ۵ (شاهد)	۱۵	۲۵	سطوح بقایای آلی (درصد وزنی) بدون بقایا (شاهد)	۱	۲	میانگین اثر بقایا
				وزن خشک اندام هوایی ذرت ($gr\ pot^{-1}$)			
گندم	۱/۱۳ BC	۶/۱۲ C	۱/۱۲ C	۷/۱۳ A	۸/۱۳ A	۳/۱۰ B	۶/۱۲ B
یونجه	۴/۱۴ A	۸/۱۳ AB	۷/۱۳ AB	۷/۱۳ A	۹/۱۳ A	۳/۱۴ A	۹/۱۳ A
				غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت ($\mu gr\ gr^{-1}$)			
گندم	۴۸/۲ D	۹۳/۴ C	۵۷/۷ A	۶۳/۳ D	۳۸/۵ AB	۹۶/۵ A	۹۹/۴ A
یونجه	۵۷/۲ D	۸۲/۴ C	۹۵/۵ B	۶۳/۳ D	۱۵/۵ BC	۵۵/۴ C	۴۴/۴ B
				جذب کادمیم بوسیله اندام هوایی ذرت ($\mu gr\ pot^{-1}$)			
گندم	۴/۳۱ C	۲/۶۱ B	۲/۹۰ A	۸/۴۸ C	۸/۷۳ A	۲/۶۰ B	۰/۶۱ A
یونجه	۹/۳۶ C	۳/۶۶ B	۷/۸۱ A	۸/۴۸ C	۸/۷۱ A	۳/۶۴ AB	۶/۶۱ A
				غلظت کادمیم در خاک پس از برداشت ذرت ($\mu gr\ gr^{-1}$)			
گندم	۷۳/۱ C	۸۸/۵ B	۱۶/۹ A	۲۰/۵ A	۶۷/۵ A	۹۱/۵ A	۵۹/۵ A
یونجه	۸۶/۱ C	۸۶/۵ B	۵۹/۸ A	۲۰/۵ A	۱۵/۵ A	۹۵/۵ A	۴۳/۵ A
				فاکتور زیستی غلظت (BCF) کادمیم			
گندم	۴۸/۱ A	۸۴/۰ B	۸۳/۰ B	۷۴/۰ C	۱۴/۱ A	۲۶/۱ A	۰۴/۱ A
یونجه	۴۳/۱ A	۸۲/۰ B	۷۰/۰ B	۷۴/۰ C	۲۹/۱ A	۹۳/۰ B	۹۹/۰ A

افزایش سطوح کادمیم کاربردی، سبب افزایش غلظت کادمیم در خاک و در اندام هوایی ذرت شد، اما فاکتور زیستی غلظت کادمیم را کاهش داد. بطورکلی اثر کاربرد بقایای گندم یا یونجه بر میزان جذب کادمیم بوسیله ذرت مشابه بود.

افزایش سطوح بقایای گندم، سبب افزایش غلظت کادمیم اندام هوایی ذرت و فاکتور زیستی غلظت کادمیم شد. افزایش سطوح بقایای یونجه نیز سبب افزایش غلظت و جذب کادمیم اندام هوایی ذرت شد. با توجه به افزایش غلظت و جذب کادمیم به‌وسیله اندام هوایی ذرت در خاک های تیمار شده با سطوح مختلف بقایای گندم یا یونجه نسبت به سطح شاهد (بدون بقایای گندم یا یونجه)، می‌توان نتیجه گرفت که افزودن بقایا سبب افزایش فراهمی کادمیم در خاک و افزایش قابلیت دسترسی آن برای گیاه شده و در نتیجه سبب افزایش کارایی گیاه پالایی ذرت و فاکتور زیستی کادمیم شده است (جدول ۲). چرم و علیزاده (۱۳۸۸) اثر کمپوست و بقایای نیشکر و EDTA را در کشت کلزا جهت پالایش خاک‌های آلوده به کادمیم، سرب و نیکل بررسی کردند. آنان نشان دادند که کاربرد کمپوست و EDTA به طور معنی‌داری سبب افزایش غلظت کادمیم شد. آنان همچنین گزارش کردند که تیمارهای کمپوست دارای شاخص جذب بالاتری بودند که دلیل آن را بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک دانستند. ملک زاده و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که با افزایش سطح کادمیم، غلظت کادمیم قابل جذب خاک، غلظت و مقدار جذب کادمیم اندام هوایی به طور معنی‌داری افزایش یافت.

با افزودن بقایای گندم یا یونجه در سطوح پایین کادمیم، کارایی گیاه پالایی ذرت بیشتر بود هر چند در مقادیر بالاتر کادمیم کاربردی، توانایی گیاه پالایی ذرت کمتر بود. با افزایش سطوح بقایای گندم یا یونجه نسبت به سطح بدون کاربرد بقایا (سطح شاهد) مقدار فاکتور زیستی غلظت کادمیم نیز به مقادیر بالای ۱ افزایش یافت که نشان می دهد کاربرد مقادیر بیشتر بقایا می‌تواند کارایی گیاه پالایی را افزایش دهد اما این روند افزایشی تا حد مشخصی ادامه دارد و بطور مثال فاکتور زیستی غلظت کادمیم در خاک تیمار شده با ۲ درصد وزنی بقایای یونجه نسبت به کاربرد یک درصد وزنی بقایای یونجه کاهش یافته است. کاربرد بقایای گندم سبب افزایش غلظت کادمیم و فاکتور زیستی کادمیم اندام هوایی ذرت نسبت به کاربرد بقایای یونجه شد (جدول ۲). با توجه به نتایج حاصل از پژوهش عزیزیان و همکاران (۲۰۱۱) کادمیم اثر منفی بر رشد ذرت داشت و مقدار فاکتور زیستی غلظت ذرت در مقادیر بالای کادمیم کمتر از واحد بود و پتانسیل گیاه پالایی آن برای پالایش کادمیم کم تر بود.

داده های جدول ۳ نشان می‌دهد که سطوح کادمیم کاربردی همبستگی مثبت و معناداری در سطح یک درصد با غلظت و جذب کادمیم توسط اندام هوایی گیاه و غلظت کادمیم در خاک داشت اما همبستگی معکوس و معناداری با فاکتور زیستی غلظت نشان داد. سطوح بقایای گندم یا یونجه همبستگی مثبت و معناداری را در سطح ۵ درصد آزمون دانکن، با غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه و فاکتور زیستی غلظت نشان دادند. غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه همبستگی مثبت و معناداری با جذب کادمیم توسط اندام هوایی گیاه و غلظت کادمیم در خاک از خود نشان داد که هر دو در سطح یک درصد معنادار بود. همچنین غلظت کادمیم در خاک و جذب کادمیم توسط گیاه نیز همبستگی مثبت و معناداری در سطح یک درصد نشان دادند. فاکتور زیستی غلظت همبستگی معکوس و معناداری با غلظت و جذب کادمیم توسط گیاه و غلظت آن در خاک نشان داد.

جدول ۳- ضرائب همبستگی بین سطوح بقایای افزوده شده و کادمیم و ویژگی‌های مختلف اندازه‌گیری شده

ویژگی اندازه‌گیری شده	غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه	جذب کادمیم توسط اندام هوایی گیاه	غلظت کادمیم در خاک	فاکتور زیستی غلظت	سطوح بقایا	سطوح کادمیم
وزن خشک اندام هوایی گیاه	۳۹۷/۰-**	۰۸۹/۰-ns	۲۴۴/۰-ns	۱۱۱/۰-ns	۳۵۲/۰-**	۲۱۱/۰-ns
غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه		۹۳۶/۰**	۸۵۰/۰**	۲۸۵/۰-*	۳۱۲/۰*	۸۱۵/۰**
جذب کادمیم توسط اندام هوایی گیاه			۸۴۰/۰**	۳۳۶/۰-*	۲۱۳/۰ ns	۸۲۲/۰**
غلظت کادمیم در خاک				۶۵۴/۰-**	۰۹۸/۰ ns	۹۴۹/۰**
فاکتور زیستی غلظت					۳۱۸/۰*	۶۲۶/۰-**

* و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است و ns به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد

نتایج تجزیه واریانس اثر نوع و سطوح بقایای آلی، و سطوح کادمیم بر ویژگی های مختلف اندازه گیری شده در جدول ۴ نشان داده شده است. اثرات اصلی سطوح بقایای گندم یا یونجه بر تمامی ویژگی‌های اندازه گیری شده بجز غلظت کادمیم در خاک پس از برداشت ذرت معنادار بود. نوع بقایا تنها بر میزان وزن خشک اندام هوایی ذرت تأثیر معنادار داشت. اثرات اصلی سطوح کادمیم کاربردی نیز بر تمامی ویژگی‌های اندازه گیری شده بجز وزن خشک اندام هوایی ذرت معنادار بود که نشان می‌دهد گیاه ذرت می‌تواند تا این سطوح از کادمیم کاربردی بدون کاهش چشمگیر در زیتوده تولیدی در گیاه پالایی کادمیم مؤثر واقع شود. در میان اثرات دوتایی تنها اثر نوع و سطح بقایا بر وزن خشک اندام هوایی و فاکتور زیستی غلظت، اثر نوع بقایا و سطوح کادمیم بر غلظت کادمیم در اندام هوایی، و اثر سطوح بقایا و کادمیم کاربردی بر فاکتور زیستی غلظت معنا دار بود. در میان اثرات سه تایی تیمارهای اعمال شده تنها اثر نوع و سطوح بقایای آلی، و سطوح کادمیم بر فاکتور زیستی غلظت در سطح ۵ درصد آزمون دانکن معنادار بود.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر نوع و سطوح بقایای آلی، و سطوح کادمیم بر ویژگی های مختلف اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن خشک	غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه	جذب کادمیم توسط گیاه	غلظت کادمیم در خاک	فاکتور زیستی غلظت
نوع بقایا	۱	۳۲/۲۵**	۰۰/۴*	۰۵/۶ns	۳۳/۰ ns	۰۵/۰ ns
سطح بقایا	۲	۵۵/۱۳**	۸۹/۱۵**	۱۲/۲۵۹۸**	۵۵/۲ns	۰۷/۱**
کادمیم	۲	۴۶/۳ ns	۱۷/۸۱**	۱۲۱۴۷**	۳۴/۲۲۷ **	۶۲/۲**
نوع بقایا × سطح بقایا	۲	۳۶/۲۳**	۵۶/۲*	۷۸/۴۲ns	۴۴/۰ns	۲۷/۰**
نوع بقایا × کادمیم	۲	۱۴/۰ ns	۸۸/۳**	۴۴/۲۸۷ns	۶۲/۰ns	۰۱/۰ns
سطح بقایا × کادمیم	۴	۱۵/۱ ns	۴۴/۱ ns	۲۴/۲۲۲ns	۱۹/۲*	۴۳/۰**
نوع بقایا × سطح بقایا × کادمیم	۴	۳۹/۰ ns	۹۷/۰ ns	۷۶/۹۹ns	۳۸/۰ns	۰۹/۰*
خطا	۳۷	۱۰۰/۱	۶۳/۰	۲۹/۱۱۹	۸۰/۰	۰۲۴/۰
کل	۵۴	...	...	...	...	...

منابع

چرم، م. و علیزاده، ا. ۱۳۸۸. بررسی اثرات کمپوست بقایای نیشکر و EDTA (اتیلن دی آمین ترا استیک اسید) در کشت کلزا جهت پالایش خاکهای آلوده به کادمیم، سرب و نیکل. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد بیست و سوم، شماره ۲، صفحه های ۲۰ تا ۲۹.

رجایی، م. ۱۳۷۷. بررسی برهمکنش کمپوست و نیتروژن بر رشد و خصوصیات شیمیایی گوجه فرنگی در دو خاک آهکی. پایان نامه کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

کریمیان، ن. ع. (مترجم). ۱۳۷۱. شیمی خاک، جلد اول: مبانی. تهران، مرکز نشر دانشگاهی.

کوچکی، ع. نخ فروش، غ. و ظریف کتابی، خ. (مترجمان). ۱۳۷۶. کشاورزی ارگانیک. انتشارات مشهد.

Azizian A., Amin S., Noshadi M., Maftoun M. and Emam Y. ۲۰۱۱. Phytoremediation potential of corn and oat for increased levels of soil cadmium under different irrigation intervals. Iran Agricultural Research. ۳۰ : ۴۷-۶۰.

Khurana M.P.S. and Kansal B.D. ۲۰۱۴. Effect of farm yard manure on chemical fractionation of cadmium and its bio-availability to maize crop grown on sewage irrigated coarse textured soil. Journal of Environmental Biology. ۳۵ : ۴۳۱-۴۳۷.

Malekzadeh E., Alikhani H.A., Savaghebi Firoozabadi G.R. and Zarei M. ۲۰۱۲. Bioremediation of cadmium-contaminated soil through cultivation of maize inoculated with plant growth-promoting rhizobacteria. Bioremediation Journal. ۱۶(۴) : ۲۰۴-۲۱۱.

Marchiol L., Sacco P., Assolari S. and Zebri G. ۲۰۰۴. Reclamation of polluted soil : phytoremediation potential of crop-related Brassica species. Water, Air, and Soil Pollution. ۱۵۸ : ۳۴۵-۳۵۶.

Zhang H., Dang Z., Zheng L.C. and Yi X.Y. ۲۰۰۹. Remediation of soil co-contaminated with pyrene and cadmium by growing maize (Zea mays L.). International Journal of Environmental Science and Technology. ۶(۲) : ۲۴۹-۲۵۸.

Abstract

Cadmium adsorption by organic residues significantly decreases its bioavailability. In order to study the effects of wheat or alfalfa residues on phytoremediation of corn and bio-concentration factor of Cd (BCF), a greenhouse experiment was conducted in a factorial ۲×۳×۳ arranged in a completely randomized design. Treatments consisted of two types of organic residues (wheat and alfalfa) in three levels (۰, ۱, and ۲% by weight) and three levels of Cd (۵, ۱۵, and ۲۵ mg $kg^{-۱}$) with three replications. Addition of wheat or alfalfa residues increased bioavailability of Cd, and its concentration in corn shoots. Addition of wheat residues resulted in a higher Cd concentration in corn aerial parts and BCF compared to those of alfalfa residues; however, influence of both applied residues on Cd uptake by corn were almost similar. Phytoremediation efficiency of corn was higher in soils treated with wheat residues and low Cd levels.

تاثیر بیوچارحاصل از کود گاوی و تنش رطوبتی بر وضعیت نیتروژن در گیاه سویا و خاک پس از برداشت آن

ادریس گویلی کیلانه [۱] و سید علی اکبر موسوی [۲]
۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
استفاده صحیح از کودهای شیمیایی و کودهای دامی از ابزارهای مدیریتی مهم در سیستم‌های کشاورزی می باشند. در حالی‌که استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی برای گیاه شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجب زیاد شدنشان در اکوسیستم‌های کشاورزی و در نهایت آلودگی محیط زیست می‌گردد. این آلاینده‌ها موجب آسیب به حیوانات و گیاهان در اکوسیستم‌های آبی و در سطوح بالاتر خوردن این آب‌ها خطر جدی برای سلامت انسان‌ها دارند. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی اثر زغال زیستی حاصل از کود گاوی بر فراهمی نیتروژن در اندام هوایی گیاه سویا و خاک پس از برداشت آن در یک خاک آهکی انجام شد. تیمارها عبارت بودند از: شاهد، ۲۵/۱، ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی به همراه سطوح رطوبتی ۱۰۰، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه. نتایج حاصل نشان که کاربرد مقادیر ۲۵/۱، ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی به‌ترتیب سبب افزایش ۲۱، ۳۹ و ۹۰ درصدی نیتروژن خاک و افزایش ۱۳، ۲۴ و ۴۸ درصدی غلظت نیتروژن اندام هوایی گیاه در مقایسه با شاهدشد.

واژه‌های کلیدی: زغال زیستی، تنش خشکی ، اندام هوایی، رطوبت ظرفیت مزرعه، غلظت نیتروژن.

مقدمه
مصرف بی‌رویهکودهای شمیایی نیتروژن دار سبب ورود نیترات به آب‌های زیرزمینی و آلودگی آن‌ها و از طرفی سبب تجمع نیترات در غده‌های سیب‌زمینی و برخی دیگر از محصولات کشاورزی می‌شود که در دراز مدت برای سلامتی انسان مضر است. به دلیل این اثرات نامطلوب تولید کودهای آلی از ضایعات آلی کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. مدیریت سنتی شامل دفن یا سوزاندن بقایا می‌باشد که هر کدام یک از این دو مورد تهدیدی جدی برای محیط زیست محسوب می‌شود. سوزاندن سبب آلودگی هوا شده و از طرفی در اثر سوختن، گاز دی اکسید کربن در هوا منتشر شده و سبب گرم شدن کره زمین که تهدیدی جدی در سطح جهان محسوب می‌شود، خواهد شد. فرایند دفن ضایعات نیزبسیار پر هزینه می‌باشد و خطرات زیادی برای محیط زیست و سلامت انسان به‌دنبال دارد، از جمله این خطرات می‌توان ورود نیترات و سایر مواد آلاینده به آب‌های زیر زمینی را نام برد. اشغال فضا و محدود بودن زمین‌های مناسب برای دفن ضایعات کشاورزی دامپروری ها درآینده از دیگر مشکلات به‌شمار می‌رود. استفاده مجدد از ضایعات که تحت عنوان بازیافت نامیده می‌شود، نه تنها گام موثری در جهت حفظ محیط زیست می‌باشد، بلکه با تبدیل مواد زاید به مواد قابل استفاده سبب ایجاد منافع اقتصادی خواهد شد. یکی از راه‌های اصلی بازیافت ضایعات آلی، تبدیل آن‌ها به کودهای آلی جهت استفاده در بخش کشاورزی است(دومینیگز و همکاران، ۱۹۹۷). ضایعات کشاورزی و حیوانی به دلیل حجم زیاد، فضای زیادی را اشغال می‌کنند و از طرفی شیرابه حاصل از آن‌ها سبب آلودگی محیط زیست از طریق ورود به آب‌های سطحی و زیرزمینی شده، با تبدیل این ضایعات به زغال زیستی در واقع نه تنها سبب تولید انرژی بلکه سبب کاهش قابل توجهی در حجم و وزن مواد زاید و اثرات نامطلوب شیرابه می‌شود(لهمان و همکاران، ۲۰۰۹)در اثر کاربرد مستقیم کود حیوانی یا ضایعات فاضلاب، بستری برای تکثیر عوامل بیماری‌زا بوجود آمده که معمولا در اثر فرایند تبدیل این مواد به زغال زیستی به دلیل وجود دمای بیش از ۳۵۰ درجه این عوامل بیماری‌زا حذف می‌شود و با اطمینان بیشتری در ارتباط با حفظ سلامت خاک می‌توانیم آن‌ها را به خاک اضافه کنیم، افزایش محبوبیت زغال زیستی وابسته به افزایش مشکلات مدیریت مواد زاید در شهرها، پتانسیل آن در تثبیت بلند مدت کربن و کاهش در انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. (خان و همکاران، ۲۰۰۸ب)در آزمایشی گلخانه ای اثر کابرد مقادیر مختلف (۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار) بیوچار بر کشت تربچه در یک خاک اسیدی با محتوای کم کربن آلی در حضور و عدم حضور منبع نیتروژنه (نیترات آمونیوم) را بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که در شرایط عدم حضور کود نیتروژن، کاربرد بیوچار اثری بر افزایش عملکرد گیاه نداشت. اما با افزایش میزان بیوچار از ۱۰ تا ۱۰۰ تن در هکتار و در حضور ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، عملکرد گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طور کلی نتایج مطالعات مختلف حاکی از آن است که کاربرد بیوچار سبب افزایش و بهبود کارایی کودهای نیتروژنی در خاک‌های مختلف و در نهایت جذب بیشتر نیتروژن برای گیاه می‌شود (چن و همکاران، ۲۰۰۷)و (دینگ و همکاران، ۲۰۱۰). بیوچار می‌تواند منبع تغذیه مستقیم برای گیاه باشد و بسیاری از عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر، و پتاسیم را برای گیاه فراهم کند و سبب افزایش غلظت این عناصر در گیاه شود (گاسکین و همکاران، ۲۰۰۸).بوستانی و رونقی (۱۳۹۰) بیان

کردند که کاربرد لجن فاضلاب سبب افزایش معنی‌دار نیتروژن، فسفر، آهن، روی، مس، منگنز در گیاه اسفناج شد.(بازکورت و همکاران، ۲۰۰۳)مشاهده کردند که کاربرد لجن فاضلاب غلظت نیتروژن برگ ذرت را افزایش داد. کاربرد بیوچار در خاک می‌تواند فراهمی زیستی نیتروژن را در خاک بهبود بخشیده و از طریق کاهش آبشویی، افزایش نگهداری نیتروژن، و افزایش فراهمی زیستی، به‌طور بالقوه تقاضای کودشیمیایی برای رشد محصول راکاهش دهد(ژنگ و همکاران، ۲۰۱۳).

با توجه به اینکه تاکنون مطالعات نسبتا محدودی در ارتباط با تاثیر زغال زیستی بر وضعیت نیتروژن در خاک و گیاه سویا به ویژه در خاک‌های آهکی انجام شده است. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تاثیر مقادیر مختلف زغال زیستی (بیوچار) حاصل از کود گاوی به عنوان اصلاح کننده ارزان قیمت و سهل‌الوصول بر وضعیت نیتروژن در سویا و خاک پس از برداشت گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

مقدار مورد نیاز خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک آهکی سری کوی اساتید ((Loamy-skeletal over fragmental, carbonatic, mesic, Fluventic Xerorthents واقع در منطقه باجگاه استان فارس (در ارتفاع ۱۸۱۰ متری از سطح دریای آزاد و در محدوده طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی)جمع‌آوری شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی متری اندازه‌گیری شد (جدول ۱). همچنین جهت تهیه بیوچار از کود گاوی استفاده شد. کود گاوی پس از جمع آوری، هوا خشک شده و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری در ورقه آلومینیومی بسته بندی و به مدت تقریبا چهار ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سیلیوس درداخل کوره قرار داده شد تا فرآیند پیرولوسیس انجام شود. سپس بیوچار تولید شده از کوره خارج شده و برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آن اندازه‌گیری شد(جدول ۱). آزمایش به صورت فاکتوریل ودرقالبطرحکاملاتصادفی، در سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح بیوچار (صفر، ۲۵/۱، ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی) سه سطح رطوبتی (ظرفیت مزرعه (بدون تنش)، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه) بر روی گیاه سویا بود. در ابتدا با توجه به تیمارهای بیوچار نمونه‌های خاک به وزن سه کیلوگرم آماده سپس در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد. به منظور جلوگیری از کمبود احتمالی سایر عناصر غذایی و براساس نتایج آزمون خاک عناصر نیتروژن، آهن، منگنز، روی، و مسبه‌ترتیب به مقدار ۱۵۰، ۱۰،۱۰،۱۰ و ۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک و از منابع اوره، سکوسترین آهن، سولفات منگنز، کلات روی و سولفات مس و به صورت محلول به خاک اضافه شد. سپس خاک درون کیسه‌ها کاملا مخلوط شده و به داخل گلدان‌های سه کیلوگرمی منتقل شد. در هر گلدان ۸ عدد بذر سویا در عمق مناسب کاشته شد. پس از سه هفته گیاهان تنک شده و به ۳ بوته در گلدان کاهش یافت. در طول فصل رشد دمای حداقل و حداکثر گلخانه با دماسنج ثبات اندازه‌گیری شد. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و با توزین روزانه و تا رسیدن به حد ظرفیت مزرعه انجام شد. پس از برداشت گیاهان و توزین و شستشو، مواد گیاهی در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. سپس نمونه‌ها پس از توزین به‌وسیله آسیاب برقی پودر شدند و پس از خشک سوزانی و حل شدن در اسیدکلریدریک ۱ نرمال و عبور از کاغذ صافی، غلظت نیتروژن با روش کجلدال (برمنر، ۱۹۹۶)اندازه‌گیری شد. همچنین نیتروژن موجود در خاک گلدان‌ها نیز به روش کجلدال اندازه‌گیری شد .

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی* خاک و زغال زیستی مورد مطالعه.

ویژگی	EC (dS/m)	OM (%)	pH	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)	کلاس بافت	N (%)
خاک	۵۳/۰	۱۹/۱	۵۳/۷	۴/۱۴	۶/۴۱	۴۴	رسی سیلتی	۱۱۳/۰
زغال زیستی	۰۰/۱۴	-	۰۲/۱۰	-	-	-	-	۹۵/۱

***.EC، OMوpH .به‌ترتیب قابلیت هدایت الکتریکی، میزان ماده آلی و پ‌هاش می‌باشند**

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های اندازه‌گیری شده حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد و میانگین ویژگی‌های خاکی وگیاهی مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن و در سطح آماری پنج درصد با یکدیگر مقایسه شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل(جدول ۲) نشان که کاربرد مقادیر ۲۵/۱، ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی به‌ترتیب موجب افزایش ۲۱، ۳۹ و ۹۰ درصدی غلظت نیتروژن خاک در مقایسه با شاهد شد. درحالی‌که سطح رطوبتی ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه تاثیر معنی‌داری بر نیتروژن خاک نداشت ولی سطح ۵۵ درصد رطوبتی موجب کاهش ۶/۲ درصدی غلظت نیتروژن گشت. (ژنگ و همکاران، ۲۰۱۳)نیز

گزارش کردند کاربرد بیوچار در خاک می‌تواند فراهمی زیستی نیتروژن را در خاک بهبود بخشیده و از طریق کاهش آبشویی، افزایش نگهداری نیتروژن، و افزایش فراهمی زیستی، به طور بالقوه تقاضای کود شیمیایی برای رشد محصول را کاهش دهد.

جدول ۲- اثر بیوچار و سطوح رطوبتی خاک بر درصد نیتروژن در خاک پس از برداشت سویا

سطوح رطوبتی (درصد ظرفیت مزرعه)	بیوچار (درصد وزنی)				میانگین
	۰	۲۵/۱	۵۰/۲	۵	
۱۰۰	۰/۱۱۵ g	f ۰/۱۳۱	de ۰/۱۴	۰/۲۱۵ a	**A ۰/۱۵۲**
۷۰	h ۰/۱۰۳	f ۰/۱۲۹	cd ۰/۱۵۱	a ۰/۲۱۰	**B ۰/۱۴۸**
۵۵	۰/۱۰۹ gh	ef ۰/۱۳۶	c ۰/۱۵۹	b ۰/۱۹۶	**A ۰/۱۵۴**
میانگین	**۰/۱۰۹ D**	**C ۰/۱۳۲**	**B ۰/۱۵۲**	**۰/۲۰۷ A**	

*. اعدادی که در بدنه جدول در یک حرف کوچک و میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار آماری ندارند.

از طرفی کاربرد مقادیر ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی به‌ترتیب سبب افزایش ۲۴ و ۴۸ درصدی غلظت نیتروژن موجود در اندام هوایی گیاه سویا در مقایسه با شاهد شد.همچنین سطوح رطوبتی ۷۰ و ۵۵ درصد رطوبت مزرعه به‌ترتیب سبب افزایش ۴۸ و ۷۴ درصدی غلظت نیتروژن در اندام هوایی سویا در مقایسه با غلظت نیتروژن در شرایط رطوبت ظرفیت مزرعه شد (جدول ۳). نتایج این پژوهش با نتایج (گاسکین و همکاران، ۲۰۰۸)که بیان کردند بیوچار می‌تواند منبع تغذیه مستقیم برای گیاه باشد و بسیاری از عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر، و پتاسیم را برای گیاه فراهم کند و سبب افزایش غلظت این عناصر در گیاه شود همخوانی دارد.

.جدول ۳- اثر بیوچار و سطوح رطوبتی خاک بر درصد نیتروژن دراندام هوایی گیاه سویا

سطوح رطوبتی (درصد ظرفیت مزرعه)	بیوچار (درصد وزنی)				**میانگین**
	۰	۲۵/۱	۵/۲	۵	
۱۰۰	۰/۷۷ f	ef ۰/۹۰	de ۱/۱۵	۱/۴۶ cd	**۱/۰۷ C**
۷۰	cd ۱/۳۸	bc ۱/۵۹	bc ۱/۵۹	۱/۷۸ bc	**B ۱/۵۸**
۵۵	bc ۱/۵۷	bc ۱/۷۰	b ۱/۸۸	a ۲/۲۹	**۱/۸۶ A**
میانگین	**C ۱/۲۴**	**BC ۱/۴۰**	**B ۱/۵۴**	**۱/۸۴ A**	

اعدادی که در بدنه جدول در یک حرف کوچک و میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن . * .در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار آماری ندارند

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج نشان داد افزودن بیوچار سبب افزایش فراهمی نیتروژن در خاک و همچنین افزایش غلظ ت نیتروژن در اندام هوایی سویا شد. بنابراین می توان از بیوچار به‌عنوان یک کود آلی بدون آلودگی در مقایسه با افزودن کودهای شیمیایی که مشکلات زیست محیطی و خطراتی برای سلامت انسان دارند استفاده نمود. البته پیشنهاد می شود آزمایش در شرایط مزرعه و با سطوح دیگر بیوچار و رطوبت خاک انجام و سپس توصیه های لازم بر اساس نتایج حاصل انجام شود.

منابع

بوستانی، ح. ر. و ع. رونقی. ۱۳۹۰. مقایسه اثر کاربرد لجن فاضلاب و کود شیمیایی بر عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی در گیاه اسفناج در سه بافت یک خاک آهکی. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۶: ۶۵-۷۳.

Bozkurt, M. A and T. Yarilgac. ۲۰۰۳.The effects of sewage sludge applications on the yield, growth, nutrition and heavy metal accumulation in apple trees growing in dry conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. ۲۷(۵): ۲۸۵-۲۹۲.

Bremner, J. M. Nitrogentotal. In: Methods of Soil Analysis. ۱۹۹۶. (Eds.). D. L. Sparks et alPart ۳. American *Society* of Agronomy, Inc: Madison, WI. USA.

Chan, K. Y., L. Van Zwieten., I. Meszaros., A. Downie and S. Joseph. (۲۰۰۸b).Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. Soil Research. ۴۵(۸): ۶۲۹-۶۳۴.

Chen, J., D. Zhu and C. Sun.۲۰۰۷. Effect of heavy metals on the sorption of hydrophobic organic compounds to wood charcoal. Environmental Science and Technology. ۴۱(۷): ۲۵۳۶-۲۵۴۱.

Ding, Y., Y. X. Liu, W. X. Wu, D. Z. Shi, M. Yang and Z. K. Zhong.۲۰۱۰. Evaluation of biochar effects on nitrogen retention and leaching in multi-layered soil columns. Water, Air, and Soil Pollution. ۲۱۳(۱-۴): ۴۷-۵۵.

Dominguez, J., C. A. Edwards, S. Subler.۱۹۹۷. A comparison of composting and vermicompostingBiocycle ۴, ۵۷-۵۹.

Gaskin, J. W., C. Steiner, K. Harris, K. C. Das and B. Bibens.۲۰۰۸. Effect of low-temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. Transactions of the ASABE. ۵۱(۶): ۲۰۶۱-۲۰۶۹.

Lehmann., J., and S. Joseph.۲۰۰۹. Biochar for environmental management. Science and Technology. London: EarthscanPublishing. ۴۰۵p.

Zheng, H., Z. Wang, X. Deng, S. Herbert and B. Xing.۲۰۱۳. Impacts of adding biochar on nitrogen retention and bioavailability in agricultural soil. Geoderma. ۲۰۶: ۳۲-۳۹.

Abstract

Proper applications of chemical and organic fertilizers are important management approaches in agricultural systems; while, over fertilization of N, P and K result in their increased concentrations in agricultural ecosystems and environmental pollution. These pollutants are dangerous for animals and plants in aquatic ecosystems and and higher levels of these pollutant in drinking water cause serious human health problems. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of cattle manure biochar on N concentration of soybean shoots and its postharvest calcareous soil.Treatments consisted of : control, ۱.۲۵, ۲.۵۰ and ۵.۰۰ %wof biochar along with moisture levels of ۱۰۰, ۷۰ and ۵۵% of field capacity. Results showed that application of ۱.۲۵, ۲.۵۰ and ۵.۰۰ % biochar increased soil N concentration by ۲۱, ۳۹ and ۹۰ % and shoot N concentration by ۱۳, ۲۴ and ۴۸ % as compared to that of control.

تاثیر ماده آلی محلول بر جذب علف‌کش متری‌بیوزین

محمدرضا ریگی [۱]، محسن فرح بخش [۲]
۱-عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی سراوان، ۲-عضو هیات علمی گروه خاکشناسی، دانشگاه تهران

چکیده
در سالیان اخیر آلودگی محیط زیست توسط آفت کش ها مشکل جدی به حساب می آید. تعداد زیادی از این ترکیبات در آب های سطحی و زیرزمینی پایدار بوده و لذا قابلیت خطر برای حیات موجودات و آلودگی آب آشامیدنی را دارند. در این تحقیق برای بررسی اثر ماده آلی حل شده و pH بر جذب متری‌بیوزین از روش تعادلی استفاده شد. آزمایش نشان داد که ماده آلی حل شده بر روی خاک‌ها جذب گردیدند و داده‌های جذبی با مدل فروندلیچ مطابقت داشت. اثرات ماده آلی حل شده بر جذب متری‌بیوزین به خصوصیات خاک‌ها و غلظت ماده آلی حل شده دارد. در تیمار مصرف ماده آلی حل شده، جذب متری‌بیوزین در خاک‌های ۱ و ۲ کاهش یافت. همچنین در تیمار عدم حضور ماده آلی حل شده، مقدار متری‌بیوزین جذب شده با افزایش pH، کاهش یافت.
واژه‌های کلیدی: متری‌بیوزین، ماده آلی محلول، سرنوشت، خاک

مقدمه
ماده آلی محلول یکی از پرتحرک‌ترین و واکنش پذیرترین اجزای ماده آلی می‌باشد لذا نقش موثری در کنترل برخی از فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی در محیط‌های آبی و خاکی دارد. آفت‌کش‌های وارد شده به آب و خاک تمایل به جذب بر روی ماده آلی محلول داشته و این ذرات نقش تسهیل کننده برای انتقال باقی‌مانده آفت‌کش‌ها به آب زیرزمینی دارند (Kalbitz& Kaiser, ۲۰۰۳). ماده آلی محلول می‌تواند بر سطح خاک جذب شده و مقدار ماده آلی خاک را افزایش دهد. ماده آلی جذب شده می‌تواند سبب افزایش ظرفیت جذبی خاک برای ترکیبات آلی گردد (Kaiser &Guggenberger, ۲۰۰۰). تشکیل کمپلکس‌های محلول بین آفت‌کش‌ها و ماده آلی محلول می‌تواند عامل اصلی برای انتقال آلاینده‌ها به منابع آبی گردد. سیول و لی (۲۰۰۰) اثر همراهی آترازین و پرومترین را با عصاره‌های مختلف ماده آلی محلول و هیومیک اسید را بر جذب آن‌ها در دو خاک مورد مطالعه قرار دادند. مقدار ضریب ماده آلی نرمال شده همراهی آفت‌کش با ماده آلی محلول از ۳۰ تا ۱۰۰۰ لیتر در کیلوگرم می‌باشد. جذب ماده آلی محلول توسط خاک در دامنه ۱۰-۵/۱ لیتر در کیلوگرم بدست آمد.
با توجه به مصرف بی‌رویه و رو به افزایش علف‌کش متری‌بیوزین در خاک‌های زراعی کشور و نبود اطلاعات کافی در مورد سرنوشت آن در خاک و قابلیت بالقوه آن در آلوده‌سازی منابع آبی شایسته است، مطالعات دقیقی در رابطه با سرنوشت متری‌بیوزین در خاک و امکان آلوده‌سازی آب‌های سطحی و زیرزمینی توسط این علف‌کش صورت پذیرد. از آن‌جایی‌که تاکنون در کشور مطالعه‌ای در خصوص رفتار جذبی این علف‌کش در حضور ماده آلی محلول خاک صورت نگرفته است در این تحقیق با توجه به مسایل فوق مطالعه اثراتمادهآلیمحلولو pHبرجذبمتری‌بیوزینتوسطخاک مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

مواد شیمیایی و خاک‌های مورد مطالعه
دو نمونه خاک سطحی (از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری) لوم و لوم‌سیلتی با ویژگی‌های مختلف انتخاب گردید. نمونه‌های خاک، هوا خشک شده و از الک ۲۵/۰ میلی‌متری عبور داده شد و ویژگی‌های آن‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید. برخی از ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	بافت خاک	pH	کربن آلی (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول بار بر کیلوگرم)
۱	لوم	۲۰/۷	۰۱/۲	۴۳/۲۲	۶۹/۳۶	۸۸/۴۰	۵۲/۲۰
۲	لوم سیلتی	۹۳/۶	۶۸/۰	۲۴/۲۴	۶۵/۶۴	۱۱/۱۱	۲۷/۲۰

تهیه محلول ماده آلی محلول با غلظت‌های مختلف

برای این منظور محلول غلیظی از هیومیک اسید تهیه گردید و جهت استخراج ماده آلی محلول به مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر رفت و برگشتی بهم زده شد و سپس در ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید و محلول رویی از فیلتر ۴۵/۰ میکرون عبور داده شد. میزان pH (۰/۹) و هدایت الکتریکی (۲۲۶۴ میکروموس بر سانتی‌متر) عصاره بدست آمده یا همان ماده آلی محلول اندازه‌گیری شدند. جهت جلوگیری از فعالیت‌های میکروبی از سدیم آزید با غلظت ۰۱/۰ مولار استفاده گردید. میزان ماده آلی محلول بعنوان معیاری از غلظت کربن آلی با استفاده از دستگاه TOC Analyzer (TOC-Apollo ۹۰۰۰) اندازه‌گیری شد.

آزمایش بررسی جذب ماده آلی محلول در خاک‌ها

در این آزمایش، جذب ماده آلی محلول با غلظت‌های مختلف در دو خاک در شرایط آزمایشگاهی و در دمای ۲/۰±۲۲ سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت. سایر محلول‌های مورد نیاز در این آزمایش (۰، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم کربن آلی در لیتر) در ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم ، میزان pH محلول‌ها در مقدار ۹ با استفاده از اسید کلریدریک ۱/۰ مولار یا هیدروکسید کلسیم ۱/۰ مولار تنظیم شدند. مقدار یک گرم از نمونه‌های خاک را در لوله‌های شیشه‌ای ۱۵ میلی‌لیتری ریخته و ۱۰ میلی‌لیتر از هر محلول ماده آلی به آن اضافه می‌کنیم. یک نمونه شاهد با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر از محلول ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم و نیز عصاره ماده آلی محلول خود نمونه‌های خاک (که به روش شیک، سانتریفیوژ و صاف کردن تهیه شدند) برای مقایسه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. آزمایشات در دو تکرار انجام شد. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در ۱۴۰ دور در دقیقه بهم زده شده و در پایان زمان تعادل، نمونه‌ها در ۴۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. غلظت ماده آلی محلول با استفاده از دستگاه TOC Analyzer اندازه‌گیری شدند. کربن آلی جذب شده از اختلاف بین مقدار کربن آلی محلول مورد استفاده در ابتدای آزمایش و محلول تعادلی با خاک (مقدار ماده آلی محلول مربوط به نمونه خاک هوا خشک نیز کسر گردید) محاسبه گردید.

آزمایش بررسی جذب علف‌کش متری‌بیوزین در خاک‌های مورد مطالعه

مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های ماده آلی با غلظت‌های مختلف (۰، ۱۰، ۴۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در لیتر) به لوله‌های شیشه‌ای حاوی یک گرم از نمونه‌های خاک ، اضافه شدند. مقدار مناسبی از محلول استاندارد غلیظ متری‌بیوزین در استونیتریل طوری به نمونه‌ها اضافه شد که غلظت علف‌کش در نمونه‌های خاک ۵/۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ میلی‌گرم در کیلوگرم گردید. برای جلوگیری از اثر حلال همراه، غلظت استونیتریل همیشه کمتر از ۱/۰ % از کل حجم محلول بوده است. تمامی محلول‌های ماده آلی، در محلول ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم تهیه و جهت غیر فعال نمودن فعالیت میکروبی از محلول ۰۱/۰ مولار سدیم آزید استفاده گردید. میزان pH محلول‌ها با استفاده از محلول های ۱/۰ مولار اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم در مقدار ۹ تنظیم گردید. لوله‌ها به مدت ۲۴ ساعت در ۱۴۰ دور در دقیقه و دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد بهم زده شدند. سپس در ۴۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ و مقدار یک میلی‌لیتر از محلول رویی جهت استخراج برداشته، و سپس مقدار pH محلول رویی نیز اندازه‌گیری شد. این آزمایش در دو تکرار انجام گرفت. از اختلاف بین غلظت اولیه و غلظت تعادلی علف‌کش در محلول، مقدار متری‌بیوزین جذب شده به دست آمد.

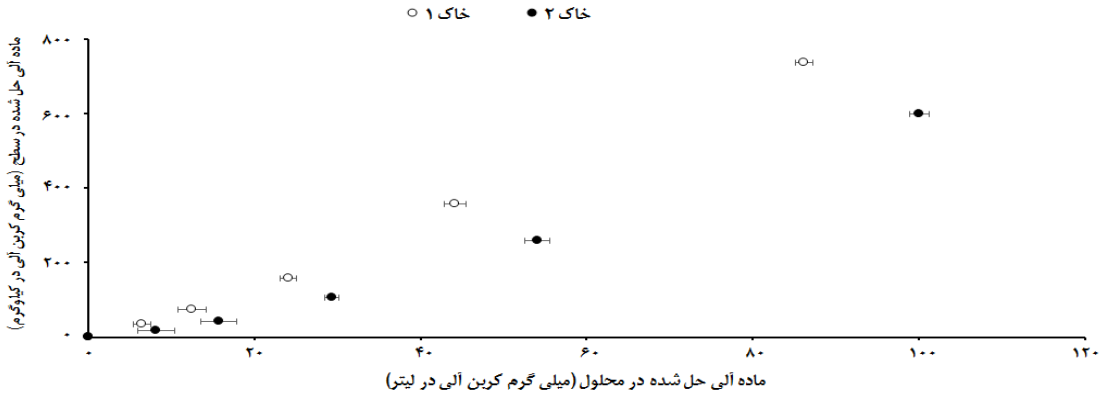
آزمایش بررسی اثر pH محلول بر جذب علف‌کش متری‌بیوزین در خاک‌ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر اسیدیته محلول ماده آلی بر جذب متری‌بیوزین با غلظت پنج میلی‌گرم در لیتر انجام گرفت. مقادیر pH محلول‌های ماده آلی (در دو وضعیت صفر و ۱۶۰ میلی‌گرم کربن آلی در لیتر در محلول ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم) در چهار مقدار (۴، ۵/۵، ۷ و ۵/۹) با استفاده از محلول ۱/۰ مولار اسید کلریدریک یا هیدروکسید کلسیم تنظیم گردیدند. این آزمایش در دو نوع خاک و در دو تکرار انجام گرفت. در پایان زمان تعادل و سانتریفیوژ کردن میزان pH محلول رویی با استفاده از الکترود شیشه‌ای اندازه‌گیری گردید. در این شرایط آزمایشات جذب مشابه آزمایش بررسی جذب علف‌کش متری‌بیوزین در خاک‌ها، انجام گرفت. جهت استخراج نمونه محلول، یک میلی‌لیتر از محلول عبور داده شده از فیلتر ۴۵/۰ میکرون برداشته و دو میلی‌لیتر اتیل‌استات به‌آن اضافه شده و به مدت یک دقیقه بهم زده شد. بعد از اتمام زمان شیک، نمونه‌ها به مدت یک دقیقه به حال خود رها شده و یک میلی‌لیتر از محلول رویی برداشته و به میکروتیوب انتقال داده شد. به منظور حذف بقایای رطوبت در نمونه مقدار کمی سولفات سدیم خشک به هر نمونه اضافه گردید. غلظت متری‌بیوزین در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی ایجیلنت مدل ۶۸۹۰N مجهز به آشکار ساز جرمی مدل ۵۹۷۳ و ستون HP-۵حاوی ۵ % فنیل‌متیل تعیین گردید.

نتایج و بحث

جذب ماده آلی محلول در خاک‌ها

همدماهای جذب ماده آلی محلول در دو خاک در شکل (۱) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در خاک یک مقدار بیشتری از ماده آلی محلول، در سطح خاک قرار گرفته است. اختلاف بین مقدار ماده آلی محلول در سطح خاک‌های یک و دو در غلظت‌های بالاتر، بیشتر می‌شود.



شکل ۱- همدماهای جذب ماده آلی محلول در دو خاک ۱ و ۲

بررسی همدماهای غیرخطی نشان داد که مدل فروندلیچ مطابقت بهتری (R^2 > ۰.۹۹۹) با جذب کربن آلی در این دو خاک دارد. مقادیر K_f در دو خاک یک و دو به ترتیب در دامنه ۸۲/۳ و ۹۵/۰ لیتر در کیلوگرم می‌باشند که نشان می‌دهد خاک یک دارای ظرفیت جذبی بالاتری از خاک دو می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که جذب تابع غلظت کربن آلی می‌باشد.

جذب علف‌کش متری‌بیوزین در خاک‌های مورد مطالعه

مقادیر متری‌بیوزین جذب شده نشان می‌دهد که با افزایش غلظت متری‌بیوزین در محلول مقدار متری‌بیوزین جذب شده در سطح افزایش می‌یابد به‌طوری که، دامنه مقدار متری‌بیوزین جذب شده در خاک یک و در تیمار صفر میلی‌گرم کربن آلی در لیتر از ۰/۱۰ تا ۱۹/۳۸ میلی‌گرم متری‌بیوزین در کیلوگرم می‌باشد. همچنین افزایش غلظت ماده آلی محلول، سبب کاهش جذب متری‌بیورزین بر روی دو خاک گردید. بیشترین مقدار جذب متری‌بیوزین در هر دو خاک یک و دو در تیمار بدون حضور کربن آلی به ترتیب ۱۹/۳۸ و ۷۱/۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین میزان در تیمار ۱۶۰ میلی‌گرم کربن آلی در لیتر به ترتیب ۷۵/۷ و ۴۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد.نتایج نشان داد که همدمای فروندلیچ مطابقت بهتری با داده‌های جذب متری‌بیوزین در تیمارهای مختلف ماده آلی محلول، دارد. پارامترهای مدل فروندلیچ و ضرایب تبیین تیمارهای مختلف (R^2 > ۰.۹۸۱) در جدول (۲) ارائه شده است. در شرایط عدم وجود ماده آلی محلول، مقدار K_f برای خاک‌های یک و دو به ترتیب برابر با ۵۲/۱۸ و ۰۱/۱۰ لیتر در کیلوگرم می‌باشند که نشان می‌دهد متری‌بیوزین تمایل کمی برای جذب در این خاک‌ها دارد هرچندکه مقدار ظرفیت جذب در خاک یک بیشتر از خاک دو می‌باشد. در حضور ماده آلی محلول، با افزایش غلظت ماده آلی محلول در هر دو خاک، مقدار ظرفیت جذب کاهش نشان داد.

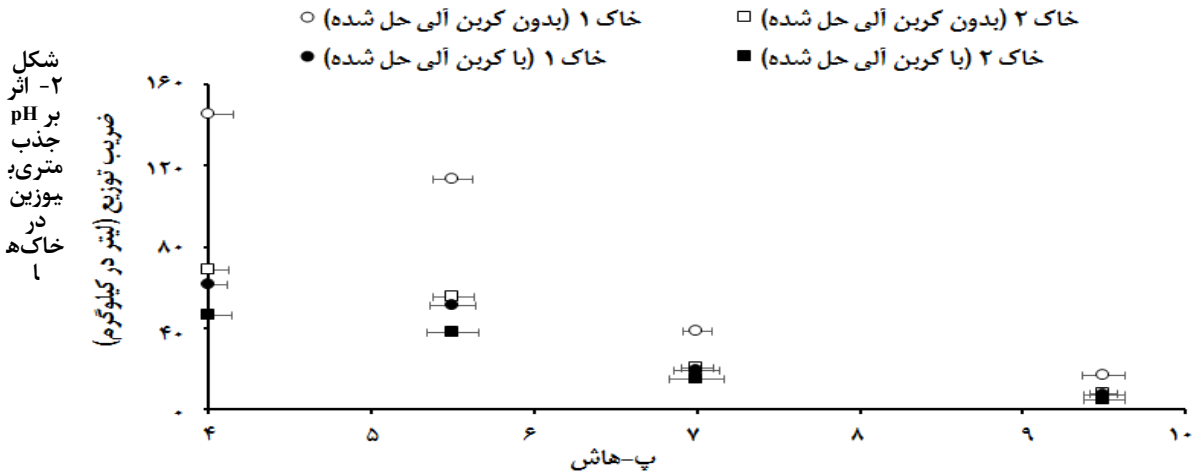
جدول ۴-۱۴- ضرایب فروندلیچ جذب متری‌بیوزین در خاک‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف ماده آلی محلول. مقادیر نشان‌دهنده میانگین دو تکرار می‌باشند (انحراف معیار ± میانگین).

شماره خاک	غلظت ماده آلی محلول (میلی گرم در لیتر)	K_f ($(LKg^{-1})^{n}$)	n/۱	R^2	pH
۱	۰	۵۲/۱۸ ۰۳/۰±	۹۶/۰ ۰۱/۰±	۹۹۳/۰	۸۶/۶ ۰۱/۰±
	۱۰	۰۱/۱۵ ± ۰۱/۰	۹۷/۰ ± ۰۲/۰	۹۹۷/۰	۹۸/۶ ۰۲/۰±
	۴۰	۰۴/۱۲ ± ۰۵/۰	۰۱/۱ ± ۰۲/۰	۹۹۷/۰	۱۲/۷ ۰۱/۰±
	۱۶۰	۶۸/۹ ± ۰۳/۰	۰۰/۱ ± ۰۱/۰	۹۸۱/۰	۳۱/۷ ۰۳/۰±
۲	۰	۰۱/۱۰ ± ۰۲/۰	۹۹/۰ ± ۰۱/۰	۹۹۵/۰	۸۱/۶ ۰۱/۰±
	۱۰	۱۱/۸ ± ۰۴/۰	۹۹/۰ ± ۰۲/۰	۹۹۹/۰	۹۵/۶ ۰۲/۰±
	۴۰	۶۸/۶ ± ۱۱/۰	۹۷/۰ ± ۰۱/۰	۹۹۸/۰	۰۴/۷ ۰۲/۰±
	۱۶۰	۵۹/۵ ± ۰۲/۰	۹۴/۰ ± ۰۲/۰	۹۹۹/۰	۲۸/۷ ۰۴/۰±

جذب متری‌بیوزین در خاک یک و دو، در تیمار حضور ماده آلی محلول در مقایسه با عدم حضور ماده آلی محلول، کاهش یافت و مقدار جذب شده با افزایش غلظت ماده آلی محلول، کاهش نشا داد.

اثر pH محلول بر جذب علف‌کش متری‌بیوزین در خاک

اثرات pH بر جذب متری‌بیوزین در خاک‌ها در شکل (۲) نشان داده شده است. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش pH از ۴ تا ۹ مقدار جذب متری‌بیوزین در هر خاک و در تیمار عدم حضور ماده آلی محلول کاهش یافت. در هر دو تیمار حضور و عدم حضور ماده آلی محلول، بیشترین میزان جذب متری‌بیوزین در هر دو خاک در دامنه pH ۴ تا ۵/۵ رخ داد. اما مقادیر جذب در تیمار عدم حضور ماده آلی محلول بیشتر از تیمار مصرف ۱۶۰ میلی‌گرم کربن آلی در لیتر بدست آمد. به‌طوری‌که متوسط جذب متری‌بیوزین در دامنه pH ۴-۵/۵ در خاک یک و دو، در تیمار عدم حضور کربن آلی به ترتیب ۵۴/۸ و ۲۳/۶ درصد بیشتر از تیمار حضور کربن آلی محاسبه گردید. نتایج مشابه‌ای در ارتباط با اثر افزایش pH بر کاهش ظرفیت جذب ترکیبات آلی قابل یونیزه در خاک و رسوبات گزارش شده است (Li et al., ۲۰۰۷). در pH یکسان، مقدار متری‌بیوزین جذب شده توسط خاک دو کمتر از مقدار جذب شده توسط خاک یک می‌باشد که دلیل احتمالی آن تفاوت در مقدار کربن آلی خاک‌ها است.



شکل ۲- اثر pH بر جذب متری‌بیوزین در خاک‌ها

منابع

Kaiser K. andGuggenberger G. ۲۰۰۰. The role of DOM sorption to mineral surfaces in the preservation of organic matter in soils. Org. Geochem., ۳۱(۷-۸): ۷۱۱-۷۲۵.

Kalbitz K. and Kaiser K. ۲۰۰۳. Ecological aspects of dissolved organic matter in soils: Preface. Geoderma, ۱۱۳: ۱۷۷-۱۷۸.

Li J.H., Zhou B.X., Shao J.H., Yang Q.F., Liu Y.Q. andCai W.M. ۲۰۰۷. Influence of the presence of heavy metals and surface-active compounds on the sorption of bisphenol A to sediment. Chemosphere, ۶۸(۷): ۱۲۹۸-۱۳۰۳.

Seol Y. and Lee L.S. ۲۰۰۰. Effect of dissolved organic matter in treated effluents on sorption of atrazine and prometryn by soils. Soil Sci. Soc. Am. J., ۶۴(۶): ۱۹۷۶-۱۹۸۳.

Abstract

Environmental pollution by pesticides has recently become a serious problem. Many of the compounds are present in surface and ground waters and have to be considered as a potential risk for marine life as well as drinking water quality. In this study, the batch equilibrium method was used to conduct effect of Dissolved Organic Matter (DOM) and pH on metribuzin adsorption. DOM was observed to be sorbed on the soils and the isotherms could be fitted by the Freundlich model. The effects of DOM on metribuzin sorption were dependent on the characteristics of soils and the concentrations of DOM present. Metribuzin sorption by soil ۱ and soil ۲ was inhibited in the presence of DOM. It was also found that the amount of metribuzinsorbed decreased with the increase in the solution pH value in the absence of DOM.

تأثیر توأم نیکل و آهن بر غلظت نیکل و آهن گیاه ذرت در یک خاک آهکی

منیره عیدی [۱]، عادل ریحانی‌تبار [۲]، نصرت اله نجفی [۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز،

۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده

این آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در یک خاک آهکی با تیمارهای نیکل در چهار سطح (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم از منبع سولفات نیکل خالص) و آهن در پنج سطح (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم به تفکیک از دو منبع سکوسترین آهن و سولفات آهن) بر گیاه ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) انجام گرفت. بعد از ۹۰ روز غلظت نیکل و آهن اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، غلظت نیکل بخش هوایی در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک به ترتیب ۱۸/۷۸، ۴۱/۱۰۶ و ۹۷/۱۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش می‌یابد. با افزایش سطوح نیکل در خاک، غلظت آهن در بخش هوایی در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک به ترتیب ۲۷/۸، ۱۱/۱۶ و ۷۳/۳۲ درصد به طور معنی‌دار کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: نیکل، آهن، ذرت

مقدمه

نیکل جدیدترین عناصر غذایی ضروری شناخته شده برای گیاهان عالی می‌باشد. طبق گزارش اسپوزیتو (۱۹۸۹) مقدار متوسط نیکل در خاک ۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مقدار این عنصر در پوسته زمین ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و نسبت غنی شدن نیکل (مقدار نیکل در خاک‌مقدار نیکل در پوسته زمین) ۲۴/۰ است و این نسبت نشان می‌دهد که این عنصر در خاک تخلیه شدید دارد. غلظت بیشتر از ۶۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک به عنوان غلظت آلاینده محسوب می‌شود (به نقل از نیشابوری و ریحانی تبار، ۱۳۸۹). گیاهان نیکل را به آسانی جذب نموده و در گیاه بسیار متحرک است و بنابراین خطر تجمع بیش از حد آن در اندام‌های گیاه وجود داشته و همچنین باعث کاهش ارزش فراورده‌های گیاهی می‌شود، بنابراین غلظت ۲-۱ میلی‌گرم در لیتر نیکل برای بیشتر گونه‌های گیاهی مسمومیت ایجاد می‌کند (Zdenek, ۱۹۹۹). آهن چهارمین عنصر فراوان پوسته زمین بعد از اکسیژن، سیلیسیم و آلومینیم با میزان ۶/۵% می‌باشد (Lindsay, ۱۹۷۹) و مقدار کل این عنصر در خاک‌ها بین ۱ تا ۲۰ درصد وزنی متغیر و میانگین آن ۴ درصد می‌باشد (سمر و همکاران، ۱۳۸۹). درخاک‌های آهکی ایران به علت فراوانی کربنات کلسیم و pH بالا قابلیت استفاده آهن کم می‌باشد (رونقی و همکاران، ۱۳۸۱). از آنجایی که نیکل و آهن دارای بار مثبت مشابه هستند و به علت تشابه در ویژگی‌های شیمیایی، رفتار آن‌ها در بسیاری از سیستم‌های خاک-گیاه مشابه است. بنابراین نیکل و آهن برای جذب و انتقال از ریشه به بخش‌هوایی رقابت می‌کنند. لذا هدف از انجام این تحقیق بررسی غلظت نیکل و آهن و همچنین بررسی تأثیر توأم نیکل و آهن بر غلظت نیکل و آهن بخش‌هوایی و ریشه گیاه مورد مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مقداری خاک مزرعه از ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز با این هدف که میزان نیکل و آهن قابل جذب آن کم باشد تا بتوان تأثیر مصرف توأم این دو عنصر را بهتر مطالعه کرد نمونه برداری و پس از خشک کردن آن در هوا و مخلوط کردن کامل از الک ۲ میلی‌متری عبور و سپس برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شد. برای افزودن سطوح نیکل به خاک و کشت گلخانه ای ابتدا مقادیر ۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک از منبع سولفات نیکل خالص ($NiSO_4$) در رطوبت ظرفیت مزرعه (FC به خاک مورد نظر (عبوری از الک شمارهٔ ۴ با قطر ۷۵/۴ میلی‌متر) اضافه و به طور متناوب هم زده شدند و سه چرخه مرطوب کردن (تا رطوبت FC) و خشک کردن (تا رطوبت هواخشک) جهت اختلاط کامل نیکل با خاک اعمال شد. سپس آهن از دو منبع سولفات آهن و سکوسترین آهن تجاری (FeEDDHA) در ۵ سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک به تفکیک از دو منبع به خاک مورد نظر افزوده شد. در نهایت نمونهٔ خاک‌ها هواخشک و سپس در گلدان ریخته و آماده کشت شد. عناصر مس و منگنز به میزان ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب از منابع سولفات مس و سولفات منگنز و همچنین نیتروژن به میزان

۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از منبع اوره در سه تقسیط به خاک گلدان‌ها افزوده شدند. سپس ۵ عدد بذر در هر گلدان کشت گردید. بعد از یک هفته گیاهان به ۳ عدد در هر گلدان تنک شدند. بعد از اتمام ۹۰ روز، گیاهان برداشت و اندام‌هوایی و ریشه‌ها از هم جدا شدند. نمونه‌ها با آب مقطر شسته و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند. نمونه‌ها پس از خشک شدن با استفاده از آسیاب برقی با تیغه آلومینیومی خرد شدند. روش ترسوزانی برای هضم نمونه‌های گیاهی به کار رفت (Waling et al, ۱۹۸۹). غلظت آهن و نیکل گیاه در عصاره حاصل از ترسوزانی با دستگاه جذب اتمی مدل (Shimadzu,AA-۶۳۰۰) اندازه‌گیری شد. رسم نمودارها با Excel و آنالیز آماری با نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین با آزمون LSDدر سطح احتمال ۵% درصد انجام شد.

نتایج و بحث

برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده شده در جدول ۱ آمده است. خاک مورد مطالعه آهکی و دارای بافت متوسط بود.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش گلخانه‌ای

کلاس بافت	شن	رس	سیلت (درصد)	ماده آلی	ازت	EC_e dS/m	pH_e	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز (mg/kg)	مس	روی	نیکل
لوم رس شنی	۱۶/۴۹	۲۵	۸۴/۲۵	۷۵/۲	۳۲/۰	۶۸/۰	۱/۸	۳/۴۲	۹/۷۱۸	۶۳/۳	۱۵/۲	۹/۰	۴۴/۱	Nd

.مقادیر تمام عناصر به صورت قابل جذب و مقدار نیکل کل گزارش شده است*

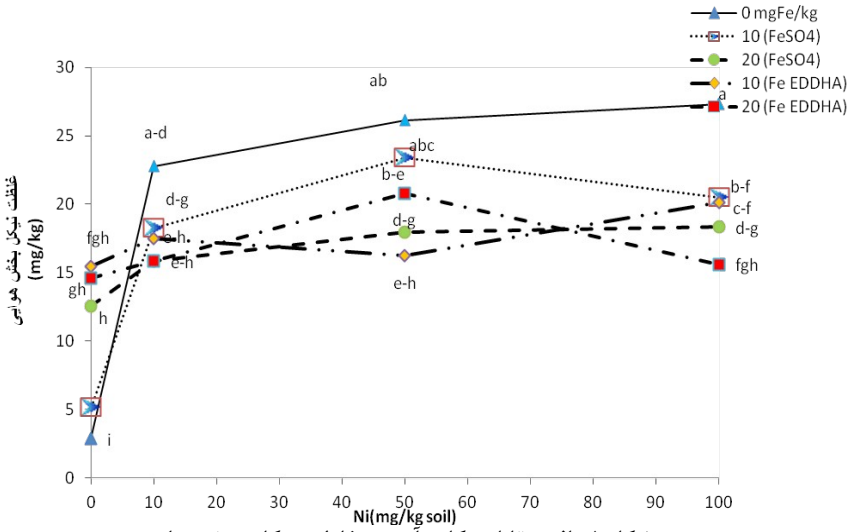
غلظت نیکل بخش هوایی

مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نشان داد که مطابق انتظار با افزایش سطح نیکل در خاک غلظت نیکل بخش هوایی ذرت به ترتیب در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک ۱۸/۷۸، ۴۱/۱۰۶ و ۹۷/۱۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه دامنه کفایت نیکل در بخش‌هوایی گیاهان، از ۰۱/۰ تا ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم ماده خشک متغیر است، می‌توان نتیجه گرفت که غلظت نیکل بخش‌هوایی درسطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بالاتر از این دامنه قرار دارد. با افزایش سطوح آهن در خاک (هر دو منبع آهن) غلظت نیکل در بخش هوایی به طور معنی‌داری (نسبت به شاهد) کاهش معنی‌دار (به استثناء سطح ۱۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن) یافت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد با افزایش سطوح نیکل، در سطح شاهد آهن غلظت نیکل بخش هوایی در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک به ترتیب ۸۵/۶۹۶، ۳۳/۸۱۴ و ۰۹/۸۵۲ درصد افزایش معنی‌داری نسبت به سطح صفر مشاهده شد. همچنین غلظت نیکل بخش هوایی، با افزایش سطوح نیکل از صفر به ۱۰ میلی‌گرم نیکل، در حضور ۱۰ میلی‌گرم آهن از منبع سولفات آهن به طور معنی‌داری ۸۷/۲۵۳ درصد افزایش یافت (شکل ۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نیکل و آهن بر غلظت نیکل بخش هوایی و ریشه ذرت

اثر اصلی	سطوح	غلظت نیکل بخش هوایی (mg/kg)		غلظت نیکل ریشه (mg/gr)
نیکل	۰	d ۱۳/۱۰		d ۱۱/۰
	۱۰	c ۰۵/۱۸		c ۲۵/۰
	۵۰	b ۹۱/۲۰	b	۶۲/۰
	۱۰۰	a ۹۸/۲۱		a ۱۲/۱
آهن	۰	a ۲۸/۱۹		b ۵۶/۰
	۱۰ (۱)	b ۸۳/۱۶		c ۴۳/۰
	۲۰ (۱)	b ۱۸/۱۶		c ۴۲/۰
	۱۰ (۲)	ab ۳۳/۱۷		a ۷۷/۰
	۲۰ (۲)	b ۷۲/۱۶		bc ۴۴/۰

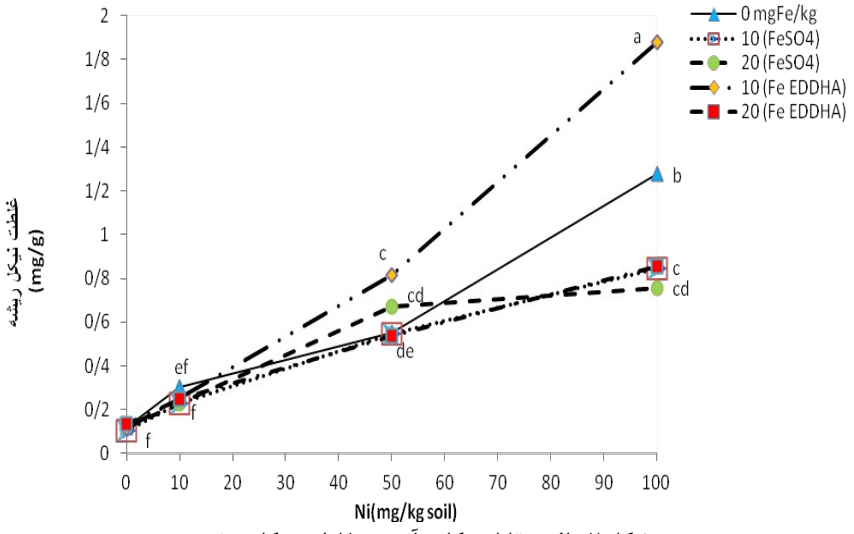
.و ۲ به ترتیب اشاره به سولفات آهن و سکوسترین آهن دارد ۱



شکل ۱- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت نیکل بخش هوایی

غلظت نیکل ریشه

مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نشان داد که با افزایش سطوح نیکل در خاک، غلظت نیکل در ریشه به طور معنی‌داری افزایش یافت. با افزایش سطوح آهن در خاک (منبع سولفات آهن) غلظت نیکل ریشه به طور معنی‌داری (نسبت به شاهد) کاهش یافته، در حالی که غلظت نیکل ریشه در سطح ۱۰ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک (منبع سکوسترین آهن) نسبت به شاهد به طور معنی‌دار افزایش یافته؛ به طوری که این افزایش ۵۰/۳۷ درصد می‌باشد (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل نشان داد که غلظت نیکل ریشه در سطح شاهد آهن و در حضور ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل، به ترتیب ۳۳/۳۵۸ و ۳۳/۹۵۸ درصد به طور معنی‌دار نسبت به سطح صفر نیکل افزایش یافته است، همچنین با افزایش سطوح نیکل، غلظت نیکل ریشه در حضور ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن (سکوسترین آهن) به طور معنی‌دار افزایش یافت (شکل ۲).



شکل ۲- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت نیکل ریشه

غلظت آهن بخش هوایی

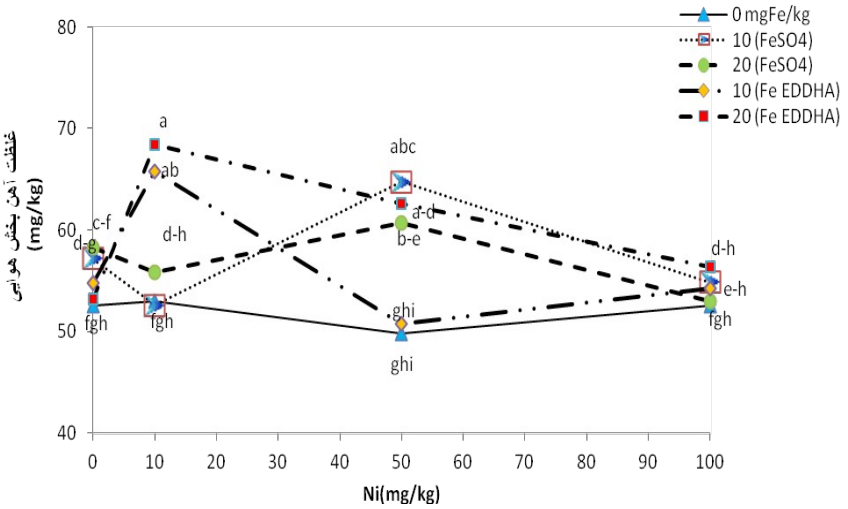
مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نشان داد که با افزایش سطوح نیکل در خاک، غلظت آهن در بخش هوایی به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که این کاهش نسبت به شاهد در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک به ترتیب ۲۷/۸، ۱۱/۱۶ و ۷۳/۳۲ درصد می‌باشد. همچنین با افزایش سطوح آهن، غلظت آهن بخش هوایی نسبت به شاهد افزایش یافت اما این

افزایش در سطوح ۱۰ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک از منبع سولفات آهن معنی دار نبود (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، با کاربرد ۲۰ میلی‌گرم آهن (سکوسترین آهن) غلظت آهن بخش هوایی در حضور ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم نیکل به ترتیب ۵۷/۲۸ و ۶۶/۱۷ درصد نسبت به سطح صفر نیکل به طور معنی‌دار افزایش یافت، همچنین با افزایش سطح نیکل از صفر به ۱۰ میلی‌گرم، غلظت آهن بخش هوایی در حضور ۱۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن ، ۰۷/۲۰ درصد نسبت به سطح شاهد نیکل افزایش معنی‌دار یافت (شکل ۳).

جدول ۳- ـمقایسه میانگین‌های اثر اصلی نیکل و آهن بر غلظت نیکل بخش هوایی و ریشه ذرت

اثر اصلی	سطوح	غلظت آهن بخش هوایی (mg/kg)	غلظت آهن ریشه (mg/gr)
نیکل	۰	a ۹۴/۵۹	a ۴۵/۱
	۱۰	b ۹۸/۵۴	a ۴۳/۱
	۵۰	c ۷/۵۰	b ۳۲/۱
	۱۰۰	d ۳۲/۴۰	b ۳۲/۱
آهن	۰	c ۴۸/۵۲	c ۱۴/۱
	۱۰ (۱)	bc ۸۳/۵۴	b ۲۹/۱
	۲۰ (۱)	ab ۹۳/۵۶	a ۴۴/۱
	۱۰ (۲)	ab ۳۱/۵۶	b ۲۸/۱
	۲۰ (۲)	a ۱۹/۵۹	a ۳۹/۱

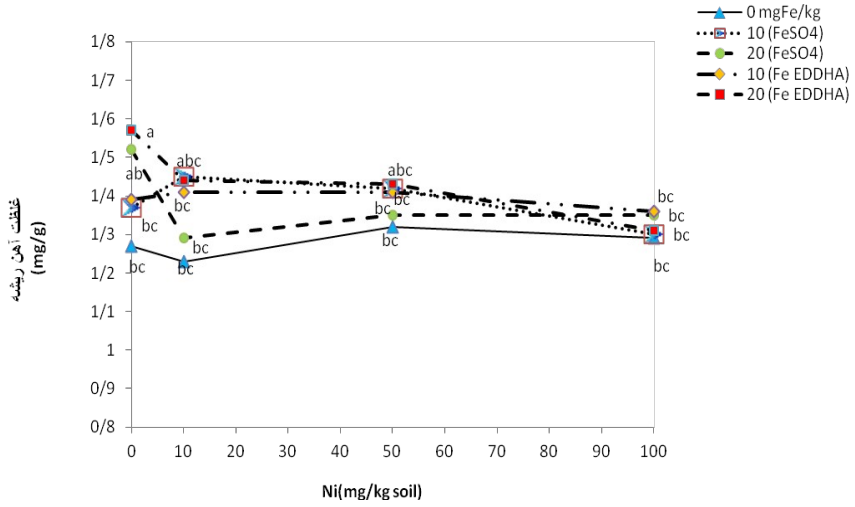
.و ۲ به ترتیب اشاره به سولفات آهن و سکوسترین آهن دارد ۱



شکل ۳- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت آهن بخش هوایی

غلظت آهن ریشه

میانگین‌های اثر اصلی نشان داد که با افزایش سطوح نیکل در خاک، غلظت آهن ریشه کاهش یافت اما این کاهش در سطح ۱۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک معنی‌دار نبود. همچنین با افزایش سطوح آهن، غلظت آهن ریشه بطور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، غلظت آهن ریشه در سطح ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سولفات آهن، ابتدا با کاربرد ۱۰ میلی‌گرم نیکل کاهش و سپس با کاربرد ۵۰ میلی‌گرم نیکل افزایش یافت، در حالی که این تغییرات معنی‌دار نبود (شکل ۴).



شکل ۴- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت آهن ریشه

منابع

رونقی، ع. چاکرالحسینی، م ر. و کریمیان ن ع. ۱۳۸۱. تأثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت. علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۶، شماره ۲.ص ۶۵-۵۳.

سمر، س م. سماوات، س. تدین، م س. رضایی، ح. طهرانی،م م. اردکانی، م س. بشارتی، ح. فلاح، ع ر. ۱۳۸۹. آهن در خاک و گیاه. (تألیف) انتشارات مرکز نشر.

نیشابوری، م ر. و ریحانی تبار، ع. ۱۳۸۹. تفسیر نتایج آزمون خاک. (ترجمه) انتشارات دانشگاه تبریز.

Lindsay W.L. ۱۹۷۹. Chemical equilibria in soils. New York: Wiley-Interscience.

Sposito G. ۱۹۸۹. The Chemistry of Soils. Oxford University Press: New York, Oxford.

Waling I., Vark W.V., Houba V.J.G and Vanderlee J.J. ۱۹۸۹. Soil and Plant Analysis, a seris of syllabi. Part ۷. Plant Anal Proce.Wagen Agri Uni, the Netherlands

Zdenek p. ۱۹۹۹. Influence of nickel contaminated soils on lettuce and tomatoes. Scientia Horticulture. ۸۱: ۲۴۳-۲۵۰.

Abstract

A greenhouse experiment were done in a calcareous soil with nickel treatments at four levels (۰, ۱۰, ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni kg^{-1} soil) from pure nickel sulfate ($NiSO_4$) (Merck Co) source and iron from iron sulfate and Commercial sequestrine iron in five levels of ۰, ۱۰ and ۲۰ mg Fe kg^{-1} soil, according to two sources sequestrine (FeEDDHA) and iron sulfate on corn (single cross ۷۰۴). After ۹۰ days nickel and iron concentration were measured. The results showed that, with increasing levels of nickel, nickel concentration of shoot increased at levels ۱۰, ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni/kg soil, respectively, ۷۸.۱۸%, ۱۰۶.۴۱% and ۱۱۶.۹۷% compared to the control. With increasing levels of nickel in the soil, iron concentration of shoot significantly decreased at levels ۱۰, ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni/kg soil, respectively, ۸.۲۷%, ۱۶.۱۱% and ۳۲.۷۳% .

بررسی اثرات روش های مختلف کاشت و کم آبیاری بر عملکرد و اجزا عملکرد گندم

ابوالفضل هدایتی پور [۱]، مسعود دادیور [۱]، محمدعلی خودشناس [۱]، جواد قدبیک لو [۱]، مجید فروهر [۲]
۱- عضو هیئت علمی مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان های مرکزی، ۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

چکیده

به منظور بررسی تاثیر روشهای کشت در شرایط کم آبیاری، آزمایشی به صورت اسپلیت- اسپلیت پلات در سه تکرار در استان مرکزی انجام شد. تیمار های آبیاری درکرت اصلی ، روش کشت در کرت فرعی و تراکم بذر به عنوان کرت فرعی- فرعی در نظر گرفته شد. طبق نتایج اثر متقابل روش کاشت، تراکم بذر و آبیاری بر عملکرد دانه معنی دار بود، بالاترین عملکرد از اثر متقابل کاشت با استفاده از عمیق کار، آبیاری کامل و تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع بدست آمد. تیمار آبیاری بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه معنی دار شد. بالاترین عملکرد و وزن هزار دانه از آبیاری کامل بدست آمد. روش کاشت نیز بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه و طول ساقه تفاوت معنی داری داشت. بیشترین عملکرد و طول ساقه از کشت دو ردیف روی پشته، و بالاترین وزن هزار دانه از تیمار کاشت با عمیق کار ایجاد شد.

واژه های کلیدی: آبیاری ، تراکم بذر، روش کاشت، گندم،

مقدمه

طبق گزارش فائومصرف سرانه نان در ایران ، دو و نیم برابرمتوسط جهانی می باشد. ازطرفی جمعیت ایران در سال ۱۴۰۴ به حدود یکصد میلیون نفر افزایش خواهد یافت و برآورد فائو بیانگراین است که مصرف سرانه ایران تا آن زمان کاهش نخواهد یافت(فائو، ۲۰۱۲). بنابراین به هر شکل ممکن می بایست میزان تولید گندم را در کشور افزایش داده و از کاهش عملکرد مزارع فعلی جلوگیری نمود. اکثر شهرستان های استان مرکزی بر اساس تقسیم بندی اقلیمی، جزء اقلیم سرد وخشک تقسیم بندی شده است(کریمی،۱۳۷۸). بنابراین پس از برداشت محصولات پاییزه و اماده سازی زمین جهت کشت محصولات بهاره مدت زمان کمی در اختیارگیاه جهت رشد قرار دارد. این موضوع ضمن این که باعث محدودیت زمانی در کشت محصولات بهاری می شود، مشکل کمبود آب برای مراحل رشد اولیه این محصولات را نیز به دنبال دارد. عوامل فوق موجب می گردد کشاورز نتواند محصول خود را به موقع وارد بازار کرده و محصول تولیدی از کمیت و کیفیت مناسبی برخوردار نباشد. بدین جهت کشاورزان سعی می کنند محصولات بهاره را زودتر کشت نموده، تا بتوانند بر مشکلات فوق غلبه نمایند. چون زارعین منبع مستقلی جهت آبیاری محصولات بهاره ندارند، فاصله ابیاری در کشت گندم رادر پایان فصل رشد افزایش داده تا محصولات بهاره را آبیاری نمایند. این موضوع باعث ایجاد تنش آبی در گندم شده، و چون همزمان با پر شدن دانه گندم می باشد، تنش مذکور باعث افت شدید عملکرد وهمچنین کاهش کیفیت آن می گردد. احمد و همکاران(۲۰۱۰)تاثیر روش های کشت بر روی تولید گندم و میزان صرفه جویی در آب مصرفی را مورد بررسی قرار دادند . دراین آزمایشات که در منطقه فیض آباد پاکستان و در یک خاک لومی رسی انجام شد، دو روش کاشت مسطح وجوی وپشته ای را از نظر میزان مصرف آب مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که کشت گندم به صورت جوی پشته ای حد اقل ۳۵% ، صرفه جویی در مصرف آب را به دنبال دارد، میزان عملکرد دانه نیز در روش جوی و پشته ای حدود ۱۳%افزایش داشت. معتمدالشریعتی(۱۳۸۷) با آزمایشی که بر روی گندم آبی در مشهد انجام داد، به این نتیجه رسید که کشت به صورت پشته ای، با فاصله پشته ۶۰ سانتی متری و کاشت سه ردیف بر روی آن با حالت هیرم کاری عملکرد بهتری از خود نشان داده و افزایش عملکرد ی در حدود ۲۸% نسبت به شاهد داشته است. هدایتی پور (۱۳۸۳)با بررسی اثر تهیه بستر بذرو فواصل آبیاری بر روی عملکرد گندم آبی به این نتیجه رسید که تهیه بستر بذر باگ اوآهن قلمی و دو مرتبه دیسک و همچنین اعمال فاصله آبیاری هفت روز، بیشترین عملکرد رانسبت به تیمارهای دیگر از خود نشان داده است. محسنی موحد واکبری (۱۳۸۹) اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف گندم را در منطقه همدان را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این محققین حاکی است که تمام تیمار های کم آبیاری سبب کاهش عملکرد ماده خشک و وزن هزار دانه شده اند. همچنین دوره گلدهی حساسترین دوره به کمبود است و حذف آبیاری در این مرحله بیشترین کاهش عملکرد را به دنبال دارد. واریچ و همکاران (۲۰۰۴) چهار روش کشت گندم را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج این پژوهش، بیشترین کارآئی مصرف آب مربوط به روش کاشت پشته ای با ۶ ردیف بر روی پشته بود.

مواد و روش ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی با موقعیت ۱۰ ۷ ۳۴ عرض جغرافیایی و ۴۳ ۴۴ ۴۹ طول شرقی وبا ارتفاع ۱۶۹۰ متر از سطح دریا انجام گرفت. این پروژه در قالب طرح اسپلیت اسپلیت پلات در سه تکرار اجرا شد. تیمار آبیاری در کرت اصلی شامل: ۱- آبیاری نرمال(کامل) ۲- قطع آبیاری بعد از گرده افشانی ۳- قطع آبیاری ۲۰ روز بعد از گرده افشانی . روش کاشت در کرت فرعی شامل: ۱- کاشت بصورت دو ردیف روی پشته ۲- کاشت بصورت سه ردیف روی پشته ۳- کاشت بصورت مسطح و ۴- کاشت با دستگاه عمیق کار. و تراکم بذر در کرت فرعی فرعی شامل ۱- ۳۵۰ بذر در متر مربع ۲- ۴۵۰ بذر در متر مربع. در هر دو سال آزمایش اولین آبیاری در اوایل آبان ماه انجام شد. تعداد آبیاری کامل ۶ نوبت و برای تیمار های دیگر آبیاری، ۴ و ۵ نوبت در نظر گرفته شد. تراکم بذر شامل: ۱- ۳۵۰ بذر در متر مربع ۲- ۴۵۰ بذر در متر مربع .

نتایج و بحث

اثر تیمارهای روش کاشت، آبیاری و تراکم بذر:

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر متقابل سه عامل روش کاشت ، تراکم بذر و آبیاری بر عملکرد محصول معنی دار می باشد ، که بالاترین عملکرد از اثر متقابل آبیاری کامل، کشت با استفاده از عمیق کار و تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع بدست آمد. که با تراکم ۴۵۰ بذر و روش کشت دو ردیف بر روی پشته در تیمار آبیاری کامل تفاوت معنی داری نداشت.

اثر برهمکنش آبیاری و روش کاشت:

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که بر همکنش آبیاری و روش کاشت بر طول خوشه در سطح آماری ۱ درصد معنی دار می باشد. بالاترین طول خوشه در تیمار آبیاری کامل و کشت با استفاده از عمیق کار به میزان ۳/۱۰ سانتیمتر بدست آمد که با آبیاری کامل و کشت دو ردیف روی پشته تفاوت معنی داری نداشت.

اثر تیمار آبیاری:

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار آبیاری در سطح یک درصد بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه معنی دار گردید. بالاترین عملکرد و وزن هزار دانه به ترتیب به میزان ۴۵۰۱ کیلوگرم در هکتار و ۹۴/۳۲ گرم از تیمار آبیاری کامل حاصل شد. که با تیمار قطع آبیاری ۲۰ روز بعد از گرده افشانی تفاوت معنی داری نداشت. در واقع با توجه به این نتایج می توان گفت با کاهش یک دور آبیاری در اواخر فصل رشد، با کاهش محسوس عملکرد دانه مواجه نخواهد شد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمار آبیاری بر روی صفات آزمایشی

تیمار ابیاری	عملکرد دانه (Kg)	وزن هزار دانه (g)	طول خوشه (Cm)	طول ساقه (Cm)
آبیاری کامل	۴۵۰۱ a	۹۴/۳۲ a	۸۰/۹ a	۴/۸۱ a
قطع آبیاری ۲۰ روز بعد از گرده افشانی	۳۹۲۰ ab	۴۴/۳۰ ab	۰۵/۱۰ a	۳/۸۱ a
قطع آبیاری بعد از مرحله گرد افشانی	۳۳۷۹ b	۷۳/۲۷ c	۰۲/۱۰ a	۰/۸۱ a

اثر تیمار روش کاشت :

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که روش کشت در سطح یک درصد بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه و در سطح ۵ درصد روی طول ساقه معنی دار می باشد. با مشاهده جدول ۲ مشخص می شود که بالاترین عملکرد دانه از کشت دو ردیف بر روی پشته بدست آمد که با کشت بوسیله عمیق کار تفاوت معنی داری نداشت. بالاترین وزن هزار دانه از تیمار کشت با استفاده از عمیق کار بدست آمد که با کشت دو ردیف بر روی پشته تفاوت معنی داری نداشت. همچنین بیشترین طول ساقه هم از کشت دو ردیف بر روی پشته بدست آمد که با کشت بوسیله عمیق کار تفاوت معنی داری نداشت. یکی از دلایل کاهش عملکرد دانه در روش سه ردیف بر روی پشته دسترس کمتر رطوبت به ردیف وسطی می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمار روش کاشت بر روی صفات زراعی اندازه گیری شده

روش کاشت	عملکرد دانه (Kg)	وزن هزار دانه (g)	طول خوشه (Cm)	طول ساقه (Cm)

دو ردیف بر روی پشته	۴۲۱۲ a	۵۰/۳۱ a	۰۴/۱۰ a	۶/۸۲ a
سه ردیف بر روی پشته	۳۶۶۶ b	۳۹/۲۹ b	۹۴/۹ a	۳/۸۰ ab
کشت مسطح	۳۶۵۹ b	۷۷/۲۸ b	۸۳/۹ a	۹/۷۹ b
کشت با استفاده از عمیق کار	۴۱۹۶ a	۸۲/۳۱ a	۰۳/۱۰ a	۵/۸۲ a

در شرایطی که در مراحل نهائی رشد گندم کمبود آب یک مشکل اساسی محسوب می شود، مناسب ترین بذر کار در کشت آبی گندم دستگاه عمیق کار(کارنده ویژه مناطق دیم) می باشد. با حذف یک دور آبیاری ۲۰ روز پس از مرحله گرده افشانی در صورت استفاده از این دستگاه کاهش محسوسی در عملکرد دانه به وجود نخواهد آمد. در صورت نبود این دستگاه، کشت پشته ای به صورت دو ردیف بر روی پشته توصیه می شود. همچنین استفاده از دستگاه عمیق کار باعث کاهش ۱۳ درصدی مصرف آب(در مقایسه با دو ردیف بر روی پشته) می شود.

منابع

محسنی موحد،ا.اکبری،م.۱۳۸۹.اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد گندم رقم الوند.نشریه آب وخاک .ج.۲۵ ص. ۳۸۴-۳۹۴.

معمتدالشریعتی،ح.فلاح هوری،ا.اسودار،م.۱۳۸۷.مقایسه روش های کاشت روی پشته و مرسوم در شرایط خشکه و هیرمکاری بر عملکرد گندم و بازده ی آبی در منطقه مشهد.پنجمین کنگره ملی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون.مشهد.

هدایتی پور،ا.۱۳۸۷.اثر نوع خاکورزی و دور آبیاری بر عملکرد و شاخص برداشت گندم.پنجمین کنگره ملی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون.مشهد.

-Ahmad, M., Ghafoor, M., Farid, H. U. ۲۰۱۰. Effect of irrigation techniques on wheat production and water saving. Soil & Environ. ۶۹-۷۲ : (۱) ۲۹.

۱-

Abstract

In order to comparison of planting methods on yield and yield components in low irrigation conditions, An experiment was established at research farm of Agricultural and Natural Resourses Reserch Center of Markazi Province. Treatments were comparised in Split - Split plot desgine experiment with ۳ replications.Main plots were irrigation treatments , sub plots were planting methods and seed population as sub-sub plots.The results showed , interaction effects of planting methods, seed population and irrigation were significant on grain yield. The maximum yield obtained from interaction effect of deep planting, ۳۵۰ seeds and full irrigation. Irrigation treatment was significant on yield and ۱۰۰۰ grains weight. The maximum yield and ۱۰۰۰ grains weight attained from full irrigation.Effect of planting method treatments were significant on yield , ۱۰۰۰ grains weight and stem elongation. The maximum yield and stem elongation attained from planting ۲ rows on a bed and maximum ۱۰۰۰ grains weight obtained from deep planting.

راهکارهای کاهش مصرف کودهای نیتروژنه با فن آوری کلروفیل متر در زراعت گندم آبی

جعفر شهابی فر
عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین

چکیده

نیتروژن یک عنصر پویا در خاک و گیاه بوده که مصرف آن به میزان بیش از نیاز گیاه علاوه بر اینکه سبب آلودگی منابع آب ، خاک و گیاه می شود، موجب کاهش کیفیت محصول نیز خواهد شد. یکی از راهکارهای مناسب در تعیین مقدار صحیح و به موقع کود نیتروژنی استفاده از دستگاه کلروفیل متر است. به منظور تعیین نیاز گندم به نیتروژن با استفاده از میزان کلروفیل برگ آزمایشی در شرایط مزرعه با استفاده از ۶ تیمار کود نیتروژنی شامل صفر، ۱۰۰ ، ۱۵۰ ، ۲۰۰ ، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به مدت یک سال به مرحله اجرا در آمد. با توجه به این که در مرحله ساقه دهی (پس از اعمال کود سرک نیتروژنه در مرحله پنجه زنی) قرائت برگ های گندم با استفاده از دستگاه کلروفیل متر انجام و در مزرعه عدد ۴۵ تعیین شد ، این عدد به عنوان عدد مرجع کلروفیل متر تعیین و مقادیر کود سرک نیتروژن در مرحله ساقه دهی محاسبه و در صورت نیاز در اختیار کرت های آزمایشی قرار گرفت. نتایج نشان داد که می توان با استفاده از دستگاه کلروفیل متر و توصیه سرک کود نیتروژنی مقادیر نیترات خاک و گیاه را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: کلروفیل متر،کود، گندم، نیتروژن

مقدمه

نیتروژن یکی از مهمترین عناصر محدود کننده تولید در اکثر خاکهای زراعی است. استفاده متعادل از کودهای نیتروژنه در تولید اقتصادی محصولات زراعی و جلوگیری از آلودگی آبهای سطحی وزیرزمینی اهمیت زیادی دارد. استفاده ناکافی از کودهای نیتروژنه منجر به کاهش عملکرد و زیادی آن سبب ورس و تشدید بیماریها در گندم شده و در نهایت عملکرد کاهش و هزینه ها افزایش می یابد. در راستای کاهش مصرف کودهای نیتروژته به منظور حفظ محیط زیست، افزایش راندمان مصرف کودهای نیتروژنه و تعیین زمان مناسب در مصرف نیتروژ ن در گندم ، یکی از راهکارهای موثر استفاده از دستگاه کلروفیل متر است. بررسی های متعددی گویای این نکته مهم است. مصرف سرک کودهای نیتروژنه در بهار راندمان استفاده از کود را افزایش داده و باعث افزایش عملکرد می شود. برای تعیین دقیق میزان کود نیتروژنه برای محصولات مختلف از جمله گندم نیازمند تجزیه خاک و برگ است. این اندازه گیری ها نیاز به هزینه و زمان دارد و استفاده از آن برای همه تولید کنندگان امکان پذیر نیست.یکی از روش های تشخیص کمبود نیتروژن در گیاه استفاده از علائم ظاهری مانند رنگ برگ می باشد. تحقیقات نشان داده که شدت رنگ برگ همبستگی مثبتی با میزان کلروفیل و وضعیت نیتروژن برگ دارد.

بدیهی است از جمله کودهای شیمیایی که می تواند به دلیل آبشویی زیاد ایجاد آلودگی های زیست محیطی را بنماید کودهای نیتروژنه است. به دست آوردن راهی که بتواند وضعیت تغذیه گیاه را نسبت به نیتروژن در مزرعه مشخص نمایدضروری است . یکی از این روش ها استفاده از دستگاه کلروفیل متر می باشد که قادر است شدت سبزینه گیاه را سریعا تعیین نماید. (سماوات ۱۳۸۰و Schepers, ۱۹۹۲).

در تحقیقی که بر روی همبستگی میزان کلروفیل برگ و نیتروژن برگ در گیاه ذرت انجام شد ، مشاهده شد که همبستگی خطی مثبتی بین این دو عامل وجود دارد (Smeal & etal., ۱۹۹۴).

در تحقیق بر روی گندم نشان دادند که بهترین همبستگی بین میزان محصول و جذب نیتروژن در مرحله رشد ۵ می باشد (Follet, ۱۹۹۲ & Todd, ۱۹۹۳).

محققان با استفاده از دستگاه کلروفیل متر به منظور پیش بینی میزان نیترات پای بوته در ذرت نشان دادند که در مرحله ۶ برگی عدد کلروفیل متر ۴/۴۳ به منظور حد بحرانی نیتروژن قابل توصیه است (Minar, ۱۹۸۹).

در تحقیقی که بر روی گندم دیم انجام پذیرفت ملاحضه گردید که عواملی نظیر اقلیم ، واریته ، رطوبت و میزان نیتروزن در خاک بر روی شدت سبزینگی و عدد کلروفیل متر تاثیر زیادی دارند (Ercoli & Mariotii, ۱۹۹۳).

پژوهشگران در تحقیقی بر روی گندم نشان دادند که اندازه گیری کلروفیل شاخص مطمئن تری نسبت به غلظت نیتروژن در برگ در تخمین نیتروژن از خاک می باشد. (Piekielek, ۱۹۹۲ & Schadchina, ۱۹۹۵)

یکی از مهمترین دلایل کاهش کارایی مصرف نیتروژن در ایران و بسیاری از کشورهای در حال توسعه اعمال توصیه های کودی بدون توجه به نوسانات فراهمی نیتروژن در طول فصل رشد می باشد، زیرا در این توصیه ها در اغلب مواقع توجهی به نیاز متفاوت رقم زراعی و پدیدههایی همچون معدنی شدن نیتروژن ویا اتلاف نیتروژن از طریق آبشویی و تصعید نمی شود. گیاهان زراعی نیاز به مقدار خاصی نیتروژن دارند چنانچه کشاورزان بتوانند مقدار عرضه نیتروژن را دقیقا بر اساس شرایط واقعی گیاه و نیاز آن به عناصر غذایی تنظیم کنند به میزان زیادی از اتلاف کود جلوگیری خواهد شد. کاربرد کود نیتروژن با توجه به میزان نیتروژن موجود در

برگهای گیاهان یکی از راهکارهای علمی و عملی برای افزایش کارایی مصرف کود می باشد. از آنجا که وجود رابطه خطی بین میزان کلروفیل برگ و مقدار نیتروژن آن به اثبات رسیده است میتوان با استفاده از دستگاه کلروفیل متر به صورت غیر مستقیم میزان نیتروژن موجود در برگها را نیز تخمین زد. سرعت اندازه گیری توسط این دستگاه به کشاورزان این اجازه را می دهد که بلافاصله پس از تشخیص کمبود نیتروژن و در زمان نیاز واقعی گیاه اقدام به مصرف کود کنند و از افراط و تفریط در زمینه مصرف کودهای نیتروژنی جلوگیری شود (رستمی ۱۳۹۱).

مواد و روش ها

دستگاه کلروفیل متر قادر است میانگین میزان شدت سبزی برگهای مختلف در یک گیاه را در یک لحظه اندازه گیری نماید. شدت سبزی برگ تابعی از میزان کلروفیل بوده و بررسی ها نشان داده است که در گیاه گندم بین این همبستگی ها در بیشتر شرایط رابطه بسیار نزدیکی وجود دارد. کلروفیل متر غلظت نسبی کلروفیل برگ را بر اساس مقدار نور عبور کرده از برگ، در دو طول موجی که جذب کلروفیل در آن‌ها تفاوت دارد، نشان می‌دهد. بیشترین جذب کلروفیل در دو طول موج قرمز و آبی و کمترین جذب در طول موج سبز بوده و در طول موج مادون قرمز کلروفیل هیچ جذبی ندارد. بنا براین اساس کار این دستگاه بر مبنای اختلاف بین نور قرمز تابیده شده به برگ با نور قرمزدور عبور کرده از برگ می باشد. زیرا نور قرمز در صورت زیاد بودن کلروفیل در برگ به مقدار بیشتری جذب می شود. بر این اساس طول موج انتخاب شده برای اندازه‌گیری بوسیله دستگاه، طول موج قرمز (که بیشترین جذب را داشته و تحت تاثیر کاروتن قرار نمی‌گیرد) و طول موج مادون قرمز (که جذب آن بسیار کم است) می‌باشد. نحوه کار کلروفیل متر بدین ترتیب است که در قسمت اول Illuminating یا تولیدکننده نور قرار داشته و نور قرمز و مادون قرمز تولید می‌کند و نور پس از گذشتن از نمونه برگ به یك سری گیرنده یا Receptors رسیده که نور عبوری را به علایم الکتریکی آنالوگ تبدیل می‌کند. این علائم به وسیله یك آمپلی‌فایر تقویت شده و پس از آن بوسیله یك تبدیل کننده به علائم دیجیتال تبدیل می‌شود. سپس آن علائم به وسیله میکرو پروسسور تفسیر شده و عدد دیجیتالی در صفحه نمایش نمایان شده و به صورت اتوماتیك در حافظه نگهداری می‌شود. باید توجه داشت که عدد SPAD به هیچ عنوان مقدار کلروفیل را مشخص نمی‌کند بلکه تخمینی از غلظت کلروفیل را نشان می دهد. این عدد همبستگی بالایی با مقدار کلروفیل برگ دارد. در ابتدا پس از روشن کردن دستگاه یکبار آن را بدون قرار دادن برگ در محفظه برگ قرائت نمایید تا دستگاه کالیبره شود و سپس کار قرائت را از ۳ نقطه از هر برگ انجام و بعد میانگین سه نقطه را با دگمه اوریج مشخص کنید. لازم به ذکر است نمونه برداری نباید از روی رگبرگ ها انجام شود. عدد اسپاد همبستگی بالایی با میزان کلروفیل و نیتروژن در برگ دارد. جلوگیری از مصرف بی رویه کودهای نیتروژنی و آلودگی محیط زیست و به دست آوردن راهی که بتواند وضعیت تغذیه ای گیاه را نسبت به نیتروژن در مزرعه مشخص نماید ، ضروری است. یکی از این روش ها، استفاده از دستگاه کلروفیل متر می باشد که قادر است شدت سبزینه گیاه را تعیین نماید. (حسیبی. ۱۳۸۶)

این آزمایش به منظور تعیین نیاز گندم با استفاده از میزان کلروفیل برگ با ۶ تیمار کود نیتروژنه شامل صفر، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به مرحله اجرا در آمد. با توجه به این که در مرحله ساقه دهی (پس از اعمال کود سرک نیتروژنه در مرحله پنجه زنی) قرائت برگ های گندم با استفاده از دستگاه کلروفیل متر انجام و در مزارع آزمایش ۴۵ تعیین شد، با استفاده از فرمول: $N = ۶+(۷*D)$ که در آن N: مقدار کود نیتروژنه مورد نیاز در مرحله ساقه رفتن گندم ، D: اختلاف بین قرائت عدد کلروفیل متر ودر نقاط مرجع و مزرعه محاسبه و در اختیار گیاه قرار گرفت . گفتنی است قبل از اجرای آزمایش از قطعات مورد نظر نمونه برداری مرکب خاک انجام گردید و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل : بافت ، pH ، کربن آلی، فسفر قابل جذب ،پتاسیم قابل جذب ، هدایت الکتریکی و کربنات کلسیم اندازه گیری شد. کودهای شیمیایی فسفری و پتاسیمی بر اساس آزمون خاک به ترتیب از منابع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به طور یکنواخت قبل از کاشت در تمام تیمارها استفاده شد. ۳/۱ کود نیتروژنه در زمان کاشت و بقیه در زمان پنجه دهی و در صورت نیاز بر اساس قرائت کلروفیل متر در مرحله ساقه رفتن مصرف گردید. مقادیر نیترات موجود در خاک نیز در این مرحله اندازه گیری شد. ابعاد کرت ها ۲۰= ۵ ×۴ متر مربع به فاصله ۱ متر و فاصله میان تکرارها ۲ متر بود. نتایج حاصله از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع مورد آزمایش در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول شماره۱ - نتایج حاصله از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع مورد آزمایش

عمق (cm)	pH	هدایت الکتریکی (dS /m)	بافت	کربنات کلسیم (%)	فسفرقابل جذب mg/kg	پتاسیم قابل جذب mg/kg	کربن الی (%)	نیتروژن کل (%)
۳۰-۰	۱۹/۸	۵۲/۱	لوم رسی	۳/۱۴	۲۴/۱۹	۵۱۰	۸۳/۰	۰۹/۰

نتایج و بحث

الف- تجزیه واریانس: میانگین مربعات داده های آزمایش (جدول شماره ۲) نشان می دهد:
فاکتور کود نیتروژنه بر صفت عملکرد دانه در سطح ۱ % معنی دار شده است .

فاکتور کود نیتروژنه با مقادیر نیترات خاک معنی دار نشده است.
فاکتور کود نیتروژنه با مقادیر وزن هزاردانه معنی دار نشده است.

جدول ۲- میانگین مربعات مربوط به داده های طرح در مزارع اجرا شده

منابع تغییر	درجه ازادی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	نیترات خاک
تکرار	۲	۷۲۲/۵۸۰۸۷	۰۴۲/۲	۵۱۵/۳
فاکتور نیتروژن	۵	۷۵۶/۸۸۱۸۲۸ **	۳۳۵/۷ ns	۲۷۴/۱۰ ns
اشتباه آزمایشی	۱۰	۰۵۶/۱۴۱۷۲۴	۷۸۴/۳	۴۵۹/۹
CV(%)	-	۶۳/۶	۴۳/۴	۵۳/۲۴

.معنی دارنیست ns. در سطح ۱% معنی دار است -**

ب- مقایسه میانگین: مقایسه میانگین داده های طرح در جدول شماره ۳ آمده است . نتایج حاصله از جدول نشان می دهد : بیشترین میزان عملکرد دانه از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در به میزان ۶۳۷۳ کیلو گرم در هکتار دانه گندم به دست آمده است که نسبت به تیمار شاهد ۱۲۵۷ کیلو گرم در هکتار افزایش عملکرد معنی دار ی نشان می دهد . در این تیمار در مرحله دوم سرک نیتروژن با استفاده از دستگاه کلروفیل متر کود اوره توصیه نگردید. زیرا عدد قرائت شده بیشتر از ۴۵ بود. بنابر این با استفاده از فن آوری توصیه کود نیتروژن هدر مرحله سرک در زراعت گندم آبی به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار صرفه جویی در مصرف کود نیتروژنه از منبع اوره به دست آمد. در این مرحله از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه (اوره) ۵۰ کیلو گرم در هکتار در مرحله پایه و ۵۰ کیلوگرم در هکتار دیگر در مرحله سرک اول در زمان پنجه زنی استفاده شده بود و به دلیل قرائت دستگاه کلروفیل متر به مقادیر بیش از عدد مرجع نیازی به استفاده از کود نیتروژنه در این مرحله از رشد نبود.

این تیمار با تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه (اوره) در یک گروه آماری قرار داشت که به میزان قابل توجهی کاهش مصرف کو د نیتروژنه را نشان داد.

جدول شماره ۳ - مقایسه میانگین داده های مکان های اجرای طرح (دانکن ۵%)

تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن هزار دانه (g)	نیترات خاک (mg/kg)
N۰	۵۱۱۶ b	۳۰/۴۴ a	۳۳/۱۱ a
N۱۰۰	۵۳۱۶ b	۴۷/۴۵ a	۱۰/۱۳ a
N۱۵۰	۶۳۷۳ a	۴۷/۴۵ a	۶۹/۱۳ a
N۲۰۰	۵۴۲۹ b	۸۳/۴۳ a	۵۴/۱۴ a
N۲۵۰	۶۳۴۹ a	۶۰/۴۱ a	۵۴/۱۳ a
N۳۰۰	۵۴۷۴ b	۵۳/۴۲ a	۴۷/۹ a
CV(%)	۶۳/۶	۴۳/۴	۵۳/۲۴

پرویزی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی تحت عنوان براورد سرک ازت با استفاده از دستگاه کلروفیل متر در زراعت گندم آبی عدد ۲۸ را برای بیشترین میزان همبستگی بین عملکرد دانه و ازت گیاه و عدد کلروفیل متر در مرحله ساقه‌دهی برای رقم گندم چمران بدست آوردند و مصرف حداقل ۲۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار برای تولید بیش از ۵ تن در هکتار گندم پیشنهاد کردند.

معبودی و طهرانی در استفاده از کلروفیل متر برای توصیه سرک نیتروژن در شرایط گلخانه ای نشان دادند که تجزیه شیمیایی برگ ها و مقایسه آن با قرائت کلروفیل متر مقادیر مختلف کود نیتروژنه با درجه سبزینگی گندم همبستگی مثبت و معنی داری دارد. بهترین عدد کلروفیل متر جهت توصیه کودی در شرایط آزمایش انجام شده در مرحله ساقه‌دهی،۵/۴۸ تعیین شد. در این آزمایش بالاترین سطح عملکرد با به کار بردن ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره ایجاد شد.

منابع

پرویزی، ف و همکاران. ۱۳۹۰. برآورد سرک ازت با استفاده از دستگاه کلروفیل متر در زراعت گندم آبی. خلاصه اطلاعات - دستاوردهای جدید تحقیقاتی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.ایران. تهران.

حسیبی، پ. ۱۳۸۶. بررسی فیزیولوژیکی اثر تنش سرما در مرحله‌ی گیاهچه‌ای ژنوتیپ‌های مختلف برنج. رساله دکتری دانشگاه شهید چمران اهواز. ص.۱۴۵.

رستمی، م. ۳۹۱. افزایش کارایی نیتروزن از طریق کاربرد علمی دستگاه کلروفیل متر. همایش ملی خاک، کشاورزی پایدار. دانشگاه ملایر. ایران.

سماوات، س. ۱۳۸۰. بررسی نیاز غذایی ذرت با استفاده از میزان کلروفیل برگ . گزارش نهایی شماره ۱۱۲۰ ، موسسه تحقیقات خاک و آب .تهران. ایران.

معبودی،ن و محمد مهدی طهرانی. ۱۳۸۸. استفاده از کلروفیل متر برای توصیه سرک نیتروژن در شرایط گلخانه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه پیام نور استان تهران. دانشکده علوم پایه. تهران. ایران.

-Ercoli L. and Mariotti . M. ۱۹۹۳. Relationship between nitrogen and chlorophyll content and spectral properties in maize leaves. European Journal of Agronomy ,۲: ۱۱۳-۱۱۷.

-Follett R. H. Follett R. F. and Halvorson , A.D.۱۹۹۲. Use of chlorophyll meter to evaluate nitrogen status of dryland winter wheat. Communication in Soil Science and Plant Analysis .۲۳: ۶۸۷-۷۱۸.

-Minar J. Vichercova. M. Zehnalek .J.۱۹۸۹. Influence of nitrogen foliar nutrition of chlorophyll and mineral element contents in maize plant cultivated under lower nitrogen conditions. -----Scripta facultaties Scientiarum Naturalium University Purkynia nae Brunenci. ۱۹: (۱-۲) ,۳۷-۴۸.

Piekielek , W.P. and Fox , R.H. ۱۹۹۲. Use of chlorophyll meter to predict Sidedress nitrogen reguirements for maize . Agr.J. ۸۴(۱) ۵۹-۶۵.

-Schadchina T.M. and V.V . Dmitriva. ۱۹۹۵. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil . Journal of Plant Nutrition .۱۸(۷). ۱۴۲۷-۱۴۳۷.

-Schepers J.S. Francis. ۱۹۹۲. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter reading . Com in soil science and plant Analysis. ۲۳:۱۷-۲۰) ۲۱۷۳- ۲۱۸۰

-Smeal . d. and Zhang, H. ۱۹۹۴. chlorophyll meter evaluation of nitrogen management in corn . Communication in Soil Science and Plant Analysis . ۲۵:۹-۱۵.

Abstract:

Nitrogen is dynamic element in the plant and soil. When this element was using very high, that is polluted them and decreasing product quality. One of the suitable ways for determining use of amount and time nitrogen Fertilizers is chlorophyll meter set. This search was conducted for nutrition side dress the recommendation in wheat by chlorophyll meter set.Treatments were as followed: Nitrogen levels from urea fertilizer (۰,.۱۰۰,۱۵۰,۲۰۰,۲۵۰,۳۰۰ Kg/ha) was conducted in Randomized complete block design in ۳ replications for ۱ years. In shooting stage used urea by reading chlorophyll meter set. Chlorophyll meter number in this project determined ۴۵. Amounts of nutrition side dress from nitrogen for wheat based on this number. Results showed that with using chlorophyll meter set can reduce concentrations amounts of soil and plant nitrate.

تأثیر محلول‌پاشی پلی‌آمین‌های آزاد و نیتروژن بر رشد و عملکرد پسته

مریم حسنی کیشه [۱] و وحید مظفری [۲]

۱ـ دانشجوی کارشناسی ارشد،گروه مهندسی علوم خاک،دانشکده کشاورزی،دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان ۲ـ دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی،دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده

ریزش جوانه‌های گل و میوه‌ها از جمله مشکلات فیزیولوژیکی درختان پسته می‌باشند که ارتباط نزدیکی با کاهش عملکرد درختان پسته دارند. بدین منظور آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در یک باغ پسته انجام گرفت. تیمارها شامل اوره (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد)، پوتریسین (۰ و ۰/۵ میلی‌مول برلیتر)، اسپرمین (۰ و ۰/۲ میلی‌مول برلیتر) و اسپرمیدین (۰ و ۰/۲ میلی‌مول برلیتر) بودند. محلول‌پاشی در دو مرحله انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تشکیل میوه اولیه به دلیل برطرف نشدن نیاز سرمایی درختان پسته معنی‌دار نگردید. لیکن برهمکنش رشد رویشی (اندازه‌گیری طول شاخه‌های سال جدید) تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت و معنی دار گردید. نتایج مقایسه میانگینها نشان داد که محلول‌پاشی پلی‌آمین‌ها منجر به افزایش رشد رویشی گردید هر چند که این افزایش معنی‌دار نگردید. همچنین نتایج نشان داد که مصرف اسپرمیدین در سطح سوم و چهارم نیتروژن و مصرف پوتریسین بدون مصرف نیتروژن منجر به کاهش رشد رویشی گردید.

واژهای کلیدی : پوترسین، اسپرمین، اسپرمیدین، ازت، پسته

مقدمه

به دلیل نقش مهم پسته در صادرات و جایگاه آن به عنوان یکی از منابع تأمین ارز، برداشتن قدم‌های مؤثر برای افزایش تولید و کیفیت این محصول لازم و ضروری به نظر می‌رسد.می‌رسد.پژوهش‌های مختلفی برای درک علل ریزش جوانه‌های گل در پسته انجام شده است. مطالعات اولیه علت این پدیده را به رقابت بین جوانه‌های گل و میوه‌های در حال نمو برای جذب کربوهیدراتها و متابولیت‌هامرتبط دانسته‌اند (Crane & Iwakir,۱۹۸۱)، در حالی‌که برخیگزارش‌ها نشان دادند که کمبود برخی عناصر معدنی نیز در وقوع این پدیده نقش دارند (Picchioni et al., ۱۹۹۷;). یکی دیگر از علل ریزش جوانه‌ها عدم بر طرف شدن نیاز سرمایی برای شکستن رکود گیاه است. رکود دستاورد طبیعت است که گیاهان چندساله را قادر می‌سازد تا در جریان وجود شرایط طبیعی کشنده زنده بمانند. پلی‌آمین‌ها گروه جدیدی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که امروزه به عنوان هورمون‌های گیاهی شناخته و در بسیاری از فرآیندهای رشد و نمو نقش دارند. نقش پلی‌آمین‌ها به عنوان ترکیبات ضد پیری و ضد تنش به تأثیر آنها در جلوگیری از رادیکال‌های آزاد مربوط می‌شود. این ترکیبات به دلیل داشتن بارهای مثبت، به عنوان دهنده الکترون و ایجاد کننده کمپلکس با ترکیبات دارای رادیکال آزاد محسوب شده و در نتیجه از تجمع این ترکیبات مضر که باعث تسریع در پیری و ایجاد تنش در سلول‌ها می‌شوند جلوگیری می‌کنند.

پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین، گروهی از پلی‌آمین‌های با وزن مولکولی کم و آلفاتیک می‌باشند که در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژی چون پیری، تنش، تنظیم بیان ژن، نسخه‌برداری، تکثیر یاخته‌ای، پایداری غشای یاخته‌ای و فعال کردن دریچه‌های یونی شرکت دارند. همچنین در سنتز پروتئین‌ها با تنظیم پلی‌زوم‌ها شرکت داشته و با پایدار نگه داشتن غشای دو لایه منجر به یکنواختی کلروپلاست و جلوگیری از تخریب آن می‌گردد. محلول‌پاشی به عنوان یک نوع مدیریت مهم برای رشد و ازدیاد میوه مطرح شده است. در این آزمایش ابتدا تأثیر محلول‌پاشی اوره و پلی‌آمین‌های آزاد پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین را در ریزش جوانه‌های گل و در نتیجه کاهش سال‌آوری تعیین نموده و در پایان تأثیر آنها بر کمیت و کیفیت محصول پسته مورد سنجش قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی محلول‌پاشی پلیآمینهای آزاد و نیتروژن بر تشکیل میوه و برخی خصوصیات رشدی پسته (رقم اوحدی)، یک باغ دو هکتاری پسته که از نظر قطر تنه، ارتفاع، قطر سایه‌انداز و سن (۸ ساله) تقریبا با هم یکسان بودند، انتخاب گردید. در این باغ فاصله ردیف‌ها از هم ۶ متر و فاصله هر درخت با درخت بعدی روی هر ردیف دو متر بود. آبیاری درختان به روش قطرهای انجام گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل اوره در چهار سطح (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد)، پوترسین در دو سطح (۰ و ۰/۵ میلی‌مول بر لیتر)، اسپرمین در دو سطح(۰ و ۰/۲ میلی‌مول بر لیتر) اسپرمیدین در دو سطح (۰ و ۰/۲ میلی‌مول بر لیتر) ودر مجموع ۴۸ درخت مورد آزمایش قرار گرفت و از هر درخت دو شاخه انتخاب و علامت‌گذاری گردید. محلولپاشی در دو زمان متورم شدن جوانه‌ها (۹/۱/۱۳۹۴) و پس از زمان گلدهی(۳۱/۱/۱۳۹۴) در اوایل صبح، هنگامی که سرعت باد در حداقل و دمای هوا مناسب بود تا مرحله آبچک برای هر تیمار انجام شد.

پس از محلول‌پاشی، تعداد جوانههای گل و میوههای موجود بر روی شاخههای تعیین شده هر درخت تحت تیمار، در دو زمان ۲۳ فروردین و ۱۰ اردیبهشت مورد شمارش قرار گرفت و در نهایت تشکیل میوه اولیه از رابطه زیر محاسبه شد:

تعداد کل جوانه‌های گل/تعداد میوه پس از مرحله‌ی گلدهی = تشکیل میوه اولیه

همچنین برای بررسی رشد رویشی در ۱۵/۲/۱۳۹۴ طول شاخه‌های سال جدید هر درخت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ۹۱ انجام و برای رسم نمودارها از EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تأثیر برطرف نشدن نیاز سرمایی گیاه بر ریزش جوانه‌ها و به دنبال آن تشکیل میوه اولیه بسیار بیشتر از تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش بوده است(راحمی، م.۱۳۸۹). تأثیر این عامل محیطی به گونه‌ای بوده است که تقریباً حدود ۹۰ درصد جوانه‌ها ریزش داشتند. با توجه به عدم کنترل عوامل محیطی، و نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که تأثیر هیچ‌کدام از تیمارها بر تشکیل میوه اولیه معنی‌دار نشد (جدول ۱). پژوهش‌های انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که ارتباط نزدیکی بین پلی‌آمین‌های درون‌زای جوانه‌های گل و درصد ریزش آنها وجود دارد، به گونه‌ای که در زمان ریزش جوانه‌های گل غلظت پلی‌آمین‌های درون‌زای جوانه‌ها بخصوص اسپرمین کاهش می‌یابد (Roussos *et al*., ۲۰۰۴.) به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی پلی‌آمین اسپرمین از طریق افزایش غلظت این ماده در شاخه‌ها نقش مهمی در جلوگیری از ریزش جوانه‌های گل ایفا می‌نماید. برخی پژوهش‌ها نشان دادند که میزان پلی‌آمین‌های آزاد در گل‌ها و میوه‌های درختان انگور، آلو و مرکبات با رشد و نمو میوه ارتباط دارد و کاهش این مواد در گل‌ها و میوه‌ها منجر به افزایش شدت ریزش آنها می‌گردد (Arias *et al*., ۲۰۰۵). از طرفی مشخص شده است که کاربرد خارجی پلی‌آمین‌های آزاد در درختان انبه و لیچی از ریزش شدید میوه‌ها جلوگیری می‌کند (Malik & Singh.,۲۰۰۶).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برهم‌کنش نیتروژن و پوترسین، اسپرمین، اسپرمیدین بر تشکیل میوه و رشد رویشی (طول شاخه بر حسب سانتیمتر) درختان پسته رقم اوحدی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		تشکیل میوه	طول شاخه
پوترسین	۱	۶۳/۲۲ ns	۲۰/۱۰۷۷ ns
نیتروژن	۳	۹۱/۱۸ ns	*۲۶/۷۹۴۵
پوترسین× نیتروژن	۳	۴۸/۵ ns	۳۵/۱۱۷۷ ns
اسپرمین	۱	۸۱/۱۰ ns	۴۰/۱۱۸۹ ns
نیتروژن	۳	۵۷/۱۴ ns	۲۰/۱۵۱۰ ns
اسپرمین× نیتروژن	۳	۵۲/۱۵ ns	۴۵/۱۴۸۶ ns
اسپرمیدین	۱	۶۴/۱۱ ns	۶۸/۶۸ ns
نیتروژن	۳	۶۶/۱۲ ns	*۰۳/۶۷۵۷
اسپرمیدین× نیتروژن	۳	۹۷/۱۵ ns	۶۲/۵۶۸۲ ns

غیرمعنی‌دار و * در سطح ۰۵/۰ معنی‌دار ns

در رابطه با رشد رویشی نتایج مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که در شرایط مصرف ۵/۰ مول در لیتر پوتریسین به کاربردن نیتروژن در سطح سوم (یک درصد) نسبت به سطح دوم (۵/۰ درصد) رشد رویشی را ۹۳ درصد کاهش می‌دهد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و پلی‌آمین پوتریسین بر رشد رویشی(طول شاخه بر حسب سانتی‌متر) درختان پسته رقم اوحدی

نیتروژن (درصد)	پوتریسین (میلی‌مول در لیتر)	
	۰	۵/۰
۰	۱/۱۳۴۲ ab	۳/۱۲۲۴ ab
۵/۰	۷/۱۴۴۶ ab	۴/۱۹۷۸ a
۱	۳/۱۰۰۱ b	۳/۱۰۲۲ b
۵/۱	۸/۱۷۲۸ ab	۱/۱۸۳۰ ab

میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین مشخص شد که در شرایط فقدان اسپرمیدین با مصرف ۲/۰ مول در لیتر اسپرمیدین در سطح چهارم نیتروژن (۵/۱ درصد) رشد رویشی ۷۰ درصد کاهش یافت. با مصرف ۲/۰ مول در لیتر اسپرمیدین، مصرف ۱ و ۵/۱درصد نیتروژن نسبت به شاهد رشد رویشی را به طور قابل ملاحضه‌ای کاهش می‌دهند (جدول ۳). گزارشات نشان داد که افزودن پلی‌آمین‌ها به محیط کشت، باعث افزایش طول شاخساره‌های فندق شد (Nas.,۲۰۰۴). به نظر می‌رسد که پلی‌آمین‌های خاصی در غلظت‌های ویژه‌ای در طی مراحل بحرانی از رشد و ریخت‌زایی نیاز است (Kakkar et al.,۲۰۰۰).

جدول ۳- مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و پلی‌آمین اسپرمیدین بر رشد رویشی(طول شاخه بر حسب سانتی‌متر) درختان پسته رقم اوحدی

نیتروژن (درصد)	اسپرمیدین (میلی‌مول در لیتر)	
	۰	۲/۰
۰	۱/۱۳۴۲ abc	۹/۲۱۰۹ a
۵/۰	۷/۱۴۴۶ abc	۵/۱۵۵۴ abc
۱	۳/۱۰۰۱ bc	۳/۸۵۶ c
۵/۱	۸/۱۷۲۸ ab	۶/۱۰۱۱ c

میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک بر اساس ازمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

منابع

راحمی، م.۱۳۸۹. درختان میوه معتدله در اقلیم‌های گرم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Arias M., Carbonell, J. &Agusti, M. (۲۰۰۵). Endogenous free polyamines and their role in fruit set oflow and high parthenocarpic ability citrus cultivars. *Journal of Plant Physiology*, ۱۶۲, ۸۴۵-۸۵۳.

Crane, J. C. &Iwakiri, B. T. (۱۹۸۱). Morphology and reproduction of pistachio. *Horticultural Review*, ۳, ۲۰, ۱۰۹۲-۱۰۹۳.

Kakkar, R. K., P. K. Nagar., P.S. Ahuja and V.K. Rai., ۲۰۰۰. Polyamines andmorphogenesis. Biologia plantarum ۴۳ (۱): ۱-۱۱.

Malik, A. & Singh, Z. (۲۰۰۶). Improved fruit retention, yield and fruit quality in mango with exogenousapplication of polyamines. *ScientiaHorticulturae*, ۱۱۰, ۱۶۷-۱۷۴.

Nas, M.N., ۲۰۰۴. Inclusion of polyamines in the medium improves shoot elongation inhazelnut (*Corylus avellana* L.) micropropagation. Turk J. Agric for ۲۸: ۱۸۹-۱۹۴.

Picchioni, G. A., Brown, P. H., Weinbaum, S. A. & Muraoka, T. T. (۱۹۹۷). Macronutrient allocation toleaves and fruit of mature, alternate-bearing pistachio trees: magnitude and seasonal patterns at thewhole-canopy level. *Journal of American Society for Horticultural Science*, ۱۲۲, ۲۶۷-۲۷۴.

Roussos, P. A., Pontikis, C. A. &Zoti, M. A. (۲۰۰۴). The role of free polyamines in the alternate-bearingof pistachio (*Pistaciavera*cv. Pontikis). *Trees*, ۱۸, ۶۱-۶۹.

Abstract

Loss buds, flowers and fruits such as pistachio trees are physiological problems that are closely related to the decline in performance of pistachio trees. For this purpose a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted in a pistachio orchard. Treatments include urea (۰, ۰.۵, ۱ and ۱.۵ percent) putrecini (۰ and ۰.۵ mmol l) Espermine (۰ and ۰.۲ mmol l), and Espermidine (۰ and ۰.۲ mmol l) respectively. Spraying was conducted in two phases. Analysis of variance showed that the initial fruit of pistachio trees disappear cold need not significant. But the interaction of growth (measured along the branches of the new year) was affected by the treatments was significant. The comparison results showed that spraying Espermine despite the positive impact of early fruit set no noticeable effect on growth. Putrescine and Espermidine to the negative effect on consumption of raw fruit and vegetative growth.

اثر کاربرد ورمی کمپوست بر ارتفاع، وزن خشک و تعداد برگ گیاه گندم تحت تنش شوری

زهره زارعی نژاد [۱]، عبدالمجید رونقی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز ، ۲- استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
به منظور بررسی اثر شوری و کاربرد ورمی کمپوست بر ارتفاع، تعداد برگ و وزن خشک گیاه گندم تحقیقی در شرایط گلخانه طراحی و اجرا شد. تیمارها شامل چهار سطح ورمی کمپوست (صفر، ۷۵/۰ ، ۵/۱ و ۲۵/۲ درصد وزنی) و چهار سطح شوری (صفر، ۵/۱، ۳ و ۵/۴ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک) بود. نتایج نشان داد کاربرد سدیم کلرید باعث کاهش معنی داری در تعداد برگ گندم شد. همچنین کاربرد ۵/۴ گرم سدیم کلرید بطور معنی داری و به مقدار ۲۴درصد وزن خشک گندم را در مقایسه با تیمار شاهد کاهش داد. در حالی که افزودن ورمی کمپوست باعث افزایش وزن خشک گیاه در مقایسه با تیمار شاهد گردید. بطور کلی، کاربرد ورمی کمپوست باعث تعدیل اثر سوء شوری بر ارتفاع و وزن خشک , و تعداد برگ گیاه گندم شده است.

واژه های کلیدی: ورمی کمپوست ، شوری، گندم ، وزن خشک

مقدمه
گندم یکی از محصولات استراتژیك کشور ایران برای تولید نان میباشد بنابراین از منابع مهم غذایی محسوب می شود. به طوری که حدود ۴۰ درصد انرژی مصرفی مردم ایران از طریق نان تامین می گردد. سطح زیر کشت گندم ۲/۶ میلیون هکتار و میزان تولید گندم در کشور حدود ۱۲ میلیون تن در سال است. در میان تنش ها شوری یکی از عمده ترین عوامل تهدید کننده برای تولید گیاهان در قسمتهای زیادی از جهان است (ترمات و مانوس ،۲۰۰۲). از طرفی افزایش شوری خاك موجب کاهش محصول در بسیاری از گیاهان زراعی و در نتیجه تغییر در الگوی رشد گیاهان میشود (زهران، ۱۹۹۹) .افزایش فراهمی عناصر غذایی در طول دوره رشد گیاه، راهکاری مناسب برای مقابله با شوری میباشد (کایا ؛ ۲۰۰۱). افزایش فراهمی عناصر از طریق استفاده از مواد آلی علاوه بر افزایش قابلیت باروری خاک درزمین های کشاورزی و بهبود حاصلخیزی خاک، میتواند راهکار مناسبی برای کم کردن آثار مضر ناشی از خاکهای شور بر رشد گیاهان باشد (لخدر و همکاران ؛ ۲۰۰۹). ورمی کمپوستها دارای عناصر غذایی گیاهان به شکل های قابل دسترس برای جذب، شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، منگنز، روی، مس و بور هستند که اثر مثبت بر تغذیه گیاهان دارند. ماده ساخت ترکیبات فنولیک همچون آنتوسیانینها و فلاونوئیدها را افزایش داده و در نتیجه موجب بهبود کیفیت گیاه شده و نیز به عنوان بازدارنده آفات و امراض عمل میکنند (تونیسن و همکاران ؛ ۲۰۱۰). سانتا ماریا و اپستین (۲۰۰۱) اعلام داشتند که توانایی گیاهان برای مقابله با سطوح بالای شوری به روش و درجه ای از آن روش بستگی دارد که آنها بتوانند روابط آب خودشان را تنظیم کنند و هم چنین بستگی به این دارد که چگونه آنها با غلظت داخلی نمك مقابله یا از آن اجتناب کنند. در تحقیقات سادات نوری و همکاران (۲۰۰۶) و فرانسوا و همکاران (۱۹۸۶) کاهش معنی داری در ارتفاع بوته گندم در شرایط تنش شوری گزارش شده است. با کاهش طول ساقه در شرایط شور، وزن ساقه و در نهایت ماده خشك گیاه کاهش می یابد (میر محمد میبدی و قره یاضی ؛ ۱۳۸۱). ال هنداوی و همکاران (۲۰۰۵) کاهش تعداد برگ، تعداد پنجه و وزن خشك گیاه گندم همراه با افزایش سطح شوری را گزارش کردند. با توجه به اطلاعات محدود درباره کاربرد ورمی کمپوست و تاثیر آن بر اثرات تنش شوری پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر ورمی کمپوست و شوری بر وزن خشک ، ارتفاع و تعداد برگ گیاه گندم در یک خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش ها
به منظور بررسی اثر ورمی کمپوست و شوری بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاه گندم (رقم پیشتاز) آزمایشی در شرایط گلخانه به صورت فاکتوریل درقالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در یک خاک آهکی طراحی و اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده شامل چهار سطح ورمی کمپوست دامی (صفر ، ۷۵/۰ ، ۵/۱، ۲۵/۲ درصد وزنی) و چهار سطح تنش شوری (۰ ، ۵/۱ ، ۳ ، ۵/۴ گرم نمک سدیم کلرید درکیلوگرم خاک) می‌باشد. به منظور انجام این پژوهش مقدار کافی خاک از افق سطحی (عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری) یک خاک آهکی با بافت لوم رسی از سری دانشکده در منطقه باجگاه (fine, mixed, mesic, Typic Calcixerepts) جمع‌آوری گردید. پس از هواخشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه گیری گردید. پس از انجام تجزیه خاک (جدول ۱) ، عناصر غذایی مورد نیاز به صورت محلول به طور یکنواخت به خاک گلدان‌های سه کیلوگرمی اضافه و کاملا مخلوط شد. ورمی‌کمپوست کود دامی مورد استفاده از ایستگاه ورمی کمپوست دانشکده کشاورزی شیراز نیز تهیه و پس از هوا خشک شدن به خاک اضافه گردید. در هر گلدان تعداد ۱۰ عدد بذر گندم در عمق حدود دو سانتی متری سطح خاک کاشته شد. حدود یک هفته پس از جوانه زنی و رشد یکنواخت، بوته ها به تعداد ۴عدد تنگ گردید. در طول

فصل رشد آبیاری گلدان ها (در حدود ظرفیت مزرعه) با توزین روزانه و افزودن آب مقطر انجام گردید. به منظور جلوگیری از تنش ناگهان سطوح شوری مورد نظر (از منبع کلرید سدیم) به تدریج پس از استقرار گیاه طی چند مرحله و به تدریج اعمال گردید. تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها در سطح پنج درصد با آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

جدول ۱ - برخی خصوصات خاک مورد استفاده

	بافت خاک	(dS/m) Ec	ماده الی (%)	Mn (mg/kg)	N (mg/kg)	P (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)
خاک	لوم رسی	۷/۰	۲۹/۱	۶/۱۴	۰۳۳/۰	۵/۲۸	۴۸/۰	۸۰/۴

نتایج و بحث

مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که کاربرد ورمی کمپوست اثر معنی داری بر ارتفاع گندم نداشت. (جدول ۲). با بررسی داده ها میتوان نتیجه گرفت که افزودن ورمی کمپوست توانسته نتایج منفی حاصل از تنش نمک را کاهش دهد. احمد و جابن (۲۰۰۹) در بررسی اثر برهمکنش ورمی کمپوست و شوری بر رشد گیاه آفتابگردان مشاهده کردند که ورمی کمپوست اثر منفی شوری راکاهش داد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد

جدول ۲- اثر ورمی کمپوست و کلرید سدیم برارتفاع گیاه گندم

ورمی کمپوست (درصد وزنی)	کلرید سدیم (گرم در کیلوگرم)				
	۰	۵/۱	۳	۵/۴	میانگین
۰	۳۳/۶۷ ab	۱۱/۷۲a	۴۴/۶۴ab	۵۵/۶۷ab	۸۶/۶۷A
۷۵/	۱۱/۶۳ b	۴۴/۷۰ ab	۷۸/۶۸ab	۵۰/۶۵ab	AB۹۶/۶۶
۵/۱	۱۱/۶۳ b	۵۵/۶۳b	۱۱/۶۳ b	۷۲/۶۳b	۱۸/۶۳ C
۲۵/۲	۶۶/۶۳ b	۴۴/۶۳b	ab۶۶/۶۶	۳۳/۶۳ b	۹۱/۶۳BC
میانگین	۳۶/۶۴A	۳۹/۶۷A	A۷۵/۶۵	۴۵/۶۴A	

در هر ردیف یا ستون اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. اثرات اصلی با حروف بزرگ * نشان داده شده است.

الویا و همکاران (۲۰۰۸) در یک آزمایش گلخانه ای مشاهده نمودند که کاربرد ورمی کمپوست نقش بالقوه ای بر محدود کردن اثر منفی شوری بر گیاه تمبر هندی داشت. نتایج آزمایش گلخانه ای بیک خورمیزی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست میتواند تا حدودی اثرهای نامطلوب شوری بر گیاهچه های لوبیا را محدود نماید. اکبری قوژدی و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که علیرغم معنی دار شدن اختلاف بین سطوح شوری و اثر متقابل آنها، به نظر میرسد که تیمارهای شوری به میزان کمتری برخی ویژگی های فیزیولوژیک گندم را تحت تأثیر قرار داده اند که این موضوع با نتایج چرکی و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد.

جدول ۳- اثر ورمی کمپوست و کلرید سدیم بر وزن خشک گیاه گندم

ورمی کمپوست (درصد وزنی)	کلرید سدیم (گرم در کیلوگرم)				
	۰	۵/۱	۳	۵/۴	میانگین
۰	۹۵/۹dfe	۷۶/۹de	۱۸/۸ghf	۲۹ /۷ h	۷۰/۸B
۷۵/	a۸۳/۱۳	۵۳/۷gh	۵۹/۱۰cde	۰۶/۸ghf	A۰/۱۰
۵/۱	۵۳/۹dfe	۴۶/۱۱dc	۹۲/۱۱bc	۶۵/۸ghfe	۳۹/۱۰ A
۲۵/۲	۴۷/۱۰cde	۴۲/۱۳ab	۳۵/۹gfe	۹۵/۸ghfe	۵۵/۱۰A

میانگین	۸۵/۱۰A	۵۴/۱۰A	A۰۱/۱۰	B۲۴/۸

در هر ردیف یا ستون اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. اثرات اصلی با حروف بزرگ * نشان داده شده است.

مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) نشان می دهد که کاربرد ۷۵/۰ ، ۵/۱ و ۲/۲۵ درصد ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی دار وزن خشک گیاه گندم شده است هرچند تفاوت بین سطوح ورمی کمپوست معنی دار نبود. در بین سطوح مختلف ورمی کمپوست بدون اعمال تنش شوری، کاربرد ۷۵/۰ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی داری در وزن خشک با سایر سطوح ایجاد کرده است. کمترین میزان وزن خشک بدست آمده مربوط به افزودن ۵/۴ گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک بدون کاربرد ورمی کمپوست می باشد. در سایر سطوح کاربرد ورمی کمپوست توانسته است اثرات منفی شوری را تعدیل ببخشد به حدی که بین آنها تفاوت معنی داری مشاهده نشد. شیخی و رونقی (۱۳۹۱) اظهار کردند که کاربرد ورمی کمپوست اثر معنی دار افزایشی بر عملکرد اندام هوایی اسفناج داشت ولی کاربرد کلرید سدیم و نیز برهمکنش ورمی کمپوست و کلرید سدیم برعملکرد اندام هوایی معنی دار نبود. کایا و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که شوری، رشد رویشی و زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد و بنابراین موجب کاهش وزن خشك و عملکرد گیاه می شود. میرمحمدی میبدی وقره یاضی (۱۳۸۱) بیان کردند که کاهش طول ساقه در شرایط شور، وزن ساقه و در نهایت ماده خشک گیاهان کاهش می یابد که با نتایج این تحقیق در بالاترین سطح شوری مطابقت دارد. عبید و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که شوری ناشی از کلرور سدیم در گیاه ذرت باعث کاهش میزان رشد نسبی و در نتیجه کاهش ماده خشك کل گیاه میگردد.

جدول ۴ - اثر ورمی کمپوست و کلرید سدیم بر تعداد برگ گیاه

ورمی کمپوست (درصد وزنی)	کلرید سدیم (گرم در کیلوگرم)				
	۰	۵/۱	۳	۵/۴	میانگین
۰	۴۸a	۶۶/۳۲ cd	۳۳/۳۶bc	۳۳/۲۵d	۵۸/۳۵AB
۷۵/	۳۷bc	۳۳/۵۰ a	۶۶/۳۶bc	۳۵c	۸۷/۳۹A
۵/۱	dc ۳۳/۳۰	۳۳/۳۵ c	۴۵ab	۶۶/۲۵d	۰۸/۳۴B
۲۵/۲	۶۶/۴۴ ab	۶۶/۴۷ a	۳۰ dc	۳۱/۳۳cd	۴۱/۳۸A
میانگین	AB۴۰	۵۰/۴۱A	۳۷ B	۴۵/۲۹C	

در هر ردیف یا ستون اعداد دارای حروف مشابه از نظر اماری با ازمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. اثرات اصلی با حروف بزرگ* نشان داده شده است.

مقایسه میانگین داده ها (جدول ۴) نشان می دهد که شوری باعث کاهش تعداد برگ در تیمارهای مورد بررسی شده است. کاهش برخی از ویژگی های رشد و از جمله تعداد برگ، با افزایش شوری خاك توسط دیگر محققین نیز گزارش شده ا ست. (ال هنداوی و همکاران ؛ ۲۰۰۵) و (محمد و همکاران ؛ ۱۹۹۸) . باتوجه به نقش ویژه برگ به عنوان واحد فتوسنتزی در گیاه، تعداد برگ کمتر می تواند نشان دهنده ی توان فتوسنتزی کمتر گیاه در شرایط تنش باشد که پالد و همکاران (۱۹۸۹) نیز بر این موضوع تأکید کرده اند. اکبری قوژدی و همکاران (۱۳۸۹) نیز کاهش تعداد برگ در اثر تنش شوری در گیاه گندم را گزارش کردند که با نتایج بدست آمده مشابه می باشد.

منابع

اکبری قوژدی، الف. ع .ایزدی دربندی، الف.برزوئی و ع. مجدآبادی. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات مورفولوژیك ژنوتی پهای گندم در شرایط تنش شوری . مجله علوم و فنون کشت های گلخانه ای . سال اول. شماره ۴ .

بیک خورمیزی، ع. پ .ابریشم چی ، ع.گنجعلی و م. پارسا. ۱۳۸۹. تاثیر رومی کمپوست در بهبود تحمل شوری گیاهچه های لوبیا قرمز رقم درخشان (Phaseolus vulgaris L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی . ص .۴۸۵ -۴۷۴.
درویشی، ب .، ک . پوستینی و ر. توکل افشاری. ۱۳۸۴. واکنش فتوسنتزی چهار رقم یونجه بومی ایران نسبت به تنش شوری . مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶(۶) : ۵۶ -۵۱
شیخی، ج. و رونقی، ع. ۱۳۹۲. اثر شوری و کاربرد ورمی کمپوست بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسفناج (رقم ویروفلی) در یک خاک آهکی. مجله‌ی علوم و فنون کشت های گلخانه ای، سال چهارم، شماره‌ی ۱۳.صفحه ۸۱ .
رضوی نسب ، الف. , الف. تاج آبادی پور, ح. شیرانی و ح. دشتی. ۱۳۸۸.اثر نیتروژن, شوری و ماده آلی بر رشد پسته و مورفولوژی ریشه آن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۷ : ص ۳۳۳-۳۲۱.
میرمحمدی میبدی، س. ع. م. و ب. قره یاضی. ۱۳۸۱ . جنبه های فیزیولوژیك و بهنژادی تنش شوری گیاهان . انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
Abid, M., A. Qayyum, A. A. Dasti and R. Abdulwajid. ۲۰۰۱. Effect of salinity and SAR of irrigation water on yield, physiological growth parameters of Maize (*zea mays* L.) and properties of the soil. J. Research (Science) ۱۲(۱):۲۶-۳۳
Ahmad, R. and N. Jabeen. ۲۰۰۹. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pak. J. Bot. ۴۱(۳): ۱۳۷۳-۱۳۸۴
Cherki, G., A. Foursy and K. Fares. ۲۰۰۲. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environ. and Exper. Botany ۴۷: ۳۹-۵۰.
El-Hendawy, S.E., H. Yuncai, G. M. Yakoutb, A. M. Awad., S. E. Hafiz and U. Schmidhalter. ۲۰۰۵. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. Europ. J. Agron. ۲۲: ۲۴۳-۲۵۳
Francois, L. E., E. W. Mass, T. J. Donovon and V. L. Youngs. ۱۹۸۶. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth and germination of semi-dwarf and drum wheat. Agron. J. ۷۸: ۱۰۵۳-۱۰۶۰.
Kaya, C., D. Higgs and H. Kirnak. ۲۰۰۱. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulg. J. Plant Physiol. ۲۷(۳-۴): ۴۷-۵۹.
Lakhdar, A., M. Rabhi, T. Ghnaya, F. Montemurro, N. Jedidi and C. Abdelly. ۲۰۰۹. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. J. Hazard. Mater. ۱۷۱: ۲۹-۳۷.
Munns, R. and A.Termaat, ۲۰۰۲. Whole plant responses to salinity. Plant Physiology. ۱۳:۱۴۳-۱۶.
Mohammad, M., R. Shibli, M. Ajouni and L. Nimri. ۱۹۹۸. Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. J. Plant Nutr. ۲۱: ۱۶۶۷-۱۶۸۰.
Oliva, M. A., R. Rincon, E. Zenteno, A. Pinto, L. Dendooven and F. Gutié rrez. ۲۰۰۸. Vermicompost role against sodium chloride stress in the growth and photosynthesis in tamarind plantlets (*Tamarindus indica* L.).Gayana Bot. ۶۵(۱): ۱۰-۱۷.
Palled, Y. B., A. M. Chandra Shekharaiah and G. D. Radder. ۱۹۸۵. Response of Bengal gram to moisture stress. Indian J. of Agron. ۳۰: ۱۰۴-۱۰۶.
Sadat Noori, S. A., A. Roustaei and B. Foghi. ۲۰۰۶. Variability of salt tolerance for eleven traits bread whein different saline conditions. Agron. J. ۵(۱): ۱۳۱-۱۳۶.
Santa-Maria, G. E. and E. Epstein. ۲۰۰۱. Potassium/sodium selectivity in wheat and amphiploid cross wheat Lophopyrum elongatum. Plant Sci. ۱۶۰: ۵۲۳-۵۳۴
Theunissen, J., P. A. Ndakidemi and C. P. Laubscher. ۲۰۱۰. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. Intl. J. Physic. Sci. ۵: ۹۶۴-۱۹۷۳.
Zahran, H. ۱۹۹۹. Rhizobium legume symbiosis and nitrogen fixation under sever condition and in arid climate. Microbiology and Molecular Biology Rieviews. ۴: ۹۶۸-۹۸۹.

Abstract

To study the effects of salinity and vermicompost on the height , dry matter yield (DMY) and number of leaves of wheat plants, a greenhouse study was conducted. The treatments consisted of four levels of vermicompost (zero, ۰.۷۵, ۱.۵ and ۲.۲۵ w/w) and four salinity levels (zero,۱.۵, ۳ and ۴.۵ g NaCl kg-۱ soil). Addition of NaCl decresed wheat number of leaves. Application of ۴.۵ g NaCl kg soil , significantly decreased DMY by %۲۴ compared to that of control treatment. Whereas addition of vermicompost increased DMY compared with that of control treatment .In conclusion addition of vermicompost mitigated the detrimental effect of salinity on height , DMY and number of leaves of wheat plants.

بررسی گیاه پالایی سورگوم در جذب کادمیوم، تحت تاثیر غلظت روی

سپیده باقری [۱] ، حسین میر سید حسینی [۲]
۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ۲- دانشیار دانشگاه تهران

چکیده
کادمیوم یکی از فلزات سنگین می باشد که همراه با افزودن نمک سولفات روی وارد خاک می شود. دو نمونه مرکب خاک از لایه سطحی یکی از منطقه غیر آلوده (خاک ۱) و دیگری از مجاورت کارخانه صنعتی (خاک ۲) در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. در هر دو نمونه خاک بر اساس مقدار اولیه روی (HNO_3-Zn)) نمک سولفات روی به سه سطح ۳۷۵ ،mg Zn/Kg soil۲۵۰ و ۵۰۰ رسید. فاکتور انتقال (TF) در تمام سطوح و دو خاک بیش از ۱ می باشد براین اساس سورگوم بیش اندوز کادمیوم می باشد. بیشترین مقدار TF مربوط به خاک ۲ و سطح دوم روی می باشد و بیشترین مقدار کاهش کادمیوم در ریزوسفر نیز در همین تیمار است (۴۴% کاهش نسبت به شروع کشت). با دو برابر شدن غلظت کادمیوم خاک، غلظت در گیاه نیز دو برابر گشت (۷۶/۲ mg/Kg در برابر ۶۳/۵ mg/Kg).

واژه های کلیدی: ریشه، غلظت، فاکتور انتقال، بیش اندوز

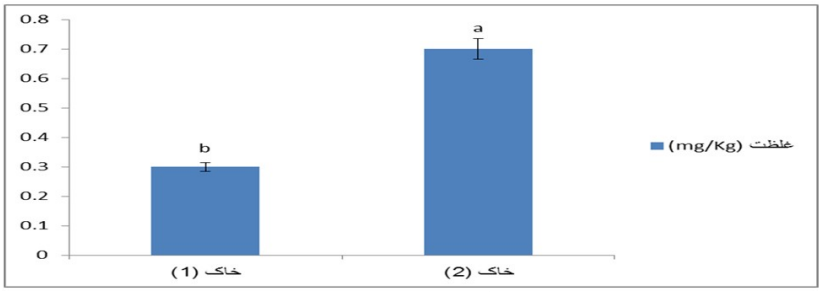
مقدمه
کادمیوم از طریق ته نشست های اتمسفری، آلودگی صنعتی، ضایعات صنایع، آب آبیاری و افزاینده های خاک مانند کودهای آلی، معدنی و بهسازها در خاک افزایش می یابد (شپارد و همکاران، ۲۰۰۹). مقدار کادمیوم در خاک ها بین ۰۵/۰ تا ۸/۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. اهمیت روی در جذب کادمیوم با توجه به دو عامل زیر تعیین می گردد: ۱) برهمکنش روی با کادمیوم: غلظت روی خاک نقش مهمی در تجمع کادمیوم در محصولات زراعی می باشد. ۲) یکی از منابع افزاینده کادمیوم در خاک نمک سولفات روی می‌باشد (کابتا-پندیاس و پندیاس، ۲۰۰۰). ریزوسفر به عنوان محیط زیست کوچک متمایز شناخته می شود که خصوصیات و شدت فرآیندهای ریزوسفری نسبت به توده خاک متفاوت می باشد. فرآیندهای ریزوسفر در عمل می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌های کارای گیاهان در جذب عناصر غذایی و به دنبال آن افزایش تولید محصول به کار رود (رنگل و مارشنر، ۲۰۰۵). سورگوم دارای سیستم ریشه‌ای افشان و بسیار توسعه یافته می‌باشد. مطالعات مختلفی که در خاک با آلودگی های مختلف صنعتی، فلزات سنگین انجام پذیرفت، نشان دهنده اهمیت ریشه آن در برداشت آلاینده از خاک می باشد (گویوی و همکاران، ۲۰۱۰). هدف از این مطالعه بررسی تغییرات غلظت کادمیوم در ریزوسفر گیاه سورگوم در سطوح غلظتی روی در دو نوع خاک (آلوده و غیر آلوده به سایر فلزات سنگین) و جذب و غلظت کادمیوم در بافت گیاه سورگوم تحت تاثیر آن می باشد.

مواد و روش‌ها
جهت انجام این تحقیق در دو نمونه خاک)با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تقریبا مشابه(به صورت مرکب از مزرعه گندم در مجاورت شهرستان زنجان (شمال غربی) و طالقان (شمال) ایران تهیه گردید. نمونه اول خاک بدون آلودگی صنعتی و نمونه دوم با آلودگی فلزات سنگین که از کارخانه صنعتی ناشی می‌گردد. خصوصیات ابتدایی خاک از جمله بافت (بایوکاس،۱۹۶۲)، pH (عصاره اشباع) (توماس، ۱۹۹۶) و EC(عصاره اشباع) (رواُدس، ۱۹۹۶) و کربن آلی (نلسون و سامرز،۱۹۸۲) و درصد رطوبت اشباع و فلزات سنگین (چنگ و همکاران، ۱۹۸۴) اندازه گیری شد. خاک‌های مورد نظر با استفاده از نمک سولفات روی در سه سطح (۲۵۰، mg/kg ۳۷۵ و ۵۰۰) و با توجه به مقدار روی اولیه موجود (قابل استخراج با اسید نیتریک) رسیدند. سورگوم در جعبه های کشت پلاستیکی با ابعاد ۱۸×۱۵×۲۵ سانتیمتر در طرح کاملا تصادفی در غالب آشیانه‌ای- فاکتوریل صورت پذیرفت. در هر جعبه با استفاده از ورق های نایلونی ۴۰ مش، برای جلوگیری از اثر مستقیم ریشه ها در داخل هر کدام از جعبه ها ناحیه ریزوسفر و غیر ریزوسفری با صفحات مشبک نایلونی جدا شد. نمونه برداری در زمان ۷ هفته پس از کشت صورت گرفت. برای اندازه گیری کادمیوم قابل استخراج با اسیدنیتریک از روش چنگ و همکاران (۱۹۸۴) و کادمیوم قابل دسترس از روش لیندزی و نورول (۱۹۷۸) استفاده شد. ارزیابی مقدار کادمیوم در نمونه های گیاهی از روش والینگ و همکاران (۱۹۸۴) استفاده شد. مقدار کادمیوم عصاره گیری شده از خاک و گیاه توسط دستگاه جذب اتمی)مدل Schimadzo AA-۶۷۰) و ICP)مدل (Perkin elemer Optima ۲۱۰۰ اندازه‌گیری و به صورت $mg\ Cd\ kg^{-1}$ در خاک خشک و گیاه گزارش گردید. جذب کادمیوم (g Cd/pot) = زیست توده گیاهی(Kg/pot) × غلظت کادمیوم (mg/Kg).

نتایج و بحث
نتایج به شرح زیر ارائه گردید:

جدول ۱) برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

خاک	pHe	ECe	بافت	ماده آلی	رطوبت	هن	روی	مس	منگنز	سرب
				(dsm^{-1})		(%)	(%)		($mg\ kg^{-1}$)	
۱	۴/۸	۱/۱	لوم رسی شنی	۸۵/۰	۷/۳۴	۵/۲۴۲	۲۵/۳۸	۸/۱۸	۸/۲۵	۵/۱۵
۲	۲/۸	۳/۱	لوم رسی شنی	۴۷/۱	۴/۳۵	۷/۲۲۰	۷/۲۲۳	۹/۲۱	۵/۳۲۷	۲۲۷



شکل ۱) تغییرات غلظت کادمیوم قابل استخراج با اسید نیتریک ۴ نرمال پیش از کشت در ابتدای کشت (mg/kg) جدول ۲) غلظت کادمیوم قابل استخراج (میانگین ± ضریب تغییرات)

	خاک ۱		خاک ۲	
	DTPA+TEA	HNO_3	DTPA+TEA	HNO_3
Zn_1	۱۰۷/۰ ۰۰۷/۰±	۰۵/۰±۵۵/۰	۰۲/۰±۳۵/۰	۰۶/۰±۷/۰
Zn_2	۱۹۲/۰ ۰۲/۰±	۰۲۵/۰±۷/۰	۳۳/۰ ۰۰۷/۰±	۹۸/۰ ۱/۰±
Zn_3	۰۹/۰ ۰۰۶/۰±	۰۲۵/۰±۸/۰	۳۶/۰ ۰۰۱/۰±	۱۱/۱ ۰۳/۰±

جدول ۳) نتایج تجزیه واریانس جذب، غلظت و فاکتور انتقال کادمیوم

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات								
		جذب			غلظت			فاکتور انتقال		
		شاخساره	ریشه	کل	شاخساره	ریشه	کل	شاخساره	ریشه	کل
خاک	۱	۰۱۱/۰*	۱۱/۷**	۶۸/۷*	۹۹/۴**	۴۹/۸**	۵/۲۶**	۶/۸*	۴۸/۶**	۱۵/۰ns
روی	۲	۳۲/۹*	۰۲۸/۰ns	۵۲/۷*	۸۷/۰*	۱۰۳/۰*	۵۷/۰*	۶۹/۰ns	۷/۲**	۲۳/۴ns
خاک× روی	۲	۳/۲۷**	۱۰۹/۰*	۴/۲۴**	۲۹/۰ns	۱۱/۰**	۶۱۷/۰*	۳۸/۰ns	۳۵/۰ns	۶۲/۰ns
خطا	۶	۸۰۶/۰	۰۱/۰	۷۵/۰	۰۹۳/۰	۰۱/۰	۴۱/۰	۸۹/۰	۱۰۸/۰	۱۶/۱

عدم معنی داری ns و $p>$ ۰۵/۰ (معنی داری در سطح *، $p<$ ۰۱/۰ ** معنی داری در سطح)

($mg\ kg^{-1}$) جدول ۴) غلظت کادمیوم در بافت گیاهی

	خاک ۱			خاک ۲		
	ریشه	شاخساره	کل	ریشه	شاخساره	کل
Zn_1	۲۶۱/۰±۰۰۵/۰b	۵/۲±۳/۰a	۷۶/۲±۳/۰a	۷۹/۱±۰۱/۰b	۱۸/۳±۲۲/۰a	۹۷/۴±۲۳/۰ab
Zn_2	۵۳۳/۰±۰۱۴/۰a	۱۶/۱±۱/۰b	۶۹/۱±۱/۰b	۹۷/۱ ±۰۷/۰ab	۶۵/۲±۲/۰a	۶۲/۴± ۲۷/۰b
Zn_3	۲۹۷/۰±۰۱۶/۰b	۵۶/۱±۱/۰b	۸۵/۱±۱/۰ab	۳۷/۲±۱۵/۰a	۲۶/۳±۱۵/۰a	۶۳/۵±۴۹/۰a

می باشد ($p<$ ۰۵/۰) تفاوت معنی دار در سطح احتمال

($g\ Pot^{-1}$) جدول ۵) جذب کادمیوم در بافت گیاهی

	خاک ۱			خاک ۲		
	ریشه	شاخساره	کل	ریشه	شاخساره	کل
Zn_1	۵۶/۰±۰۰۶/۰a	۳۳/۷±۴۱/۱a	۸۸/۷±۴۱/۱a	۸۵/۱±۰۵۲/۰a	۹/۲±۰۳۴/۰b	۸۶/۳±۰۵۵/۰c
Zn_2	۵۵۹/۰±۰۰۶/۰a	۹۹/۰±۲۶/۰b	۵۵/۱±۲۶/۰b	۹۷/۱ ±۰۲۴/۰a	۱۶/۳±۰۲۸/۰ab	۱۳/۵±۰۵۲/۰b
Zn_3	۱۴/۰±۰۰۵/۰b	۹۳/۰±۰۸۳/۰b	۰۷/۱±۰۸۳/۰b	۰۵۶/۲±۱۶/۰a	۲۵/۴±۵۹/۰a	۳/۶±۴۳/۰a

می باشد ($p<$ ۰۵/۰) تفاوت معنی دار در سطح احتمال

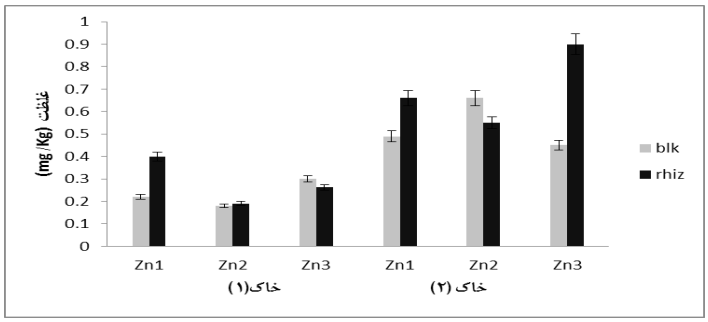
جدول ۷) فاکتور انتقال سورگوم در دو خاک

	خاک ۱			خاک ۲		
	ریشه	شاخساره	کل	ریشه	شاخساره	کل
Zn_1	۶۵/۰±۰۱۲/۰b	۲۵/۶±۷۵/۰a	۹/۶±۷۶/۰a	۷/۲±۰۲۵/۰a	۸۲/۴±۲۶/۰a	۵۲/۷±۲۳/۰ab
Zn_2	۷/۲±۲۷/۰a	۹۵/۵±۳۹/۰a	۸۳/۸±۳۸/۱a	۶/۳±۴۶/۰a	۸۱/۴±۰۷۵/۰a	۴۵/۸±۵۴/۰a
Zn_3	۳۷/۱±۱۱/۰b	۹۷/۵±۶۶/۰a	۱۱۲/۷±۷۸/۰a	۶/۲±۲۷/۰a	۶/۳±۱۴/۰b	۲/۶±۱۴/۰b

.می باشد (p< ۰.۰۵) تفاوت معنی دار در سطح احتمال

(mg/kg) (میانگین± انحراف معیار) DTPA+ TEA جدول ۸) تغییرات غلظت کادمیوم قابل استخراج با

		خاک ۱	خاک ۲
		DTPA+TEA	DTPA+TEA
هفت هفته پس از کشت (ریزوسفر)	Zn_1	۱۱۳/۰±۰۰۹/۰	۱۹/۰±۰۲۴/۰
	Zn_2	۰۷۲/۰±۰۲۲/۰	۲۸/۰±۱/۰
	Zn_3	۱۰۵/۰±۰۱۳/۰	۳۱۲/۰±۰۱۸/۰



پس از هفت کشت (mg/kg) (blk) و توده خاک (rhiz) شکل ۲) تغییرات غلظت کادمیوم قابل استخراج با اسید نیتریک در ریزوسفر

اگر چه اغلب خصوصیات فیزیکی، شیمیایی خاک های مورد استفاده در آزمایش، قبل از اعمال تیمارها برای دو خاک مشابه بوده، اما غلظت عناصر سنگین به جز آهن و مس در آنها (با توجه به مکان نمونه برداری خاک) متفاوت می باشد (جدول ۱). مقادیر کادمیوم قابل استخراج اولیه با اسید نیتریک قبل از اعمال نمک $ZnSO_4.H_2O$ در خاک غیر آلوده ۳/۰ و در خاک آلوده ۷/۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد (شکل ۱). در حالی که مقدار قابل در خاک غیر آلوده ۱/۰ و در خاک آلوده ۴/۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. با افزایش نمک سولفات روی غلظت کادمیوم در خاک نیز افزایش می یابد، این موضوع ناشی از ناخالصی کادمیوم در نمک سولفات روی می باشد. جدول (۲) نتایج حاصل از سه ماه دوره ماند را نشان می دهد. سطوح غلظتی روی، نوع خاک و برهمکنش آنها تفاوت معنی‌داری بر $TF^{۸۰}$(فاکتور انتقال) کل گیاه+ سورگوم ندارد. این خصوصیت، ویژگی ذاتی گیاه است و تحت تاثیر شرایط محیطی قرار نمی گیرد. در حالی که این اثر گذاری در رابطه با جذب و غلظت معنی دار دارد (جدول ۳). نتایج نشان می‌دهد که غلظت کادمیوم شاخساره گیاه کشت شده در خاک ۱ (تحت تاثیر فقط افزایش غلظت روی) کاهش یافته است، در حالی که در خاک ۲ (با آلودگی سایر فلزات سنگین) اثر متفاوت دارد. نتایج حاضر با نتایج مطالعات موستاکس و همکاران (۲۰۱۱) در بافت گیاهی گل جعفری مطابقت دارد. خوش گفتارمنش و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که افزایش غلظت روی در خاک موجب کاهش غلظت کادمیوم در اندام هوایی برخی کولتیوار های گندم می گردد. آنها کولتیوار های گیاهی را فاکتور اصلی تغییر غلظتی کادمیوم دانستند. این نتایج با نتایج مطالعه حاضر در شرایط خاک مشابه (خاک۱) مطابقت دارد. این مطالعه نشان می دهد که نه تنها تغییر غلظت کادمیوم گیاه بستگی به کولتیوارهای گیاهی دارد بلکه نوع خاک نیز در این تغییر غلظت عامل مهمی محسوب می گردد. تغییرات غلظتی در کل اندام گیاهی با توجه به افزایش سطوح روی در دو خاک کاملا متفاوت از یکدیگرند (جدول ۴). با افزایش غلظت روی، جذب کادمیوم در خاک ۱ کاهش و در خاک ۲ افزایش می یابد. تا حدودی، این موضوع مربوط به تغییر در وزن زیست توده گیاهی می باشد. این دو عنصر در شعاع یونی با یکدیگر تفاوت دارند (۰۹۷/۰ نانومتر= $Cd^{+۲}$و ۰۷۴/۰ نانومتر= $Zn^{+۲}$). این امر نقش مهمی در انتخاب جذب روی برای گیاه دارد. به عبارت دیگر، کاهش جذب کادمیوم ناشی از افزودن روی ممکن است برهمکنش جذب و یا انتقال رقابتی آنها باشد (موستاکس و همکاران، ۲۰۱۱). برهمکنش منفی فلزات سنگین موجب کاهش جذب آنها در گیاه و و کاهش نقش متابولیکی آن دارد (آلووی، ۲۰۰۸). اثر بازدارندگی بین روی، کادمیوم و جذب فعال آنها در ریشه کاهو مشاهده شده است. تغییر فاکتورهای خاک شامل مواد آلی، بافت، شوری، پتانسیل رداکس و اشکال عناصر غذایی بر جذب کادمیوم اثر گذار هستند (کاستا و مورال، ۱۹۹۴) (جدول ۵). اهمیت انتقال آلاینده از خاک به گیاه توسط TF بیان می گردد که به عنوان فاکتور جذب یا غلظت)خاک/Cd اندام (Cd نامیده می شود (لیانگ و همکاران، ۲۰۱۳). گیاهانی که دارای TF>۱ هستند بیش اندوز و گیاهانی که TF<۱ دارند دفع کننده می باشند (کلویز، ۲۰۰۴). بر این اساس و با توجه به جدول ۷ سورگوم بیش اندوزی برای کادمیوم در سطوح غلظتی متفاوت روی می باشد. اگرچه فاکتور انتقال در دو خاک تقریبا مشابه می باشند، اما مکانیزم انتقال کادمیوم از ریشه به اندام هوایی در خاک ۱ و در هر سه سطوح نسبت به خاک ۲ مناسب تر می باشد. در تمام سطوح روی، مقدار کادمیوم قابل عصاره گیری با اسید نیتریک کاهش قابل ملاحضه ای در دو خاک ریزوسفری نسبت به ابتدای کشت نشان می دهد (جدول ۸). با توجه به شکل (۲) در منطقه ریزوسفری خاک۱، در سطح اول روی موجب افزایش ۸۱ درصدی کادمیوم در ریزوسفر نسبت به توده

۸۰Transfer Factor

خاک می باشد. در منطقه ریزوسفری خاک ۲، در سطح اول و سوم روی غلظت کادمیوم ۳۵ درصد و ۲ برابر افزایش یافت. بقیه سطوح و در دو خاک تفاوت چندانی ندارد. محمود و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کردند که از ریشه سورگوم ترکیبات اسیدی و سولفاته ترشح می گردد. علاوه بر آن ترشحات ریشه ای به عنوان منبع کربن و انرژی برای میکروارگانیزم های خاک محسوب می‌گردند. در مطالعه حاضر افزایش فعالیت میکروبی در منطقه ریزوسفر در شرایط کمترین و بیشترین غلظت فلزات سنگین و روی پیش بینی می گردد. روند تجمع کادمیوم در خاک ۱ و ۲ کاملا با یکدیگر متفاوت می باشد. در خاک ۱ با افزایش سطوح روی مقدار کادمیوم منطقه ریزوسفر کاهش در صورتی که در خاک ۲ افزایش یافته است. این موضوع با توجه به جدول ۵ و تناسب آن با جذب کادمیوم توسط گیاه کاملا هماهنگ می باشد. بانشی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که سورگوم قابلیت برداشت آلاینده از خاک را دارد که این امر از طریق بهبود شرایط محیط اطراف ریزوسفر گیاه ایجاد می شود.

تشکر و قدردانی

بخشی از این پژوهش با همکاری موسسه تحقیقات خاک و آب کرج صورت پذیرفته است، بدینوسیله تشکر و قدردانی می شود.

منابع

Alloway B.J. ۲۰۰۸. Zinc in Soils and Crop Nutrition. International Zinc Association. Brussels, Belgium. pp ۱۳۵.

Ashraf M.A., Maah M.J. and Yusoff I. ۲۰۱۲. Chemical Speciation and Potential Mobility of Heavy Metals in the Soil of Former Tin Mining Catchment. The Sci. W. J. pp۱۱.

Baneshi M.M., Rezaei Kalantary R., Jonidi Jafari A., Nasseri S., Jaafarzadeh N. and Esrafili A. ۲۰۱۴. Effect of bioaugmentation to enhance phytoremediation for removal of phenanthrene and pyrene from soil with Sorghum and Onobrychis sativa. Journal of Environmental Health Science and Engineering, ۱۲: ۲۴.

Bouyoucos C.J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soil. European Journal of Agronomy, ۵۴:۴۶۴-۴۶۵.

Chang A.C., Warneke J.E., Page A.L. and Lund L.J. ۱۹۸۴. Accumulationof heavy metals in sewage sludge-treated soils. Journal of Environmental Quality, ۱۳: ۸۷-۹۱.

Cluis C. ۲۰۰۴. Junk-greedy greens: phytoremediation as a new option for soil decontamination. Journal of Biotechnology, ۲: ۶۰-۶۷.

Costa G. and Morel J.L. ۱۹۹۴. Water relations gas exchange and amino acid content in Cd treated lettuca. Plant Physiology and Biochemistry Journal. ۳۲:۵۶۱-۵۷۰.

Guiwei Q., Varennes A.D., Martins L.L., Mourato M.P., Cardoso A.I., Mota A.M., Pinto A.P. and Gonçalves M.L. ۲۰۱۰. Improvement in soil and sorghum health following the application of polyacrylate polymers to a Cd-contaminated soil. Journal of Hazardous Materials, ۱۵;۱۷۳(۱-۳):۵۷۰-۵.

Kabata-Pendias A. and Pendias H. ۲۰۰۰. Trace Elements in Soils and Plants, ۳rded. BocaRaton, FL: CRC Press. p۱۴۳- ۱۵۷.

Khoshgoftarmanes A.H., SanaeiOstova A., Sadrarhami A. and Chaney R. ۲۰۱۳. Effect of tire rubber ash and zinc sulfate on yield and grain zinc and cadmium concentrations of different zinc-deficiency tolerance wheat cultivars under field conditions. European Journal of Agronomy-Elsevier, ۴۹:۴۲-۴۹.

Liang Zh., Ding Q., Wei D., Li J., Chen Sh. and Ma Y. ۲۰۱۳. Major controlling factors and predictions for cadmium transfer from the soil into spinach plants. Ecotoxicology and Environmental Safety. ۹۳: ۱۸۰-۱۸۵.

Lindsay W.L., and Norvell W.A. ۱۹۷۸. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of America Journal, ۴۲: ۴۲۱-۴۲۸.

Mehmood S., Gulfraz M., Rana N.F., Ahmad A., Ahring B.K. and Minhas N. ۲۰۰۹. Ethanol production from Sorghum bicolor using both separate and simultaneous saccharification and fermentation in batch and fed batch systems. African Journal of Biotechnology. ۸:۲۸۵۷-۶۵.

Nelson D.W. and Sommers L.E. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon, and organic matter.p. ۵۳۹-۵۸۰. In A.L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis, Part ۲. ۲nd ed. Chemical and microbiological properties. Agronomy monograph no.۹. SSSA and ASA, Madison, WI. USA.

Rengel Z., and Marschner P. ۲۰۰۵. Nutrient availability and management in the rhizosphere: exploiting gentypic differences. New phytologist, ۱۶۸: ۳۰۵-۱۳۲.

Rhoades J.D. ۱۹۹۶. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In D.L. Sparks (ed.) Methods of soil analysis. Part ۳. Chemical methods. SSSA. Book series no. ۵. Madison. WI. USA.

Sheppard S.C., Grant C.A., Sheppard M.I., Jong D.R and Long J. ۲۰۰۹. Risk indicator for agricultural inputs of trace elements to Canadian soils. Journal of Environmental Quality, ۳۸: ۹۱۹-۹۳۲.
Thomas G.W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. In D.L. Sparks (ed.) Methods of soil analysis. Part ۳. Chemical methods. SSSA. Book series no. ۵. Madison. WI. USA.
Waling I., Vanvark W., Houba V.J.G. and Derlee J.J. ۱۹۸۹. Soil and plant analysis. A series of sillabi. Part ۷. Plant analy proc. Wageningen Agricultural University.

Abstract

Cadmium is one of the heavy metals entering in soil with addition of zinc-sulphate. Two soil samples one from top layer of a non-polluted area (soil۱) and the other from the vicinity of industrial factory (soil۲) were used in this experiment. In both soil samples zinc content were raised with zinc sulfate to three levels (۲۵۰, ۳۷۵ and ۵۰۰ mg Zn/kg soil) based on initial content (Zn-HNO_3). Transfer factor (TF) at all levels and two soils is more than ۱, accordingly sorghum is cadmium accumulator. The highest amount of TF was related to soil۲ and second level zinc and maximum of cadmium reduce amount in rhizosphere was this treatment (۴۴% reduce compared to initial planting). By doubling the concentration of cadmium in the soil, the concentration of the plant was doubled (۲.۶۷ mg/ Kg against to ۵.۶۳ mg/ Kg).

مطالعه تغییرات رطوبت و شوری خاك تحت تاثیر استفاده از مالچ پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای درختان پسته

ناصر صداقتی [1]، امین علیزاده، حسین انصاری و سید جواد حسینیفرد
۱-دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه فردوسی مشهد پردیس بین الملل، ۲-استاد گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳-دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۴-استادیار مؤسسه تحقیقات پسته کشور

چکیده
به منظور مطالعه اثرات استفاده از مالچ پلاستیکی بر تغییرات رطوبت و شوری خاك در سیستم آبیاری قطره‌ای روی درختان بارور پسته، تحقیقی در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی، در دو باغ با شرایط متفاوت از نظر میزان آب مصرفی، دور آبیاری و وضعیت رشد درختان، اجرا شد. در هر باغ سه سطح پوشش، شامل: بدون مالچ (تیمار C)، مالچ پلاستیکی مشکی و سفید (تیمارهای M_B و M_W)، در سه تکرار در نظر گرفته شد. بررسی تغییرات رطوبت حجمی خاك در فاصله بین دو آبیاری، اثر معنیدار استفاده از پوشش را در حفظ رطوبت خاك نسبت به تیمار شاهد نشان داد. با توجه به نقاط رطوبتی PWP و RAW خاك قطعات آزمایشی، دور مناسب آبیاری درختان پسته در روش آبیاری قطره‌ای در خاك‌های شنی لومی تا لومی شنی، در حالت بدون پوشش، ۵ تا ۹ روز و در شرایط استفاده از مالچ پلاستیکی، ۱۱ تا ۱۵ روز بدست آمد. نتایج، کاهش معنی دار شوری سطح خاك را در اثر استفاده از مالچ پلاستیکی نشان داد . آبشویی املاح در عمق‌های پایین‌تر نیز بهبود یافت. در ضمن نتایج این تحقیق، تاثیر معنیدار استفاده از مالچ پلاستیکی بر کلیه صفات رویشی، کمی و کیفی محصول و نیز بهره‌وری مصرف آب را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، پسته، رطوبت حجمی، شوری، مالچ پلاستیکی

مقدمه
با توجه به گرمای شدید هوا در مناطق پسته‌کاری استان کرمان و تبخیر شدید آب در این منطقه، بخش زیادی از آب آبیاری که در سطح خاك داده میشود در اثر پدیده تبخیر از دسترس گیاه خارج میشود. در مناطق خشک و نیمه خشک حدود ۴۰ تا ۷۰ درصد از اتلاف آب از سطح خاک بوسیله تبخیر میباشد که میتوان بوسیله مواد پوشاننده خاک از آن جلوگیری نمود و در اختیار گیاه قرار داد (Jalota, ۱۹۹۳). نتایج استفاده از مالچ کاه بر روی خاک لخت نشان داد که با این روش میتوان بعد از آبیاری میزان تبخیر از سطح خاک را از ۱۱ تا ۸۴ درصد برای یک دوره کوتاه مدت و نصف این میزان را در درازمدت کاهش داد (Burt et al., ۲۰۰۲). مطالعه تاثیر چند نوع مالچ بر افزایش ذخیره رطوبت خاك در باغ‌های پسته نشان داد که اثر مالچ در حفظ رطوبت خاک معنیدار بوده است. ضمن اینکه مالچ پلاستیکی نسبت به سایر تیمارها (کاه و کلش، شن و شخم) رطوبت را برای یک مدت زمان طولانیتری در خاک حفظ نمود (اسلامی و فرزامنیا، ۱۳۸۸). در تحقیق دیگری نیز استفاده از مالچهایی نظیر ساقه گندم و پلاستیك مشکی در گیاه توت‌فرنگی، باعث حفظ بهتر رطوبت خاك و افزایش معنیدار عملکرد شد (Taparauskiene and Miseckaite, ۲۰۱۴). ضمن اینکه تحقیقات نشان داده که مالچ پلاستیکی تاثیرزیادی در ممانعت حرکت نمك از عمق به سطح خاك دارد (Yang, ۱۹۸۴). هر چند روش‌های خردآبیاری با کاهش سطح خیس‌شده و افزایش راندمان آبیاری، مصرف آب را بطور چشم‌گیری کاهش میدهند، اما هنوز مقادیر قابل‌توجهی از آب در ردیف‌های آبیاری از طریق تبخیر مستقیم و نیز تعرق به وسیله علف‌های هرز روییده در نوار خیس‌شده، تلف میگردد. بنابراین در این تحقیق با استفاده از یك پوشش پلاستیکی بر روی لوله‌های آبده کنار ردیف درختان، اهدافی نظیر بهبود شرایط خاك از نظر رطوبت و شوری، کاهش تلفات تبخیر، جلوگیری از رشد علف‌های هرز و افزایش بخش مصرف مفید آب توسط گیاه (تعرق) مد نظر بود. ضمن اینکه کنترل علف‌های هرز بدین طریق، علاوه بر کاهش هزینه‌های کارگری، سبب افزایش عملکرد از طریق کاهش رقابت آنها با گیاه اصلی میگردد.

مواد و روش ها
این تحقیق ازفروردین ماه سال ۱۳۹۲، در دو قطعه باغ، یکی در منطقه حومه غربی رفسنجان اجرا شد. نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری و خاك این قطعات آزمایشی، در جداول ۱ تا ۳ آمده است. درختان پسته هر دو قطعه آزمایشی رقم فندقی با سن تقریبی ۳۵ سال بودند. آبیاری درختان در هر دو قطعه بصورت قطره‌ای سطحی دو ردیفه با قطره‌چکان‌های ۴ لیتر بر ساعت انجام میشد. دور آبیاری در قطعات ۱ و ۲ به ترتیب ۱۲ و ۸ روز و حجم آب آبیاری این قطعات در هشت ماه فصل رشد (از اول فروردین تا آخر آبان) نیز به ترتیب ۶۱۷۰ و ۴۱۰۰ متر مکعب بر هکتار بود. درختان قطعه ۱ از رشد خوبی برخوردار نبودند ولی درختان قطعه ۲ ، علی رغم مصرف آب کمتر نسبت به قطعه ۱، از شرایط رشدی و عملکردی بسیار خوبی برخوردار بودند. در این تحقیق از مالچ پلاستیکی مقاوم

به اشعه ماوراء بنفش خورشید (یووی دار با UV=۵/۱) با ضخامت ۴۵ میکرون و عرض ۱۱۰ سانتیمتر، در دو رنگ سیاه و سفید (طوسی روشن)، استفاده گردید.

جدول ۱ - خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در قطعه آزمایشی شماره ۱

شماره قطعه آزمایشی	هدایت الکتریکی آب آبیاری EC_w (dS/m)	اسیدیته pH	غلظت انیون ها و کاتیونها (میلی اکی والان بر لیتر)					نسبت جذب سدیم SAR
			کربنات CO_3^{-2}	بیکربنات HCO_3^-	کلر Cl^-	کلسیم Ca^{+2}	منیزیم Mg^{+2}	سدیم Na^+	
قطعه ۱	۴/۵	۲/۸	-	۴/۰	۵/۴۱	۵/۱۵	۰/۱۳	۸/۲۵	۸/۶
قطعه ۲	۲/۵	۵/۷	-	۶/۰	۰/۳۸	۰/۱۶	۰/۱۱	۱/۲۴	۶/۶

جدول ۲ - خصوصیات فیزیکی خاك قطعه آزمایشی شماره ۱

عمق لایه (سانتیمتر)	درصد ذرات خاك			بافت خاك	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	درصد رطوبت حجمی خاك در:			کل آب قابل استفاده TAW[۸۱]
	رس	سیلت	شن			ظرفیت زراعی FC[۸۲]	نقطه پژمردگی PWP[۸۳]	سهل الوصول* RAW[۸۴]	
۴۰-۰	۰/۷۵	۴/۱۱	۶/۱۳	لوم شنی	۵۶/۱	۸/۱۸	۶/۷	۴/۱۰	۲/۱۱
۸۰-۴۰	۱/۸۳	۷/۸	۲/۸	شنی لومی	۵۵/۱	۱/۱۶	۷/۶	۰/۹	۴/۹
۱۲۰-۸۰	۸/۸۱	۸/۱۰	۴/۷	شنی لومی	۵۵/۱	۳/۱۶	۱/۷	۴/۹	۲/۹

*این ستون با در نظر گرفتن ۷۵ درصد حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی (MAD) از کل آب قابل استفاده بدست آمده است (علیزاده، ۱۳۹۱).

جدول ۳ - خصوصیات فیزیکی خاك قطعه آزمایشی شماره ۲

عمق لایه (سانتیمتر)	درصد ذرات خاك			بافت خاك	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	درصد رطوبت حجمی خاك در:			کل آب قابل استفاده TAW
	رس	سیلت	شن			ظرفیت زراعی FC	نقطه پژمردگی PWP	سهل الوصول* RAW	
۴۰-۰	۷/۷۷	۰/۱۰	۳/۱۲	لوم شنی	۵۳/۱	۴/۱۹	۳/۸	۱/۱۱	۱/۱۱
۸۰-۴۰	۷/۷۶	۰/۱۲	۳/۱۱	لوم شنی	۵۰/۱	۸/۱۹	۵/۸	۳/۱۱	۳/۱۱
۱۲۰-۸۰	۰/۸۱	۴/۹	۶/۹	شنی لومی	۵۵/۱	۵/۱۷	۱/۸	۴/۱۰	۴/۹

***این ستون با در نظر گرفتن ۷۵ درصد حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی (MAD) از کل آب قابل استفاده بدست آمده است (علیزاده، ۱۳۹۱).**

در هردو قطعه آزمایشی، پژوهش در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تیمار پوشش خاکی در ۳ تکرار پیاده گردید. که تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: C: آبیاری قطره‌ای سطحی بدون پوشش (شاهد)، M_W: آبیاری قطره‌ای سطحی با مالچ پلاستیکی سفید و M_B: آبیاری قطره‌ای سطحی با مالچ پلاستیکی سیاه. با توجه به حذف مؤلفه تبخیر سطحی در تیمارهای با پوشش پلاستیکی و نیز تغییر در وضعیت صعود کاپیلاری آب به سطح خاك در تیمارهای مختلف، تغییرات وضعیت رطوبتی خاك در فاصله بین دو آبیاری متوالی در زمانی که بیشترین تبخیر سطحی اتفاق میافتد (ماه‌های تیر و مرداد) و نیز شوری خاك، از طریق نمونه‌برداری در مرکز ناحیه خیس‌شده توسط قطره‌چکان‌ها و انتهای پیاز رطوبتی، در ۳ عمق ۴۰-۰ cm ، ۸۰-۴۰ cm و ۱۲۰-۸۰ cm در پایان فصل رشد، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

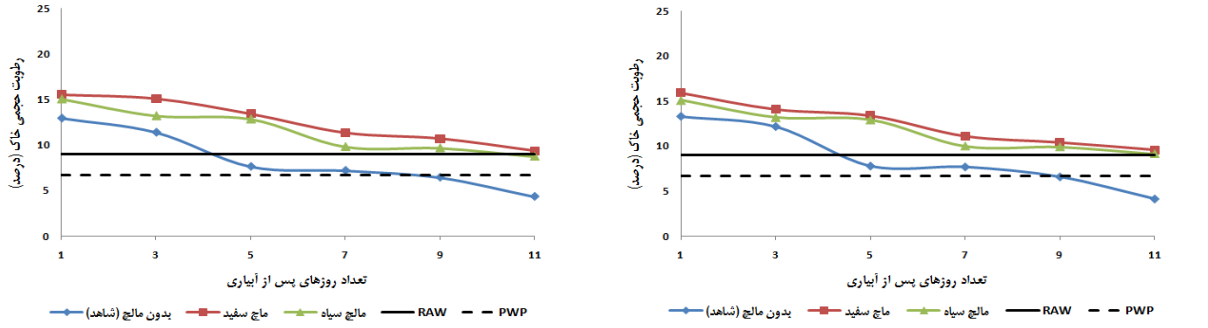
اثر تیمارهای مختلف بر تغییرات رطوبت خاك

قطعه آزمایشی شماره ۱: اندازه‌گیری رطوبت خاك از سطح تا عمق ۷۵ سانتیمتری ناحیه ریشه درختان پسته در تیمارهای مختلف، در فاصله بین دو آبیاری متوالی انجام شد. اما با در نظر گرفتن اینکه در درختان پسته، عمق تراکم ریشه معمولا بین ۳۰ تا ۸۰ سانتیمتر است، فقط نتایج این عمق‌ها در شکل ۱ آمده است. با توجه به جدول ۲ و در نظر گرفتن نقاط رطوبتی PWP و RAW مربوط به خاك این قطعه آزمایشی، میتوان نتیجه گرفت که در این قطعه آزمایشی در صورتی که از پوشش پلاستیکی استفاده نشود (تیمار شاهد)، درختان پس از حدود ۵ روز از آبیاری، تحت تنش خشکی قرار میگیرند و برای جذب آب از خاك نیاز به صرف انرژی داشته که این مسئله باعث کاهش عملکرد آنها گردیده است. ضمن اینکه پس از گذشت حدود ۹ روز از آبیاری و رسیدن رطوبت خاك به حد PWP، عملا درختان قادر به جذب آب از خاك نخواهند بود. این در حالی است که ما بخواهیم بدون در نظر گرفتن حداکثر

[۸۱] - Total Available Water
[۸۲] - Field Capacity
[۸۳] - Permanent Wilting Point
[۸۴] - Redily Available Water

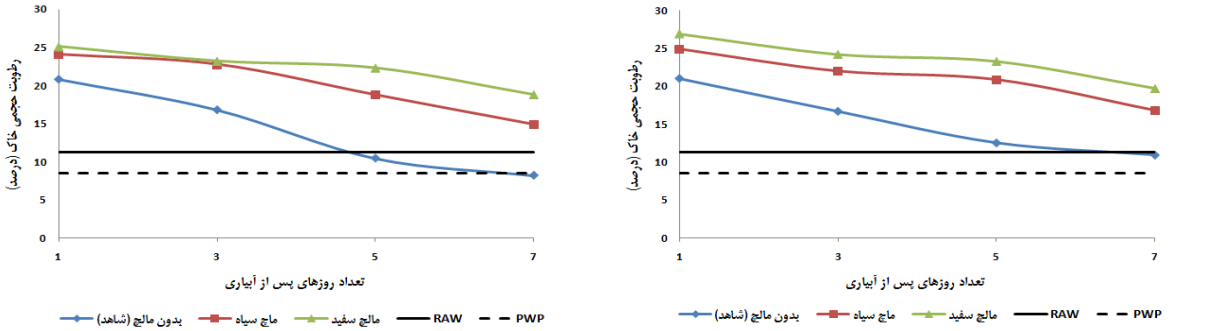
تخلیه مجاز رطوبتی (MAD)، از کل آب قابل استفاده خاك در محدوده ریشه درختان استفاده نماییم. بنابراین با توجه به دور آبیاری ۱۲ روزه این قطعه آزمایشی، درختان در ۳ روز پایانی دور آبیاری دچار تنش خشکی شدید میشوند. اما در حالت استفاده از پوشش پلاستیکی، دور آبیاری در نظر گرفته شده در این قطعه آزمایشی مناسب بوده، چرا که در تیمارهای مالچ پلاستیکی پس از گذشت حدود ۱۱ روز، رطوبت حجمی خاك در عمق حداکثر توسعه ریشه به حد RAW میرسد. و در فاصله بین دو آبیاری متوالی گیاه تحت تنش خشکی قرار نخواهد گرفت.

قطعه آزمایشی شماره ۲ : با در نظر گرفتن موارد ذکرشده فوق و نیز جدول ۴ و شکل ۲، نتیجه میگیریم که در این قطعه آزمایشی در صورتی که از پوشش پلاستیکی استفاده نشود (تیمار شاهد)، درختان پس از حدود ۵ روز از آبیاری، تحت تنش خشکی قرار میگیرند. لذا کاهش عملکرد در تیمار شاهد میتواند ناشی از صرف انرژی جهت جذب آب از خاك از روز پنجم به بعد باشد. ضمن اینکه پس از گذشت حدود ۷ روز از آبیاری و رسیدن رطوبت خاك به حد PWP، عملا درختان قادر به جذب آب از خاك نخواهند بود. اما در حالت استفاده از پوشش پلاستیکی، دور آبیاری در نظر گرفته‌شده در این قطعه آزمایشی کوتاه بوده و میتوان آن‌را افزایش داد. چرا که در تیمارهای مالچ پلاستیکی در فاصله بین دو آبیاری متوالی، رطوبت حجمی خاك در همه اعماق خاك حتی به حد RAW هم نرسید.



عمق ۵۰ سانتیمتری خاك | عمق ۷۵ سانتیمتری خاك

شکل ۱- میانگین تغییرات رطوبت حجمی خاك در تیمارهای مختلف در فاصله بین دو آبیاری متوالی

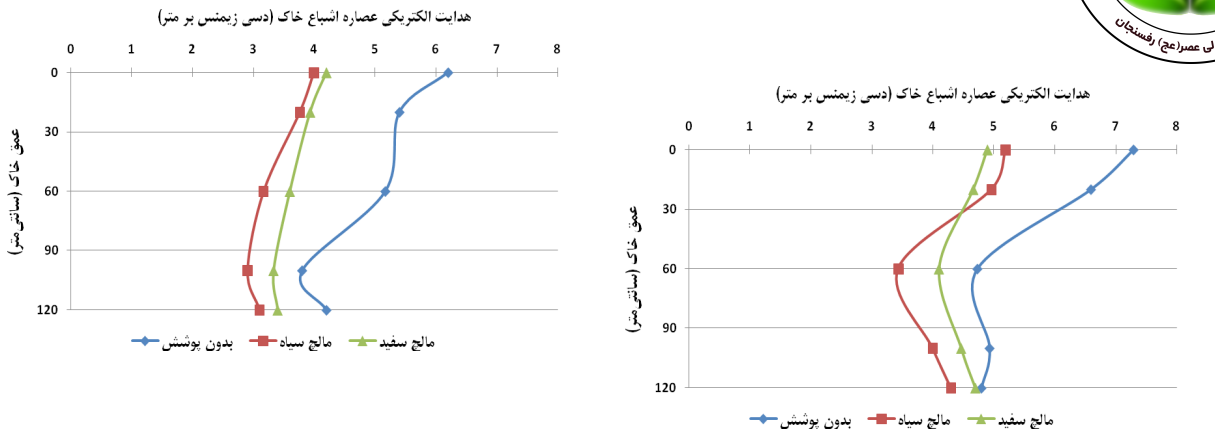


عمق ۵۰ سانتیمتری خاك | عمق ۷۵ سانتیمتری خاك

شکل ۲- میانگین تغییرات رطوبت حجمی خاك در تیمارهای مختلف در فاصله بین دو آبیاری متوالی

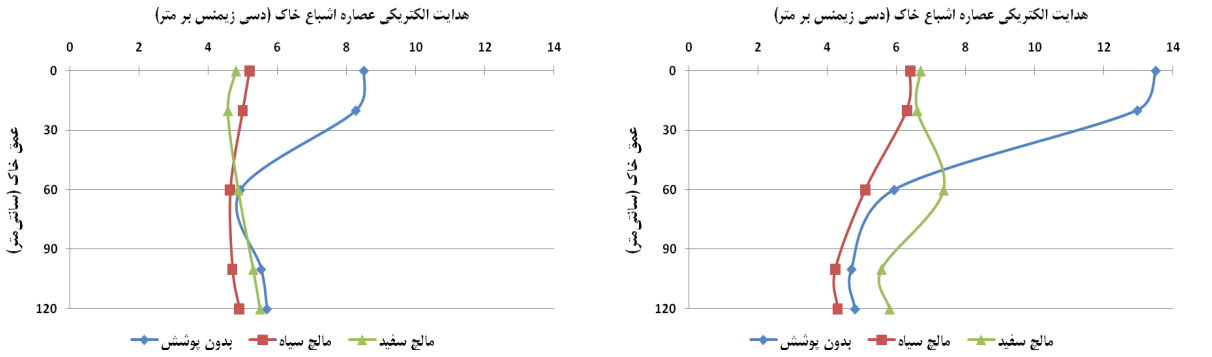
اثر تیمارهای مختلف بر تغییرات شوری خاك

قطعه آزمایشی شماره ۱ : در این قطعه آزمایشی، تغییرات شوری خاك در تیمارهای مختلف و در دو محل نمونه‌برداری زیر قطره‌چکان و انتهای پیاز رطوبتی (حدود ۱ متری قطره‌چکان) در شکل ۵ آمده است. نتایج نشان داد که استفاده از پوشش پلاستیکی شوری سطح خاك را در زیر محل قطره‌چکان‌ها و انتهای پیاز رطوبتی، به ترتیب ۲ و ۵/۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. در عمق‌های پایین‌تر این اختلاف شوری کمتر شد. ولی در مجموع در تمام نیمرخ خاك وضعیت شوری در تیمارهای با پوشش پلاستیکی نسبت به شاهد بهتر بود. نکته دیگر اینکه در تیمارهای با پوشش پلاستیکی، تغییرات شوری در زیر قطره‌چکان‌ها، از سطح خاك تا عمق ۱۲۰ سانتیمتری بسیار کم و حداکثر به ۷/۰ دسیزیمنس بر متر رسید که توزیع شوری بسیار مناسبی میباشد.



شکل ۵- میانگین تغییرات شوری خاک در تیمارهای مختلف در دو محل نمونه‌برداری

قطعه آزمایشی شماره ۲ : نتایج اندازه‌گیری شوری عصاره اشباع خاک در این قطعه آزمایشی و در نقاط و اعماق مورد نظر در شکل ۶ آمده است. نتایج در این قطعه آزمایشی با قطعه شماره ۱ قدری متفاوت بود به نحوی که در هر دو محل نمونه‌برداری (زیر قطره‌چکان و انتهای پیاز رطوبتی)، اختلاف شوری تیمار شاهد با تیمارهای با پوشش پلاستیکی، در سطح خاک زیادتر بوده به نحوی که این اختلاف در زیر قطره‌چکان‌ها حدود ۷/۳ دسی زیمنس بر متر و در انتهای پیاز رطوبتی به حدود ۷ دسی زیمنس بر متر رسید. با افزایش عمق خاک این اختلافات کمتر شد به نحوی که درهر دو محل نمونه‌برداری، از عمق ۶۰ تا ۱۲۰ سانتیمتری، شوری تمام تیمارها تقریبا مشابه هم بودند.



شکل ۶- میانگین تغییرات شوری خاک در تیمارهای مختلف در دو محل نمونه‌برداری

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که:

استفاده از مالچ پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای درختان پسته، ضمن بهبود معنیدار کلیه صفات رویشی و کمی و کیفی محصول درختان پسته، بهره‌وری مصرف آب را تا دو برابر نسبت به حالت بدن پوشش (شاهد) افزایش داد.

با توجه به تطابق خاک قطعات آزمایشی با خاک اغلب مناطق پسته‌کاری استان، دور مناسب آبیاری درختان پسته در روش آبیاری قطره‌ای در خاک‌های شنی لومی تا لومی شنی، در حالت بدون پوشش، بین ۵ تا ۹ روز و در شرایط استفاده از مالچ پلاستیکی، بین ۱۱ تا ۱۵ روز بدست آمد.

رنگ مالچ پلاستیکی تاثیر معنیداری بر هیچکدام از پارامترهای مورد بررسی نداشت.

استفاده از مالچ پلاستیکی ضمن کاهش انتقال املاح به سطح خاک، به دلیل کاهش تلفات آب بصورت تبخیر و نیز کاهش صعود کاپیلاری آب به لایه‌های فوقانی خاک، آبشویی بهتر املاح را در منطقه حداکثر تراکم ریشه باعث شد.

منابع

اسلامی، ا.، فرزام‌نیا، م. ۱۳۸۸. اثر انواع مالچ بر افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و عملکرد درختان پسته. مجله آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۲، جلد ۳، پاییز ۱۳۸۸، ص. ۸۷-۷۹.

علیزاده، ا. ۱۳۹۱. اصول طراحی سیستمهای آبیاری. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی. ۵۵۲ صفحه.
Burt, C.M., Mutziger, A., Howes, D.J. and Solomon, K.H. ۲۰۰۲. The effect of stubble and mulch on soil evaporation. Irrigation training and research center BioResource and Agricultural engineering Dept. California polytechnic state university san Luis obis. CA ۹۳۴۰۷-۸۰۵:۷۵۶-۲۴۳۳.
Jalota, S. K., ۱۹۹۳. Evaporation Through a soil mulch in relation to characteristics and evaporativity. Australian Journal Soil Research. ۳۱(۲); ۱۳۱-۱۳۶.
Taparauskiene, L. and Miseckaite, O. ۲۰۱۴. Effect of Mulch on Soil Moisture Depletion and Strawberry Yield in Sub-Humid Area. Pol. J. Environ. Stud. Vol. ۲۳, No. ۲(۲۰۱۴),۴۷۵-۴۸۲.
Yang, YZ. ۱۹۸۴." Changes in soil salts under plastic mulching and their influence on crop". Ningxia - agricultural - science - and - Technology - Ningxia – Nongyekej. ۲ : ۲۷ - ۲۹.

Abstract

To study the effects of using plastic mulch on soil moisture and salinity changes in the Drip irrigation system on mature pistachio trees, a Research in a randomized complete block design, in Two garden with different conditions in terms of water consumption,, irrigation frequency and tree growth, was performed. In each of the gardens, three levels of coverage, including: without mulch (treatment C), black-and-white plastic mulch (treatments M_B, M_W), with three replications was used. Evaluation of soil moisture changes in between two consecutive irrigations, significant effect coating in maintaining soil moisture In comparison with control showed. Due to the moisture points PWP and RAW soil of experimental plots, in loamy sand to sandy loam soils, Proper irrigation frequency for pistachio trees in Drip irrigation, in the case of uncoated, ۵ to ۹ days, and in the use of plastic mulch, ۱۱ and ۱۵ days Was, respectively. The result, a decrease in the salinity of the soil surface due to the use of plastic mulch showed. The leaching of salts in the lower depths also improved. The results of this study, a significant effect of plastic mulch on all growth factors, quantity and quality of yield and water use productivity, showed.

اثر مصرف آهن بر روی عملکرد و اجزای آن در بادام زمینی

محمد فیضیان [۱]، علی عبداللهی آرپناهی [۲]، محمود پنج تن دوست [۳]، علی سروش زاده [۴]، فائزه قناتی [۵]
۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه لرستان، ۲- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه لرستان، ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه تربیت مدرس، ۴- استادیار گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس، ۵- دانشیار گروه علوم گیاهی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده
به منظور بررسی اثر محلول پاشی و مصرف خاکی آهن (سکوسترین ۱۳۸(Fe-EDDHA)) بر روی برخی از خصوصیات کیفی گیاه بادام زمینی رقم نورث کارولینا ۲ (NC۲) دو آزمایش در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۵ در شهرستان بندر کیاشهر استان گیلان به اجرا درآمد. تیمارهای محلول پاشی در پنج سطح (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم آهن در یک لیترآب) در مراحل شاخه دهی و گلدهی و تیمارهای خاکی نیز در پنج سطح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار) فقط در زمان کاشت اعمال شدند. تجزیه واریانس در هر دو روش کاربرد آهن بر خصوصیات صفت های ضریب تسهیم، سرعت رشد غلاف، تعداد غلاف رسیده در هر بوته، وزن صد دانه، درصد مغز دهی و در نهایت عملکرد غلاف و دانه، افزایش معنی داری مشاهده می شود. به طوری که حداکثر میانگین این صفات در اثر مصرف تیمارهای ۴ گرم آهن در لیتر و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار به ترتیب در روش های محلول پاشی و مصرف خاکی به دست آمد. در هر دو روش کاربرد آهن، احتمالاً با افزایش مقدار آهن سرعت رشد غلاف و نیز شاخص سطح برگ و در نتیجه سرعت رشد گیاه به مقدار بیشتری افزایش پیدا کرده است که این امر بر تعداد گل های بارور و همچنین رشد و تولید پگ در بوته های بادام زمینی اثر مثبتی گذاشته است و نتیجه آن افزایش تعداد غلاف رسیده در بوته های بادام زمینی بوده است. افزایش غلظت آهن در هر یک از دو روش نیز اثر معنی داری بر وزن صد دانه بادام زمینی داشت که اختلاف معنی داری نیز با شاهد داشت.
واژه گان کلیدی : بادام زمینی، آهن، عملکرد، اجزای عملکرد

مقدمه
کمبود آهن یکی از بزرگترین مشکلاتی است که در هنگام کاشت گیاهان به خصوص بقولات در زمین های قلیایی با آن مواجه می شویم. بادام زمینی از جمله بقولاتی است که باوجود داشتن استراتژی نوع در جذب آهن (در شرایط کمبود آهن)، عملکرد آن کاهش می یابد (Barker and Pilbeam, ۲۰۰۶). به علت اینکه آهن در بسیاری از فرایندهای رشد گیاهی از جمله ساخت کلروفیل، انتقال انرژی، فرایندهای تنفس و فتوسنتز، تثبیت و احیاء نیتروژن و در نتیجه پروتئین سازی شرکت دارد، لذا کمبود آن در گیاه به کاهش عملکرد میانجامد (Marschner, ۱۹۹۵).

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی اثر محلول پاشی و مصرف خاکی آهن (سکوسترین ۱۳۸(Fe-EDDHA)) بر روی برخی از خصوصیات کیفی گیاه بادام زمینی رقم نورث کارولینا ۲ (NC۲) دو آزمایش در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۵ در شهرستان بندر کیاشهر استان گیلان به اجرا درآمد. تیمارهای محلول پاشی در پنج سطح (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم آهن در یک لیترآب) در مراحل شاخه دهی و گلدهی و تیمارهای خاکی نیز در پنج سطح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار) فقط در زمان کاشت اعمال شدند. ضریب تسهیم[۸۵] نیز با استفاده از روش ویلیامز و همکاران (Ntare and Williams, ۱۹۹۸) تعیین گردید. با استفاده از رابطه (Ntare, ۱۹۹۹) درصد مغز دهی محاسبه شد. عملکرد دانه در کلیه کرت های آزمایشی از رابطه زیر محاسبه گردید (لباسچی و همکاران، ۱۳۷۳) :

درصد مغزدهی × عملکرد غلاف = عملکرد دانه بادام زمینی

نتایج و بحث
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس در هر دو روش کاربرد آهن بر خصوصیات صفت های ضریب تسهیم، سرعت رشد غلاف، تعداد غلاف رسیده در هر بوته، وزن صد دانه، درصد مغز دهی و در نهایت عملکرد غلاف و دانه، افزایش معنی داری مشاهده می شود. به طوری که حداکثر میانگین این صفات در اثر مصرف تیمارهای ۴ گرم آهن در لیتر و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار به ترتیب در روش های محلول پاشی و مصرف خاکی به دست آمد (جدول ۱).

[۸۵]- Partitioning Factor OR Partitioning coefficient

از آنجایی که ضریب تسهیم از نسبت سرعت رشد غلاف به سرعت رشد گیاه محاسبه می شود در نتیجه عواملی که بر سرعت رشد غلاف اثر مثبت داشته باشند باعث افزایش ضریب تسهیم می شوند. ضریب تسهیم بالاتر از یك نشان دهنده افزایش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در قسمت های هوایی به سمت غلاف های در حال رشد در اواخر دوره رشد می باشد (Smart, ۱۹۹۴).

در هر دو روش کاربرد آهن، احتمالاً با افزایش مقدار آهن سرعت رشد غلاف و نیز شاخص سطح برگ و در نتیجه سرعت رشد گیاه به مقدار بیشتری افزایش پیدا کرده است که این امر بر تعداد گل های بارور و همچنین رشد و تولید پگ در بوته های بادام زمینی اثر مثبتی گذاشته است و نتیجه آن افزایش تعداد غلاف رسیده در بوته های بادام زمینی بوده است.

افزایش غلظت آهن در هر یک از دو روش نیز اثر معنی داری بر وزن صد دانه بادام زمینی داشت که اختلاف معنی داری نیز با شاهد داشت. تحقیقات زیادی نشان دادند، بوته های بادام زمینی که از آهن استفاده می کنند مغز هایی بزرگتر و با کیفیت بهتر تولید می نمایند (Singh et al., ۱۹۹۰). به علاوه آهن مصرفی می تواند در افزایش تعداد دانه نیز موثر باشد، زیرا که با مصرف Fe-EDDHA، آهن قابل استفاده گیاه در خاک افزایش پیدا می کند (Schenkeveld et al., ۲۰۰۸؛ Phiv et al., ۲۰۰۴).

با توجه به جدول ۱ مشاهده می شود که اثر افزایش غلظت آهن در هر دو روش مصرف بر درصد مغز دهی بادام زمینی اثر افزایشی معنی داری داشت. این امر می تواند ناشی از تولید دانه هایی بزرگتر و در نتیجه سنگین شدن دانه ها در تیمار های مصرفی آهن باشد. به نظر می رسد این امر ناشی از فراهم شدن محیط تغذیه ای مناسب تری برای غلاف های در حال رشد بادام زمینی بوده است

با افزایش مقدار آهن در هر دو روش مصرف، عملکرد غلاف بادام زمینی افزایش پیدا کرد. به نظر می رسد که افزایش سرعت رشد گیاه (۶/۲۶ گرم در متر مربع در روز) و همچنین تسهیم بیشتر مواد پرورده فتوسنتزی (۵۱/۱ درصد) (جدول ۱) نهایتا منجر به افزایش عملکرد غلاف در تیمار ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار (۶/۴ تن در هکتار) شده باشد. همبستگی معنی داری نیز بین آهن جذب شده از خاك توسط گیاه و عملکرد غلاف در سویا گزارش شد (Phiv et al., ۲۰۰۴).

همانطور که ملاحظه می شود مقدارهای آهن در هر دو روش افزایش معنی داری بر عملکرد دانه بادام زمینی داشت. افزایش سرعت رشد غلاف موجب افزایش ضریب تسهیم و در نتیجه افزایش تعداد گل های بارور شده که این امر نیز بدنبال خود سبب افزایش تعداد غلاف های رسیده و در نتیجه بهبود درصد مغز دهی، وزن صد دانه و نهایتاً عملکرد غلاف دانه شد. همانطور که مشاهده می شود تیمارهای آهن موجب بهتر شدن ضریب تسهیم و در نتیجه انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت دانه های در حال رشد شده اند(جدول ۱).

در سویا نیز مشاهده شده که در اثر مصرف کودهای آهن دار از جمله Fe-EDDHA علاوه بر افزایش عملکرد دانه (۵۰%)، غلظت آهن دانه (۳۰%) نیز افزایش یافت (Schenkeveld et al., ۲۰۰۸).

منابع

جدول ۱ - مقایسه میانگین اثر تیمار های آهن در صفت های ضریب تسهیم، وزن صد دانه، درصد مغز دهی، تعداد غلاف رسیده در هر بوته، عملکرد دانه و غلاف در بادام زمینی

روش مصرف	مقدار Fe-EDDHA مصرفی	ضریب تسهیم	تعداد غلاف رسیده در هر بوته	وزن صد دانه (gr)	درصد مغز دهی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	عملکرد غلاف ($kg\ ha^{-1}$)
محلول پاشی (gr/lit)	۰	۱/۰۱d	۲۰/۱۲d	۶۶/۳۱c	۰/۶۳c	۱۷۸۰/۶۶ d	۲۷۸۹/۶۴e
	۱	۱/۰۱d	۲۱/۱۲c	۶۶/۹۸c	۰/۶۴c	۱۸۲۹/۴۶ d	۲۸۳۳/۲۰d
	۲	۱/۰۷c	۲۱/۸۷c	۶۹/۲۸b	۰/۶۶b	۱۹۵۴/۰۸c	۲۹۲۸/۱۷c
	۳	۱/۲b	۲۳/۲۵b	۶۹/۷۶b	۰/۶۸ab	۲۱۶۷/۷b	۳۱۶۴/۵۵b
	۴	۱/۳۴a	۲۴/۵۸a	۷۱/۱a	۰/۶۹a	۲۴۲۸/۶۷a	۳۴۹۴/۶۱a
مصرف خاکی ($kg\ ha^{-1}$)	۰	۱ e	۲۰/۱۲ e	۶۶/۳۱ e	۰/۶۲ e	۱۷۸۴/۲۳ e	۲۷۸۷/۱۶ e
	۵	۱/۰۷ d	۲۱/۶۶ d	۶۹/۲۱ d	۰/۷۳ d	۲۱۶۴/۸۸ d	۲۹۵۶/۲۳ d
	۱۰	۱/۱۴ c	۲۳/۷۵ c	۷۲/۲ c	۰/۷۵ c	۲۵۶۵/۱۰ c	۳۳۸۷/۰۶ c
	۱۵	۱/۴۱ b	۲۷ b	۷۵/۰۸ b	۰/۷۸ b	۳۱۸۶/۲۰ b	۴۰۷۷/۷۳ b
	۲۰	۱/۵۱ a	۲۸/۷۵ a	۷۷/۹۶ a	۰/۸۰ a	۳۶۸۵/۲۴ a	۴۵۹۴/۸۹ a

در هر یک از روش های مصرف میانگین های هر ستون که دارای حروف مشابه هستند، از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند ($P \leq 0.05$).

Barker, A. V. and D. J. Pilbeam. ۲۰۰۶. Handbook of plant nutrition. Taylor & Francis Group. Boca Raton, London and New York. Pp: ۳۲۹-۳۵۰.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. In: Marschner, H.: Function of mineral nutrients: Microelements. Pp. ۳۱۳-۳۲۴. ۲nd edition, Academic Press Inc., London.

Ntare, B. R. and J. H. Williams. ۱۹۹۸. Heritability of components of a simple physiological model for yield in groundnut under semi-arid rain fed conditions. Field Crops Res., ۵۸: ۲۵-۳۳.
Ntare, B. R. ۱۹۹۹. Early generation testing for yield and physiological components in groundnut (Arachis hypogaea L.). Euphytica, ۱۰۷: ۱۴۱-۱۴۷.
Smart, J. ۱۹۹۴. The groundnut crop: A scientific basis for improvement. London. Chapman & Hall, Pp: ۷۳۴.
Singh, A. L., Y. C. Joshi and V. Chaudhari. ۱۹۹۰. Effect of different sources of iron and sulfur on leaf chlorosis, nutrient uptake and yield of groundnut. Fertilizer Res., ۲۴ (۲): ۹۷-۱۰۳.
Phiv, C. T., C. Hongprayoon, P. Srinives, A. Kumlung and Y. Osotsapar. ۲۰۰۴. Soybean Yield and Nutrient Composition as Affected by Soil and Foliar Fertilizations. Plant and Soil. ۲۸۴: ۱۰۲۴-۱۰۳۶.
Schenkeveld, W. D. C., R. Dijcker, A. M. Reichwein, E. J. M. Temminghoff and W. H. van Riemsdijk. ۲۰۰۸. The effectiveness of soil-applied FeEDDHA treatments in preventing iron chlorosis in soybean as a function of the o, o-FeEDDHA content. Plant and Soil, ۳۰۳:۱۶۱-۱۷۶.

Abstract

The effect of foliar and soil application of iron (Sequestrine ۱۳۸ (Fe-EDDHA)) on a number of qualitative characteristics of varieties of peanuts North Carolina ۲ (NC۲), two experiments in a randomized complete block design (RCBD) with three repeat crop carried in ۲۰۰۶ in the Kiashahr of Gilan province. The treatments sprayed at five levels (۰, ۱, ۲, ۳ and ۴ g of iron per liter of water) in the process of branching and flowering treatments and soil in five levels (۰, ۵, ۱۰, ۱۵ and ۲۰ kg of iron per hectare) only were applied at planting. analysis of variance of two iron using application methods on sharing ratio, the growth rate of pod, the number of pods in each plant, seed weight, kernel percentage and the yield of pods and seeds, showed a significant increase. The maximum average of these characteristics were observed in ۴ g of iron per liter and ۲۰ kg of iron per hectare, in the methods of spraying and soil usage, respectively.in two fe application methods, By increasing the amount of iron, pod growth rate and leaf area index, and therefore the higher growth rate increased and therefore has a positive effect on the number of fertile flowers as well as the development and production of peanut peg plant, resulting in an increase in the number of pods per plant in peanuts. Also Increased iron concentration in each of the two methods has significant effects on grain weight peanuts that showed significant differences with the control.

اثر بایوچار تولید شده از کود مرغی در دماهای متفاوت بر ویژگیهای شیمیایی یک خاک آهکی

مختار زلفی باوریانی [۱]، عبدالمجید رونقی [۲]، رضا قاسمی [۲]، جعفر یثربی [۲]
۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
در این آزمایش برخی ویژگیهای کود مرغی و بیوچارهای تهیه شده از آن در دماهای متفاوت تعیین و تأثیر آنها بر ویژگیهای شیمیایی یک نمونه خاک آهکی بررسی شد. تبدیل کود مرغی به بیوچار سبب کاهش مقادیر نسبی هیدروژن و اکسیژن و افزایش مقدار نسبی کربن شد. افزایش قابلیت هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی نیز در بیوچارهای تولیدی مشاهده شد. بیوچار تهیه شده در دمای بالا در افزایش کربن آلی خاک و ماندگاری آن مؤثرتر از سایر بیوچارها بود. کود مرغی و بیوچار تهیه شده در دمای C۲۰۰ سبب کاهش و بیوچار تهیه شده در C۴۰۰ سبب افزایش پهاش خاک شد. هرچند حداکثر قابلیت هدایت الکتریکی در مراحل اولیه خواباندن در خاک‌های تیمار شده با بیوچارهای تهیه شده در دماهای C۳۰۰ و C۴۰۰ مشاهده شد، اما سرعت افزایش آن با گذشت زمان در خاک‌های تیمار شده با کود مرغی و بیوچار تهیه شده در C۲۰۰ شدیدتر بود.
واژه های کلیدی: کود مرغی، بیوچار، خاک آهکی.

مقدمه
بیوچار مواد آلی مقاوم به تجزیه بوده و حاصل حرارت دادن زیست توده در شرایط عدم وجود اکسیژن می‌باشد (Namgay et al., ۲۰۱۰). ماندگاری بیوچار در خاک بسته به شرایط تولید، صدها و حتی هزاران سال برآورد شده است (Cheng et al., ۲۰۰۸). این امر از خروج دی‌اکسیدکربن و سایر گازهای گلخانه‌ای از خاک جلوگیری کرده و از افزایش روند تجمعی غلظت این گازها در اتمسفر که خطرات گرم شدن کره زمین را در پی دارد جلوگیری می‌کند. علاوه بر این بیوچار به عنوان یک ماده افزودنی مؤثر در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک گزارش شده است (Vaccari et al., ۲۰۱۱). ویژگی‌های بیوچار تحت تأثیر زیست توده اولیه و شرایط آتشکافت بوده و به تبع آن ویژگی‌های خاک تحت تأثیر قرار می‌گیرد(Downie et al., ۲۰۰۹). دامنه وسیع ویژگی‌های بیوچار حاصل از یک نوع ماده آلی بر اثر اعمال شرایط متفاوت تولید، امکان بهره‌گیری از فوائد این مواد را در شرایط مختلف اقلیم و خاک فراهم نموده است (Fuertes et al., ۲۰۱۰). بنابراین با توجه به هدف تولید، نوع ماده آلی اولیه و نیز ویژگی‌های خاک، دماهای متفاوتی جهت تولید بیوچار به کار می‌رود (Gaskin et al., ۲۰۰۸). هدف از اجرای این پژوهش بررسی تغییرات شیمیایی ایجاد شده در کود مرغی در اثر اعمال دمای متفاوت آتشکافت و تأثیر آن بر برخی ویژگی‌های شیمیایی یک نمونه خاک آهکی بود.

مواد و روشها
برای اجرای این آزمایش، کود مرغی به مدت ۴ ساعت در شرایط عدم وجود اکسیژن آزاد به طور جداگانه در دماهای ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس با استفاده از کوره الکتریکی (Heraeus مدل K-۱۲۵۲) حرارت داده شد. عملکرد بیوچارها با استفاده از تفاضل وزن در زمان قبل و بعد از اعمال حرارت تعیین شد. برخی ویژگیهای کود مرغی و بیوچارهای حاصل از آن از جمله ، قابلیت هدایت الکتریکی و پهاش در نسبت ۱:۵ نمونه به آب (Singh et al., ۲۰۱۰)، میزان عناصر کربن، نیتروژن و هیدروژن با استفاده از دستگاه CHN Elemental Analyzer (Carlo-Erba NA-۱۵۰۰) تعیین شد. مقدار اکسیژن نیز با روش تفاضل محاسبه شد(Mustafa et al., ۲۰۱۰). به منظور بررسی اثرات بیوچار بر ویژگی‌های خاک، کود مرغی و سه نوع بیوچار تهیه شده از آن به طور جداگانه به میزان دو درصد وزنی با نمونه‌های ۴۰۰ گرمی خاک آهکی به طور کامل مخلوط شد. تیمارهای مذکور به مدت ۵ ماه در شرایط حدود رطوبت مزرعه و دمای ۲۵ درجه سلسیوس خوابانده شد. از تمامی تیمارها در زمان‌های ۱، ۱۵، ۴۵ و ۱۵۰ روز از شروع خواباندن نمونه‌برداری شد. برخی ویژگی‌ها از جمله کربن آلی، قابلیت هدایت الکتریکی، پ هاش و ظرفیت تبادل کاتیونی در تمامی نمونه‌ها تعیین شد. تجزیه آماری داده‌ها و روابط رگرسیونی مربوطه با نرم افزارهای SPSS و SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث
با افزایش دمای آتشکافت میزان عملکرد بیوچار کاهش یافت (جدول ۱). افزایش دمای آتشکافت از ۲۰۰ به ۳۰۰ درجه سلسیوس بیشترین تأثیر را بر کاهش عملکرد بیوچار داشت. به طوریکه عملکرد بیوچار تهیه شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس به میزان ۸/۲۴ درصد کمتر از بیوچار تهیه شده در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس بود. در حالیکه عملکرد بیوچار تهیه شده در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس ۱/۷ درصد کمتر از بیوچار تهیه شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس بود. بر اساس گزارشات موجود هرچند با افزایش دمای آتشکافت عملکرد بیوچار کاهش می یابد اما شدت کاهش بستگی به نوع ماده اولیه و شرایط آتشکافت دارد (Bahng et al., ۲۰۰۹).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های کود مرغی وبیوچارهای حاصل از آن در دمای متفاوت

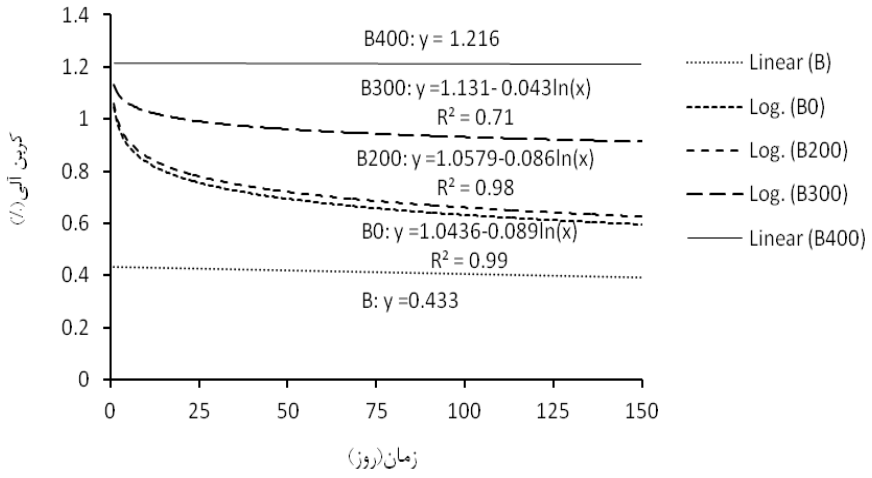
ویژگی	منابع ماده آلی			
	کود مرغی	بیوچار ۲۰۰	بیوچار ۳۰۰	بیوچار ۴۰۰
کربن(%)	۵/۳۹	۷/۳۹	۴/۴۲	۹/۴۷
هیدروژن(%)	۶۶/۵	۶۲/۵	۳۳/۵	۴۰/۳
اکسیژن(%)	۴۸/۴۲	۳۲/۴۲	۱۲/۳۹	۹۳/۳۱
نیتروژن کل(%)	۷۸/۳	۵۳/۳	۸۰/۳	۷۰/۴
پ‌هاش	۳۸/۷	۲۰/۷	۳۰/۷	۹۸/۹
قابلیت هدایت الکتریکی (dSm^{-1})	۰۶/۶	۵۹/۸	۹۶/۸	۲۷/۱۵
عملکرد بیوچار (%)	-	۸/۹۵	۷۱	۹/۶۳
ظرفیت تبادل کاتیونی($cmol_c kg^{-1}$)	۶۰	۵۸	۶۹	۷۵

تبدیل کود مرغی به بیوچار سبب افزایش درصد کربن آلی و کاهش غلظت (%) هیدروژن و اکسیژن در آن شد. ویژگیهای شیمیایی بیوچار تهیه شده در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس تفاوت چندانی با کود مرغی نداشت اما افزایش دمای آتشکافت از ۳۰۰ به ۴۰۰ درجه سلسیوس سبب ایجاد تغییرات قابل ملاحظه در مقادیر عناصر مذکور شد. بطوریکه اعمال دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس سبب افزایش غلظت کربن آلی به میزان ۵/۰ درصد و کاهش درصد هیدروژن و اکسیژن به ترتیب به میزان ۷۱/۰ و ۳۷۷/۰ درصد نسبت به کود مرغی شد. افزایش دما از ۲۰۰ به ۳۰۰ درجه سلسیوس نیز سبب افزایش درصد کربن آلی به میزان ۸/۶ درصد و کاهش مقادیر هیدروژن و اکسیژن به ترتیب به میزان ۱۶/۵ و ۵۶/۷ درصد شد. اما افزایش دما از ۳۰۰ به ۴۰۰ درجه سلسیوس به میزان ۱۳ درصد سبب افزایش در غلظت کربن آلی و کاهش در غلظت هیدروژن و اکسیژن به ترتیب به میزان ۲/۳۶ و ۴/۱۸ شد (جدول ۱). کاهش در نسبت هیدروژن به کربن و نیز نسبت اکسیژن به کربن در بیوچار نسبت به کود مرغی و تشدید این روند با افزایش دمای آتشکافت در تهیه بیوچار از دیگر نتایج حاصل از اجرای آزمایش بود. غلظت نیتروژن در بیوچار تهیه شده در دمای ۲۰۰ و ۳۰۰ درجه سلسیوس تفاوت چندانی با کود مرغی نداشت اما در بیوچار تهیه شده در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس به مقدار ۳/۲۴ درصد نسبت به کود مرغی افزایش یافت. نتایج مشابهی توسط دیگران نیز گزارش شده است(Singh et al., ۲۰۱۰).

میزان پ هاش بیوچارهای تهیه شده در دماهای ۲۰۰ و ۳۰۰ درجه سلسیوس به مقدار جزئی کمتر از کود مرغی بود اما در بیوچار تهیه شده در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس به میزان ۶/۲ واحد نسبت به کود مرغی افزایش یافت (جدول ۱). پ‌هاش بیوچار در دامنه نسبتاً اسیدی تا قلیایی متغیر است و افزایش دمای آتشکافت عموماً سبب افزایش پ‌هاش بیوچار می‌شود (Singh et al., ۲۰۱۰). پایین بودن پ‌هاش کود مرغی و بیوچار تهیه شده در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس به تولید اسیدهای آلی و ترکیبات فنلی ناشی از تجزیه سلولز و همی‌سلولز نسبت داده شده است (Abe et al., ۱۹۹۸). افزایش نسبی فلزات قلیایی در بیوچار میتواند توجیه کننده افزایش پ‌هاش بسیاری از بیوچارها باشد (Kookana et al., ۲۰۱۱). قابلیت هدایت الکتریکی بیوچار تهیه شده در دماهای ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس به ترتیب به میزان ۵/۲۹، ۹/۴۷ و ۱۵۲ درصد بیش از کود مرغی بود (جدول ۱). بیوچار تهیه شده در دمای بالاتر قابلیت هدایت الکتریکی بیشتری داشته (DeLuca et al., ۲۰۰۹) و کاربرد آن در خاک سبب افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک میشود (Mustafa et al., ۲۰۱۰). ظرفیت تبادل کاتیونی بیوچار تهیه شده در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس تفاوت چندانی با کود مرغی نداشت. اما در بیوچارهای تهیه شده در دمای ۳۰۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس به ترتیب به میزان ۱۵ و ۲۵ درصد بیش از کود مرغی بود. افزایش دمای آتشکافت تا حدودی با افزایش تخلخل و سطح ویژه و نیز افزایش گروه‌های کربوکسیل در بیوچار سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی می‌شود (Bird et al., ۲۰۰۸). بر اساس گزارشات موجود افزایش دمای آتشکافت در ابتدا سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی می شود اما دمای بیش از ۶۰۰ درجه سلسیوس با کاهش مجدد آن همراه است (Kookana et al., ۲۰۱۱).

اثر کاربرد بیوچار بر ویژگی‌های خاک

کاربرد کود مرغی و بیوچارهای حاصل از آن سبب افزایش معنی‌دار میزان کربن آلی خاک نسبت به تیمار شاهد(B) شد. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای کود مرغی(B.) و بیوچار ۲۰۰ ($B_{۲۰۰}$) وجود نداشت اما بیوچارهای تهیه شده در دمای بالاتر تأثیر بیشتری بر افزایش میزان کربن آلی خاک داشت(شکل ۱).



شکل ۱- رابطه بین میزان کربن آلی خاک با زمان انکوباسیون در تیمارهای مختلف

با گذشت زمان تغییر معنی‌داری در میزان کربن آلی خاک در تیمارهای شاهد و بیوچار تهیه شده در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس ($B_{۴۰۰}$) ایجاد نشد اما در تیمارهای کود مرغی و بیوچارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ ($B_{۲۰۰}$) به صورت لگاریتمی کاهش یافت (شکل ۱). هرچند شیب کاهش در ابتدای دوره در سه تیمار اخیر شدید بود اما شدت آن در تیمارهای کود مرغی و بیوچار ۲۰۰ بیشتر از بیوچار ۳۰۰ بود. تأثیر حداکثری تیمار بیوچار ۴۰۰ در افزایش کربن آلی خاک تا آخرین مرحله نمونه برداری حفظ شد. بیوچار از ترکیبات آروماتیک پایدار تشکیل شده (Schmidt and Noack, ۲۰۰۰) و افزایش درجه حرارت در تولید آن سبب افزایش ترکیبات آروماتیک پایدار و خشبی شدن بیشتر مواد آلی و در نتیجه افزایش مقاومت آن در برابر تجزیه می‌شود (Keilweit et al., ۲۰۱۰).

در زمان یک روز از شروع خواباندن ، کاربرد کود مرغی و بیوچار ۲۰۰ سبب کاهش اما بیوچار ۴۰۰ سبب افزایش معنی‌دار پهاش خاک نسبت به تیمار شاهد شد و بیوچار ۳۰۰ بدون تغییر بود (جدول ۲). این تغییرات با توجه به پهاش منابع مواد آلی مورد استفاده دور از انتظار نیست.

جدول ۲- اثر منابع مختلف ماده آلی بر پهاش و قابلیت هدایت الکتریکی خاک در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری

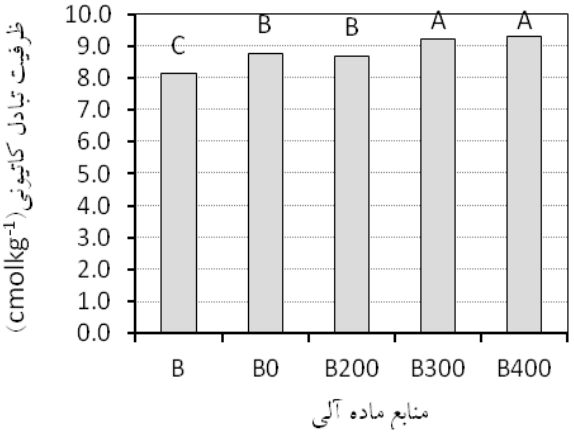
منابع ماده آلی	زمان نمونه‌برداری(روز) ۱	۱۵	۴۵	۱۵۰	میانگین
	پ هاش				
بدون ماده آلی	^{d*}۸۰/۷	^{ef}۶۳/۷	^{fg}۶۰/۷	^{e}۷۰/۷	^{B}۶۸/۷
کود مرغی	^{e}۷۰/۷	^{k}۳۳/۷	^{jk}۴۰/۷	^{gh}۵۳/۷	^{D}۴۹/۷
بیوچار ۲۰۰	^{e}۷۰/۷	^{ij}۴۳/۷	^{k}۳۳/۷	^{h}۵۲/۷	^{D}۵۰/۷
بیوچار ۳۰۰	^{d}۸۰/۷	^{ef}۶۳/۷	^{hi}۵۰/۷	^{ef}۶۳/۷	^{C}۶۴/۷
بیوچار ۴۰۰	^{a}۵۰/۸	^{b}۳۰/۸	^{c}۲۰/۸	^{c}۱۳/۸	^{A}۲۸/۸
	قابلیت هدایت الکتریکی(μScm^{-1})				
بدون ماده آلی	^{g}۲۳۸	^{g}۲۴۳	^{g}۲۵۴	^{f}۳۲۶	^{B}۲۶۵
کود مرغی	^{e}۵۲۴	^{d}۶۴۱	^{c}۷۹۶	^{a}۱۱۸۳	^{A}۷۸۶
بیوچار ۲۰۰	^{e}۴۹۵	^{d}۶۵۲	^{c}۷۵۰	^{a}۱۱۷۴	^{A}۷۶۸
بیوچار ۳۰۰	^{d}۵۹۵	^{c}۷۴۷	^{c}۷۸۰	^{b}۹۶۰	^{A}۷۷۰
بیوچار ۴۰۰	^{d}۶۶۱	^{c}۷۵۱	^{c}۸۱۶	^{b}۹۷۶	^{A}۸۰۱

*: در هر کدام از ویژگی‌ها، میانگین‌هایی که دارای حروف کوچک و یا بزرگ مشترک هستند از نظر آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

با گذشت زمان خواباندن در تمامی تیمارها کاهش در پ‌هاش خاک مشاهده شد. حداقل پ‌هاش در تیمار کود مرغی و بیوچار ۲۰۰ به ترتیب در زمان‌های ۱۵ و ۴۵ روز پس از شروع خواباندن مشاهده شد. روند کاهش در پ‌هاش خاک تیمار شده با بیوچار ۳۰۰ ادامه یافت و در ۴۵ روز پس از شروع خواباندن کمتر از تیمار شاهد بود. در خاک‌های تیمار شده با کود مرغی و بیوچارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ افزایش معنی‌دار پ‌هاش در آخرین مرحله نمونه‌برداری نسبت به مرحله قبلی مشاهده شد. هرچند روند کاهش پ‌هاش در خاک تیمار شده با بیوچار ۴۰۰ تا آخرین مرحله نمونه‌برداری ادامه داشت اما در تمامی مراحل نمونه‌برداری میزان پ‌هاش در این تیمار بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد تجزیه سریع کود مرغی و بیوچار تهیه شده از آن در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس سبب کاهش پ‌هاش خاک شده است. احتمالاً آهکی بودن خاک و ظرفیت بافری زیاد آن سبب افزایش پ‌هاش در خاک‌های تیمار شده با کود مرغی و بیوچارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ و سیر آن به سمت تعادل در آخرین مرحله نمونه‌برداری شده است. همین امر ادامه کاهش در پ‌هاش خاک تیمار شده با بیوچار ۴۰۰ را با توجه به بالاتر بودن آن نسبت به پ‌هاش اولیه خاک سبب شده است. افزایش پ‌هاش خاک در اثر کاربرد بیوچار حاصل از لجن فاضلاب در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس نیز گزارش شده است (Mustafa et al., ۲۰۱۰).

در تمامی مراحل نمونه‌برداری کاربرد کود مرغی و بیوچارهای حاصل از آن سبب افزایش معنی‌دار قابلیت هدایت الکتریکی خاک شد. در هر کدام از مراحل نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری بین کود مرغی و بیوچار ۲۰۰ و همچنین بین بیوچار ۳۰۰ و ۴۰۰ وجود نداشت (جدول ۲). در مراحل اولیه خواباندن خاک‌های تیمار شده با بیوچار ۳۰۰ و یا ۴۰۰ تأثیر بیشتری بر افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک داشت. با توجه به قابلیت هدایت الکتریکی مواد آلی مذکور این نتایج دور از انتظار نیست. با گذشت زمان خواباندن قابلیت هدایت الکتریکی خاک در تمامی تیمارهای مواد آلی افزایش یافت. روند سریع افزایش در قابلیت هدایت الکتریکی خاک در خاک‌های تیمار شده با کود مرغی و بیوچار ۲۰۰ را می‌توان به تجزیه سریع‌تر این مواد نسبت به بیوچارهای تهیه شده در دمای بالاتر و در نتیجه تولید بیشتر یا سریع‌تر نمک‌های محلول نسبت داد (Steiner et al., ۲۰۰۷).

کاربرد تمامی منابع ماده آلی با افزایش معنی‌دار ظرفیت تبادل کاتیونی همراه بود. میزان تأثیر کود مرغی و بیوچار تهیه شده در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک مشابه بود. هرچند تفاوت معنی‌داری بین خاک‌های تیمار شده با بیوچار ۳۰۰ و ۴۰۰ از نظر ظرفیت تبادل کاتیونی مشاهده نشد اما میزان تأثیر آنها بیشتر از کود مرغی و بیوچار ۲۰۰ بود(شکل ۲). تأثیر بیوچار بر افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به ویژگی‌ها و مدت زمان مصرف بیوچار در خاک بستگی دارد. به طوریکه در برخی موارد افزایش دما سبب کاهش (Gaskin et al., ۲۰۰۸) و در برخی موارد سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی بیوچار تولیدی شده است (Singh et al., ۲۰۱۰). افزایش ۱۴ درصدی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در اثر افزایش ۳ درصدی بیوچار تهیه شده از کاه برنج در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در یک خاک اسیدی گزارش شده است (Jiang et al., ۲۰۱۲).



شکل ۲- ظرفیت تبادل کاتیونی در منابع مختلف ماده آلی

منابع

Abe, I., S. Iwasaki, Y. Iwata, H. Kominami, and Y. Kera. ۱۹۹۸. Relationship between production method and adsorption property of charcoal. TANSO. ۱۸۵: ۲۷۷-۲۸۴.

Bahng, M.K., C. Mukarakate, D.J. Robichaud, and M.R. Nimlos. ۲۰۰۹. Current technologies for analysis of biomass thermochemical processing: a review. Analytica Chimica Acta: ۶۵۱ (۲), ۱۱۷-۱۳۸

Bird, M. I., P. L. Ascough, I. M. Young, C. V. Wood, and A.C. Scott. ۲۰۰۸. X-ray microtomographic imaging of charcoal. J. Archaeol. Sci. ۳۵: ۲۶۹۸-۲۷۰۶.

Cheng, C. H., J. Lehmann, J. E. Thies, and S. D. Burton. ۲۰۰۸. Stability of black carbon in soils across a climatic gradient. J. Geophys. Res. ۱۱۳: ۱۰۲۷-۱۰۳۳.

DeLuca, T. H., M. D. MacKenzie, and M. J. Gundale. ۲۰۰۹. Biochar effects on soil nutrient transformations. In "Biochar for Environmental Management:Science and Technology" (J.Lehmann and S.Joseph, Eds.),Earth, London.

Downie, A., A. Crosky, P. Munroe. ۲۰۰۹. Physical properties of biochar. Biochar for environmental management: Science and Technology, ۱۳-۳۲.

Fuertes, A. B., M. C. Arbestain, M. Sevilla, J. A. Macic-Agull, S. Fiol, R. Lepz, R. J. Smernic, W. P. Aitkenhead, F. Arce, and F. Macias. ۲۰۱۰. Chemical and structural properties of carbonaceous products obtained by pyrolysis and hydrothermal carbonization of corn stover. Aust. J. Soil Res. ۴۸: ۶۱۸-۶۲۶.

Gaskin, J. W., C. Steiner, K. Harris, K. C. Das, and B. Bibens. ۲۰۰۸. Effect of low-temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. Transactions of the ASABE ۵۱: ۲۰۶۱-۲۰۶۹.

Jiang,T.Y., J. Jiang, R.K. Xu, and Z. Li. ۲۰۱۲. Adsorption of Pb(II) on variable charge soils amended with rice-straw derived bichar. Chemosphere ۸۹: ۲۴۹-۲۵۶ .

Keiluweit, M., P. S. Nico, M. G. Johnson, and M. Kleber. ۲۰۱۰. Dynamic molecular structure of plant biomass-derived black carbon (Biochar). Environ. Sci. Technol. ۴۴: ۱۲۴۷-۱۲۵۳.

Kookana R.S., A.K. Sarmah, L. Van Zwieten, E. Krull, and B. Singh. ۲۰۱۱. Biochar Application to Soil: Agronomic and Environmental Benefits and Unintended Consequences. Advances in Agronomy, Volume ۱۱۲: ۱۰۳-۱۴۳.

Mustafa, K. H., V. Strezov, K. Y. Chan, and P. F. Nelson. ۲۰۱۰. Agronomic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (Lycopersicon esculentum). Chemosphere ۷۸:۱۱۶۷-۱۱۷۱

Namgay, T., B. Singh, and B. P. Singh. ۲۰۱۰. Influence of biochar application to soil on the availability of As, Cd, Cu, Pb, and Zn to maize (Zea mays L). Aust. J. Soil Res. ۴۸: ۶۳۸-۶۴۷.

Schmidt, M. W. I., and A. G. Noack. ۲۰۰۰. Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications and current challenges. Glob. Biogeochem. Cycle ۱۴: ۷۷۷-۷۹۳.

Singh, B., B.P. Singh, and A. L. Cowie. ۲۰۱۰. Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. Aust. J. Soil Res. ۴۸: ۵۱۶-۵۲۵.

Steiner, C., W. G. Teixeira, J. Lehmann, T. Nehls, J. L. V. MaceDo, W. E. H. Blum, and W. Zech. ۲۰۰۷. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. Plant Soil: ۲۹۱, ۲۷۵-۲۹۰.

Vaccari, F. P., S. Baronti, E. Leugato, L. Genesio, S. Castaldi, F. Fornasier, and F. Miglietta. ۲۰۱۱. Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat. Europ. J. Agron. ۳۴: ۲۳۱-۲۳۸.

Abstract

In this study, some characteristics of poultry manure (PM) and its derived biochars at different tempratures were determined and evaluated their effects on the chemical properties of a calcareous soil. There was an increase in the amount of carbon, and reducing in hydrogen and oxygen contents, as a result of the conversion of poultry manure to biochar. Also it was observed an increase in EC and CEC in the produced biochars. Biochars prepared at higher temperatures were more effective in increasing soil OC and its durability. Addition of PM and its derived biochar at ۲۰۰ C ($B_{۲۰۰}$) decreased soil pH, whereas biochar which prepared at ۴۰۰ C ($B_{۴۰۰}$) increased it. Although highest soil EC observed in $B_{۲۰۰}$ and $B_{۴۰۰}$ treated samples in the early stages of incubation, the rate of increasing in soil EC was higher at PM and $B_{۲۰۰}$ treated samples.

اثر سطوح مختلف کود فسفر بر اجزاء نیتروژن معدنی خاک در خاک چسبیده به ریشه و توده خاک برای کشت گندم

سعیده سعادتی‌فر [۱]، رضا خراسانی [۲]، امیر لکزیان [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲-دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- استادگروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده
نیتروژن معدنی در توده خاک و خاک چسبیده به ریشه رفتار متفاوتی دارد.به منظور بررسی تغییرات نیتروژن معدنی (نیترات و آمونیوم)آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، در ۳ سطح فسفر (۰ ، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم)و دو بخش توده خاک و خاک چسبیده به ریشه در انجام شد. نتایجمطالعهحاکیازآنبود کهمقدار اجزاء نیتروژن معدنی در خاک چسبیده به ریشه کمتر از توده‌ی خاک بود.با افزایش غلظت فسفر، غلظت نیتروژن معدنی،نیترات و آمونیوم در هر دو بخش توده خاک و خاک چسبیده به ریشهکاهش یافت.این بدلیل تغییر در تراوشات ریشه و برداشت گیاه است.
واژه‌های کلیدی: خاک چسبیده به ریشه، تراوشات ریشه، نیترات و آمونیوم.

مقدمه

فعالیت ریشه گیاهان بر ویژگی‌های شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی خاک مجاور ریشه تاثیر می‌گذارد. وضعیت این ناحیه که رایزوسفر نامیده می‌شود، بطور قابل توجهی با توده خاک متفاوت است. ضخامت این ناحیه از ۰.۱ تا بیش از ۲ میلی متر بسته به طول و وفور تارهای کشنده تغییر می‌کند (Russell, ۱۹۷۷). از آنجایی که مطالعه‌ی خاک رایزوسفر مشکل است، می‌توان از خاک چسبیده به ریشه[۸۶] که بیانگر شرایط رایزوسفر است استفاده کرد(قریشی و همکاران، ۲۰۱۴؛ Emnova et. al, ۲۰۱۲؛ Garcia-Salamanca et. al, ۲۰۱۲؛ Czarnes et. al, ۲۰۰۰و Kodama et. al, ۱۹۹۴). البته خاک چسبیده به ریشه را نمی‌توان دقیقا خاک رایزوسفری تصور کرد (Hinsinger et al.,۲۰۰۵).

گیاهان از طریق طیف وسیعی از فرآیندها که شامل اسیدی شدن از طریق خروج پروتون و انتشار تراوشاتمختلف ریشه است، بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و ترکیب بیولوژیکی رایزوسفر تاثیر می‌گذارند.همراه با تغییرات pH خاک، تراوشات ریشه به طور مستقیم بر فراهمی عناصر غذایی اثر می‌گذارند و یا اثرات غیرمستقیم از طریق تعامل با میکروارگانیسم‌های خاک دارند(Richardson et al.,۲۰۰۹).بررسی وضعیت عناصر غذایی و ویژگی‌های این منطقه، درک بهتری از شرایط گیاه در خاک و فرآیندهای موجود در آن را فراهم می‌کند. نیتروژن بیش‌ترین اهمیت را در بین عناصر غذایی برای رشد محصولات دارد. همچنین نیتروژن جزء اساسی از کلروفیل، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و... است (Hoffman,۲۰۰۴). نیتروژن در خاک به شکل‌های آلی و معدنیمی‌باشد. شکل‌های معدنی مهم نیتروژن در خاک نیترات، نیتریت، آمونیوم هستند.تراوشات ریشه گیاهان حاوی اسیدهای آلی، قندها، آمینو اسیدهاو...می‌باشند(Dakora and Donald,۲۰۰۲). این تراوشات می‌توانند درمقدارنیتروژن رایزوسفر تغییر ایجاد کنند (Landi et al.,۲۰۰۶).

مقدار فسفر می‌تواند بر مقدار نیتروژن در خاک و گیاه اثر بگذارد(De Groot et al., ۲۰۰۳).میزانتغییرات اجزاء معدنی نیتروژن، تحت تاثیر فسفر می‌تواند در دو حالت خاک چسبیده به ریشهو توده‌ی خاک متفاوت باشد.در سالهای اخیر تحقیق درباره‌یرایزوسفر و خصوصیات آن بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این پژوهش مطالعه‌ی اثر سطوح مختلف فسفر بر مقدار نیتروژن معدنی و اجزاء آن در خاک چسبیده به ریشه است.

مواد و روش‌ها

این تحقیقبصورت یک آزمایش گلدانی در خاکی با فسفر قابل استفاده نسبتا کم انجام گرفت. آزمایش بصورت طرح کاملا تصادفی برای گیاه گندمدر دو بخش توده خاک و خاک چسبیده به ریشهو ۳ سطح غلظت فسفر فراهم شده از $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$ در سه تکرار با آرایش فاکتوریل انجام شد. سه سطح غلظتی فسفر صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم در نظر گرفته شد. عناصر Nو K بر اساس آنالیز خاک و نیاز گیاه، به مقدار لازم، به همه‌ی تیمارها اضافه شد. آبیاری در طول رشد گیاهاندر حد ظرفیت زراعی(حدود ۱۴ درصد وزنی)انجام شد. سطح گلدان‌ها با ۱۰۰ گرم ماسه‌ی شسته شده جهت کاهش تبخیر و یکنواختی آبیاری پوشانده شد. به منظور محاسبه‌ی نیاز کودی نیتروژن کل به روش کجلدال(Bremner, ۱۹۹۶)و فسفر قابل استفاده به روش اولسن تعیین شدند(Olsen et al., ۱۹۵۴).بعد از اتمام دوره‌ی کشت،برای برداشت، اندام هوایی گیاه از محل طوقه جداگردید.سپس شن روی گلدان کنار زده شد و به آرامی و با دقت، با برس کردنخاک چسبیده به ریشه جدا شد(قریشی و همکاران، ۲۰۱۴؛ Emnova et. al, ۲۰۱۲؛ Garcia-Salamanca et. al, ۲۰۱۲؛ Czarnes et al.,۲۰۰۰و Kodama et. al, ۱۹۹۴). آمونیوم و مجموع نیترات ونیتریت در خاک اندازه گیری شد(Keeney and Nelson,۲۰۰۰).

[۸۶].Root-adhering soil

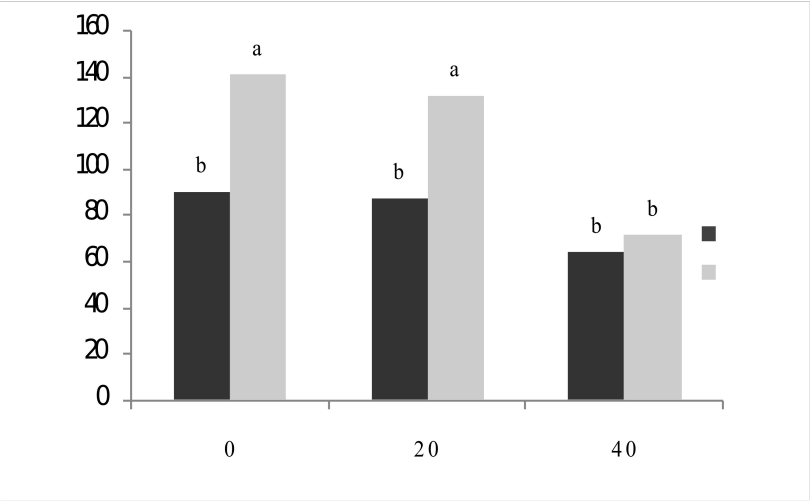
سپس مقدار نیتروژن معدنی از مجموع آمونیوم و نیترات ونیتریت محاسبه گردید.جدول شماره‌ی ۱ برخی از خصوصیات خاک مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک مورد مطالعه

Total N(mg/kg)	P (mg/kg)	$CaCO_3$%	pH	EC(dS/m)
۵۰/۵۵۷	۴۰/۹	۵۰/۱۴	۴۸/۷	۶۰/۱

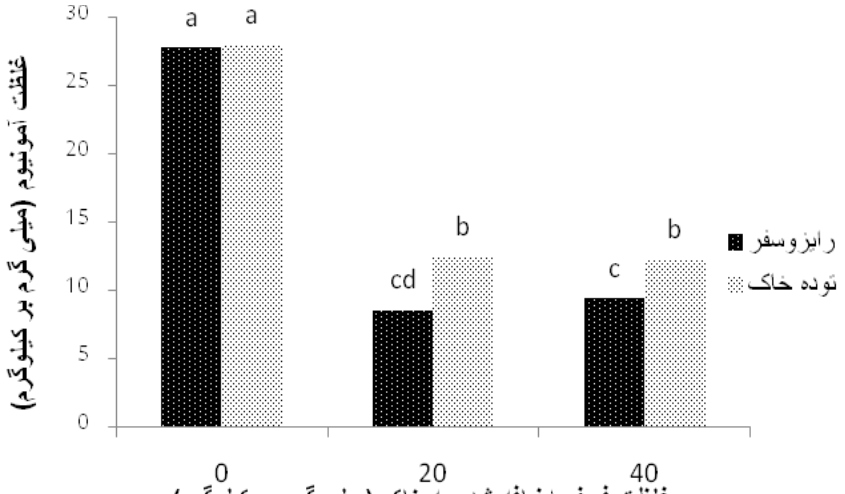
نتایج و بحث

با افزایش سطح فسفر مقدار نیتراتدر هر دو بخش کاهش یافت. به شکل ۱ مراجعه نمایید.میزان کاهش نسبت به شاهد (سطح اول فسفر)در توده ی خاک برای سطوح ۲۰ و ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر، به ترتیب ۹ و ۶۹میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد. در خاک چسبیده‌به‌ریشه تغییرات نیتروژن معدنی نسبت به سطح صفر کاهش ناچیز حدود ۳ میلی گرم بر کیلوگرم در سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم و ۲۶ میلی گرم بر کیلوگرم در سطح ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم را نشان داد که از نظر آماری معنی‌دار نبود.



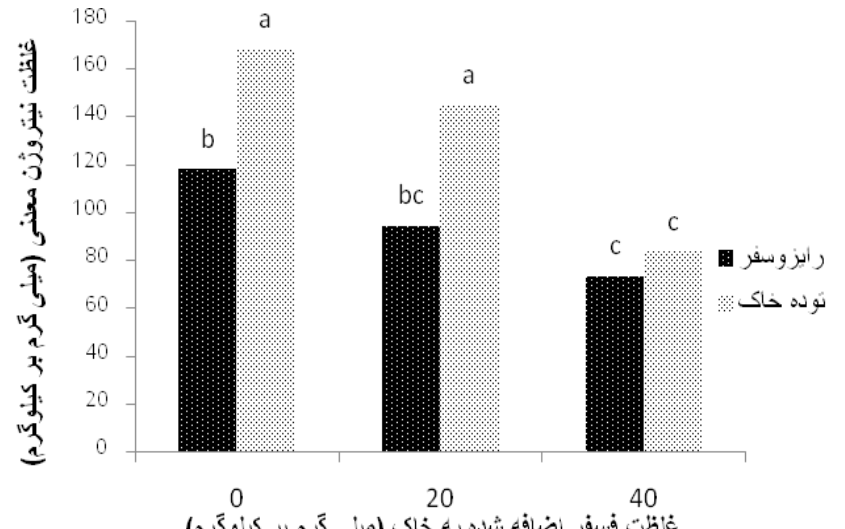
شکل ۱- اثرسطوح فسفر بر مجموع نیترات و نیتریت توده ی خاک و خاک چسبیده به ریشه

در بررسی مقادیر آمونیوم در دو بخش خاک در سطح اول تفاوت معنی داری مشاهده نشد. به شکل ۲ مراجعه نمایید.در هر دو تیمار فسفر مقدار آمونیوم در سطح ۲۰ میلی‌گرم‌برکیلوگرم فسفر در توده‌ی خاک ۱۵/۵ میلی گرم بر کیلوگرم و در سطح ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم ۸/۱۵میلی گرم بر کیلوگرم کاهش یافت. کاهش مقدار آمونیوم در خاک چسبیده به ریشه برای دو سطح بالای فسفر به ترتیب ۶۹ و ۶۶ درصد بود.



شکل ۲- اثرسطوح فسفر بر آمونیوم توده ی خاک و خاک چسبیده به ریشه

غلظت نیتروژن معدنی در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر اضافه شده به خاک در دو بخش خاک چسبیده به ریشه و توده خاک، در شکل ۳ نشان داده شده است. مقدار نیتروژن معدنی در هر دو خاک روند کاهشی را نشان می‌دهد. بیش‌ترین مقدار آن مربوط به شاهددر توده خاک و کم‌ترین مقدار متعلق به سطح ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر در خاک چسبیده به ریشه است. کاهش غلظت نیتروژن معدنی در توده ی خاک در سطح ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرمنسبت به شاهد حدود ۵۰ درصد می‌باشد، همچنین کاهش غلظت نیتروژن معدنی در خاک چسبیده به ریشه نسبت به شاهد، برایسطح ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم به ترتیب حدود ۲۶ درصد است.در شاهد و سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفرهمانطور که مشاهده می شود. به شکل ۳ مراجعه نمایید. اختلاف بین دو بخش خاک معنی دار است، بطوریکه میزان نیتروژن معدنی حدود ۳۵درصد در توده‌ی خاک بیش‌تر از خاک چسبیده به ریشه است.



شکل ۳- اثرسطوح فسفر برنیتروژن معدنی توده ی خاک و خاک چسبیده به ریشه

باتوجه به شکل‌های ۱، ۲ و ۳ میزان نیتروژن معدنی، آمونیوم و نیترات(Prendergast-Miller et al., ۲۰۱۱) در خاک چسبیده به ریشه کمتر از توده‌ی خاک است. مقدار نیتروژن معدنی و اجزاء آنروند مشابهی را نشان می‌دهند، با افزایش محدودیت فسفر میزان نیتروژن معدنی افزایش می‌یابد.بدنبال کاهش تغذیه‌ی فسفر میزان تراوش ترکیبات نیتروژن دار مثل آمینواسیدها از ریشه افزایش می‌یابد (

(Bowen,۱۹۶۹ ؛Ratnayake et al., ۱۹۷۸). کمبود فسفر در خاک پیامدهایی از جمله افزایش ترکیبات نیتروژن دار و کاهش جذب نیتروژن از خاک (De Groot et al.,۲۰۰۳)دارد.

کاهش نیتروژن معدنی می‌تواند ناشی از افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه و کاهش ترکیبات نیتروژن دار آزاد شده از ریشه‌ی آن باشد. باتوجه به اینکه با افزایش فسفر میزان رشد و نمو (وزن خشک، به ترتیب ۵/۴، ۳/۷ و ۵/۱۰ گرم)گیاه افزایش می‌یابد. بنابراین تقاضا برای نیتروژن بیش‌تر خواهدشد. این مسأله باعث می‌شود که میزان نیتروژن معدنی در تیمارهای زیاد فسفر در هر دو بخش خاک کاهش پیدا کند. با توجه به مقادیر نیترات و آمونیوم، در تیمار ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرمعلت کاهش نیتروژن معدنی در خاک عمدتا مربوط به کاهش آمونیوم بوده است، اما در تیمار ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر سهم نیترات و آمونیوم در کاهش نیتروژن معدنی تقریبا با هم برابر است. به عبارت دیگر در تیمار ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر میزان نیترات نسبت به سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر کاهش بیش‌تری داشته است.براساس پژوهش‌های انجام گرفته با افزایش فسفر خاک میزان ترکیبات آمونیوم‌دار تراوش شده کمتر می‌شود(Bowen,۱۹۶۹ ؛Ratnayake et al., ۱۹۷۸).بنابراین از سطح صفر فسفر به سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر مقدار آمونیوم به علت برداشت گیاه و کاهش ترکیبات آمونیوم‌دار کاهش می‌یابد. مجموع این دو عامل باعث کاهش نیتروژن معدنی خاک می‌شود. در تیمار ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر بواسطه‌ی تولید عملکرد زیاد نیاز گیاه به نیتروژن افزایش می‌یابد. از آنجایی که میزان ترکیبات آمونیومی نیز کم تر می‌شود و سطح آمونیوم در خاک کاهش می‌یابد، بنابراین گیاه افزایش نیاز به نیتروژن را از طریق جذب نیترات تامین می‌کند. لذا باعث می‌شود نیترات خاک در تیمار ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش یابد.

منابع

Bowen G. D. ۱۹۶۹. Nutrient status effects on loss of amides and amino acids from pine roots. Plant and Soil ۳۰: ۱۳۹-۱۴۲.

Bremner, J. M. ۱۹۹۶. Nitrogen_Total, in: Methods of Soil Analysis, part ۳, Sparks, D. L.(eds), Madison, Wasconsin, USA.

C. De Groot C.,Marcelis L. F. M.,Boogaard R., Kaiser W. M. andLambers H.۲۰۰۳. Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition in determining growth. Plant and Soil, ۲۴۸: ۲۵۷-۲۶۸.

Czarnes S.,Bartoli F., Dexter A.R. ۲۰۰۰. Wetting and drying cycles in the maize rhizosphere under controlled conditions. Mechanics of the root-adhering soil.Plant and Soil, ۲۲۱: ۲۵-۲۷۱.

Dakora F. D. and Donald A. P.۲۰۰۲. Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments.Plant and Soil, ۲۴۵: ۳۵-۴۷.

Emnova E., Toma S., Daraban O., and Druta I.,. ۲۰۱۲. Enzyme activity in soybean root-adhering soil in dependence on nutrition and water content condition. Lucr ri tiin ifice . Chisinau.

Garcia-Salamanca A. Molina-Henares M. A. van Dillewijn P. Solano J., Pizarro-Tobias P., Roca A. Duque E. and Ramos J. L. ۲۰۱۲. Bacterial diversity in the rhizosphere of maize and the surrounding carbonate-rich bulk soil. Microbial Biotechnology, ۶: ۳۶-۴۴.

Hinsinger P. Gobran G. R. Gregory P. J. and Wenzel W. W. ۲۰۰۵. Review: Rhizosphere geometry and heterogeneity arising from rootmediated physical and chemical processes. New Phytologist, ۱۶۸: ۲۹۳-۳۰۳

Hofman G. ۲۰۰۴. www.betuco.be, soil and plant nutrient.

Keeney D. R. and D. W Nelson. ۱۹۸۲. Nitrogen inorganic forms. In Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.) Methods of Soil Analysis. Part ۲ -Chemical and microbiological properties. (۲nd edition). Agronomy, ۹:۶۴۳-۶۹۸.

Kodama H. Nelson S. Fook Yang. A. and Kohyama N. ۱۹۹۴. Mineralogy of rhizospheric and non-rhizospheric soils in corn field. Clays and Clay Minerals, ۴۲(۶): ۷۵۵-۷۶۳.

Landi L. Valori F. Ascher J. Renella G. Falchini L. and Nannipieri P. ۲۰۰۶. Root exudate effects on the bacterial communities, CO۲ evolution, nitrogen transformations and ATP content of rhizosphere and bulk soil. Soil Biology & Biochemistry, ۳۸: ۵۰۹-۵۱۶.

Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. ۱۹۵۴. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA, Circular Nr ۹۳۹, US Gov.Print. Office, Washington, D.C.

Prendergast-MillerM. T., Duvall M.,Sohi S. P. ۲۰۱۱. Localisation of nitrate in the rhizosphere of biochar-amended soils. Soil Biology & Biochemistry, ۴۳: ۲۲۴۳-۲۲۴۶

Qureshi S.,RuqqiaA., Sultana V. Ehteshamul-Haque S. ۲۰۱۴. Nematicidal potential of culture filterates of soil fungi associated with rhizosphere and rhizoplane of cultivated and wild plants. Pak. J. Bot., ۴۴(۳): ۱۰۴۱-۱۰۴۶.

Ratnayake M. Leonard R. T. and Menge A. ۱۹۷۸. Root exudation in relation to supply of phosphorus and its possible relevance to mycorrhizal infection. New Phytol, ۸۱:۵۴۳-۵۵۲

Richardson A. E. Barea J. M. McNeill A. M. and Prigent-Combaret C. ۲۰۰۹. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. Plant Soil, ۳۲۱:۳۰۵-۳۳۹

Russell R. S. ۱۹۷۷. Plant root systems: Their functions and inter action within the soil. McGraw Hill Book Company, London.

Abstract:

Inorganic nitrogen has different behavior in bulk and root-adhering soils.In order to investigate the Changes of inorganic nitrogen concentration (nitrate and ammonium), three concentration of Phosphorus (۰, ۲۰, and ۴۰ mg/kg) in two parts of bulk and root-adhering soils, were used in greenhouse experiment with a completely randomized design with ۳ replicates. The results indicated that the concentration of inorganic nitrogen speciation in root-adhering soils was less than bulk soils. The concentration of inorganic nitrogen, nitrate and ammonium reduced with increase in concentration of phosphorus in the both parts of soils (bulk soil and root-adhering soils). This is due to changes in root exudates and plant uptakes.

ارتباط بین آهن قابل جذب با شکل‌های آهن در برخی خاک‌های استان آذربایجان شرقی

عادل ریحانی‌تبار [۱]، ندا پاشاپور [۲]، کمال خلخال [۲]
۱- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۲-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده
با استفاده از عصاره‌گیرهای AC-EDTA، AB-DTPA، DTPA، اگزالات آمونیوم مرجع، اگزالات آمونیوم سریع و هیدروکسیل آمین هیدروکلراید، میزان آهن قابل جذب گیاه اندازه‌گیری شد. به‌طور میانگین AC-EDTA کمترین مقدار و اگزالات آمونیوم سریع، بیشترین مقدار آهن را از خاک عصاره‌گیری کردند. عصاره‌گیر هیدروکسیل آمین غیر بافر در احیای اکسیدهای آهن ناکارامد بود، زیرا تنها بخش بسیار ناچیزی از آهن پیوسته به اکسیدها را عصاره‌گیری کرد. شکل‌های Fe-CFeox و Fe-Resبیشترین مقدار آهن خاک (۹۷%) را به خود اختصاص دادند و از شکل‌های با حلالیت کم آهن هستند که با تأثیر غیر مستقیم خود از طریق افزایش آهن تبادلی باعث افزایش مقدار آهن قابل جذب گیاه در خاک می‌شوند.بر طبق نتایجعصاره‌گیرهای AB-DTPA و DTPA آهن را بیشتر از شکل‌های قابل استفاده برای گیاه استخراج می‌کنند و رفتار مشابه ریشه گیاه دارند.

واژه های کلیدی: آهن قابل جذب، شکل‌های شیمیایی آهن، عصاره‌گیری دنباله‌ای

مقدمه

چالشی که گیاهان در خاک‌های آهکی با آن مواجه هستند، محدودیت دسترسی به آهن است. چون قابلیتجذب آهنبا وجود فراوانی آهن کل در خاک تحتتأثیرعواملخاکیوگیاهیاست،بنابراین در دنیاعصارهگیرهایزیادیبرای اندازهگیریآهنقابل جذبمعرفیشدهاست. باتوجهبه تحقیقات صورتگرفتهدربرخیازخاک‌هایآهکیگزارششدهکهعصارهگیربرتر و انتخابی نیز در هر یک از اینخاک‌ها متفاوت است. به‌طورکلیعلتاینکهیکعصارهگیردریکخاکموفقودرخاکدیگرناموفقاستاحتمالاً به دلیل شیمیپیچیده آهن در خاک و نقشمتفاوتشکل‌هایمختلفآهنخاک،باتوجهبهنوعومقدارکانی‌هایموجوددرخاکدرتأمینیازهایگیاهیمیباشد (امامیوردی‌پور، ۱۳۹۱).با تعیین شکل‌های شیمیایی ویژه عناصر در خاک می‌توان وضعیت تحرک و فراهمی آنها را ارزیابی نمود. همچنین این اطلاعات در تعیین نوع عصاره‌گیر آهن قابل جذب گیاه در خاک هم مهم می‌باشد.با استفاده از روش عصاره‌گیری دنباله‌ای در خاک‌های کشاورزی، شکل‌های محلول و قابل تبادل که نسبت به اجزای محبوس و باقی‌مانده، برای گیاه سریع‌تر قابل جذب می‌باشند، جداسازی می‌شوند. هدف از این تحقیق دستیابی بهاطلاعاتی درباره شکل‌های مختلف شیمیایی ومنابع آهن و ارتباط آنها با آهن قابل جذب گیاه در خاک (استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف آهن) برای پیش بینی بروز کلروز آهن بود.

مواد و روش‌ها

۴۰ نمونه مرکب خاک از مناطق مختلف استان آذربایجان شرقی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری برداشته شد. نمونه‌های خاك پس از هواخشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و ویژگیهایی همچ ون بافت خاك به روش هیدرومتری ۴ زمانه، pH و ECدر عصاره گل اشباع، کربن آلی خاك به روش اکسایش‌تر، درصد کربنات کلسیم معادل CCE)) به روش خنثیسازی با اسید کلریدریک و تیتر کردن با سود، کربنات کلسیم معادل فعال (ACCE)با اگزالات آمونیوم در pH=۹، رطوبت اشباع (SP)،ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) به روش باور تعیین شد.از تعداد ۴۰ نمونه خاک، ۲۱ نمونه بر اساس تجزیه کلاستر انتخاب و در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. ویژگی‌های خاک از ضریب تغییرات قابل توجهی برخوردار بودند که نشان‌دهنده دامنه مناسب و وسیع صفات مورد بررسی است.ترکیب و غلظت عصاره‌گیرهای مختلف آهن قابل جذب گیاه در خاک در جدول ۱ ارائه شده است. برای جداسازی و تعیین شکل‌های شیمیایی آهن در خاک‌ها از روش تغییر یافته سینگ و همکاران (۱۹۸۸) استفاده شد. مراحل عصاره‌گیری دنباله‌ای و ترکیب هر عصاره‌گیر به روشی که در پژوهش حاضر به کار رفته به طور خلاصه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- عصاره‌گیری آهن قابل جذب گیاه در خاک

عصاره‌گیر	نسبت خاک به محلول	زمان تکان دادن	منابع
۰.۰۰۵ M DTPA + ۰.۰۱ M $CaCl_2$ + ۰.۱ M TEA (pH=۷.۳)	۱:۲	ساعت ۲	لیندزی و نورول (۱۹۷۸)
۰.۰۰۵ M DTPA + ۱ M NH_4HCO_3 (pH=۷.۶)	۱:۲	دقیقه ۱۵	سلطان‌پور و شواب (۱۹۷۷)
۰.۰۴ M EDTA + ۱ M $(NH_4)_2CO_3$ (pH=۸.۶)	۱:۲	دقیقه ۳۰	تریرویلر و لیندزی (۱۹۶۹)
[$(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$] اگزالات آمونیوم مرجع	۱:۶۰	ساعت ۲	شوارتمن (۱۹۶۴)؛ دی‌سانتیاگو و دلگادو (۲۰۰۶)
[$(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$]اگزالات آمونیوم سریع (pH=۳)	۱:۲۰۰	ساعت ۲	بنیتز و همکاران (۲۰۰۲)؛ دل‌کامپیلو و تورنت (۱۹۹۲)
$(NH_2OH*HCl)$ هیدروکسیل آمین هیدروکلرواید	۱:۲۰	ساعت ۱۷	درک و فلیپس (۱۹۸۷)؛ دی‌سانتیاگو و دلگادو (۲۰۰۶)

.جدول ۲- خلاصه روش عصاره‌گیری دنباله‌ای و مشخصات شکل آهن استخراج شده در روش تغییر یافته سینگ و همکاران (۱۹۸۸)

شکل شیمیایی آهن	علامت	مدت تکان دادن (ساعت)	عصاره‌گیر	میلی‌لیتر عصاره‌گیر برای ۵/۲ گرم خاک
محلول + تبادلی	FeEx	۲	۱M $Mg(NO_3)_2$	۱۰
کربناتی	FeCar	۵	۱M NaOAc+ CH_3COOH (pH=۵)	۱۰
آلی	FeOM	۵/۰(حمام آب جوش)	۰.۷M NaOCl (pH=۸.۵)	۵*
پیوسته به اکسیدهای منگنز	FeMnox	۵/۰	۰.۱M $NH_2OH.HCl$ + HNO_3(pH=۲)	۲۵
پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل	FeAFeox	۵/۰ (دمای ۵۰°C)	۰.۲۵M $NH_2OH.HCl$ + ۰.۲۵M HCl	۲۵
پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری	FeCFeox	۵/۰ (حمام آب جوش)	۰.۲M $(NH_4)_2C_2O_4$+۰.۲M $H_2C_2O_4$ +۰.۱M $C_6H_8O_6$(pH =۳)	۲۵
باقی‌مانده	FeRes	۱۶ (حمام آب جوش)	۴M HNO_3	۲۵/۳۱

*: دو مرتبه عصاره‌گیری می‌شود.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج جدول ۳، AC-EDTA کمترین مقدار آهن و روش اگزالات آمونیومسریع بیشترین آن را در ۲۱ خاک مورد مطالعه عصاره‌گیریکردند. ترتیبمقادیرآهن عصاره‌گیری شده به شرح زیر بود:

اگزالاتآمونیومسریع>اگزالات آمونیوم مرجع > هیدروکسیل آمین هیدروکلرواید>AC-EDTA>AB-DTPA>DTPA

همان‌طور که مشاهده می‌شود اگزالات آمونیوم سریع آهن بیشتری را نسبت به اگزالات آمونیوم مرجع عصاره‌گیری کرده است که این می‌تواند به pH بافر شده در روش سریع نسبت داده شود که ممکن است کارایی اگزالات را در احیای اکسیدهای آهن در محیط‌های با آهک زیاد افزایش دهد (دی‌سانتیاگو و دلگادو ۲۰۰۶).

جدول ۳. توصیف آماری آهن عصاره‌گیری شده توسط برخی عصاره‌گیرهای آهن قابل جذب

عصاره‌گیرهای آهن قابل جذب	حداقل ($mgkg^{-1}$)	حداکثر ($mgkg^{-1}$)	میانگین ($mgkg^{-1}$)	انحراف معیار	ضریب تغییرات (%)
اگزالات آمونیوم (سریع)	۶۹/۲۱۰	۸۴/۲۴۹۹	۰۳/۸۵۶	۴۷/۵۳۲	۲/۶۲
اگزالات آمونیوم (مرجع)	۳۵/۱۳۶	۸۱/۱۳۶۲	۳۹/۷۸۳	۳۲/۳۳۸	۱۹/۴۳
هیدروکسیل آمین هیدروکلراید	۷۹/۱	۹۴/۳۹	۷۲/۱۱	۴۵/۱۱	۶۷/۹۷
DTPA	۴۳/۳	۵۶/۲۵	۳۹/۹	۵۹/۵	۵۳/۵۹
AB-DTPA	۵۳/۱	۲۸/۲۱	۳۴/۷	۶۵/۴	۳۲/۶۳
AC-EDTA	۳۳/۱	۹۷/۱۲	۴۶/۴	۳۵/۲	۷/۵۲

در جدول ۴ توصیف آماری شکل‌های آهن ارائه شده است. آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل با میانگین ۸/۷۹۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم، ۸۸/۲ درصد از آهن را تشکیل داد. آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری با ۴۸/۳۹ و آهن باقی‌مانده با ۵۹/۵۷ درصد بیشترین مقدار آهن خاک را به خود اختصاص دادند. تقریباً می‌توان گفت که مقدار کل آهن عمدتاً در همین دو شکل توزیع شده است. به این ترتیب فراوانی مقادیر مختلف آهن به طور میانگین در خاک‌های مورد مطالعه را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

آهن باقی‌مانده> پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری >پیوسته به اکسیدهای آهن بی شکل>پیوسته به اکسیدهای منگنز>پیوسته به مواد آلی> آهن تبادلی آهن کربناتی.

جدول۴- توصیف آماری شکل‌های آهن در خاک‌های مورد مطالعه

	Fe-Ex	Fe-Car Fe-OM	Fe-Mnox	Fe-Afeox	Fe-Cfeox	Fe-Res	مجموع
	$g\ kg^{-1}$						$mg\ kg^{-1}$

حداقل	۲۹/۰	ناچیز	۵۹/۱	ناچیز	۵۵۳/۰	۵۸۷/۶	۶۱۱/۷	۳۹۸/۱۵
حداکثر	۵۴/۳	۳۴/۸	۳۲/۸	۷۷/۴۰	۹۱۵/۱	۶۰۰/۲۳	۱۴۲/۲۷	۵۳۰/۵۱
میانگین	۱۷/۲	۹۲/۱	۰۵/۵	۳۰/۶	۷۹۸/۰	۶۹۲/۱۱	۲۰۳/۱۷	۰۳۵/۳۰
انحراف‌معیار	۷۵/۰	۶۳/۱	۱۳/۲	۱۰	۲۸۲/۰	۵۱۶/۴	۷۴۷/۵	۵۱۲/۹
میانه	۲/۲	۶۱/۱	۸۱/۴	۱۶/۲	۷۵/۰	۵۶/۱۰	۷۲/۱۷	۰۶/۲۹

.برای شرح علامت‌های اختصاری به جدول ۲ مراجعه شود

در جدول ۵ همبستگی خطی بین شکل‌های مختلف آهن با آهن قابل جذب گیاه در خاک (عصاره‌گیری شده با عصاره‌گیرهای مختلف)نشان داده شده است. چنین روابطی می‌تواند اطلاعاتی را درباره منابع آهن ارائه دهد که به مناسب بودن بالقوه عصاره‌گیرهای آهن قابل جذب برای پیش بینی بروز کلروز آهن کمک می‌کند (دی‌سانتیاگو و دلگادو ۲۰۰۶).

جدول ۵. ارتباط بین آهن عصاره‌گیری شده توسط برخی عصاره‌گیرهای آهن قابل جذب با شکل های آهن

شکلهای آهن / عصاره‌گیر	DTPA	AB-DTPA	AC-EDTA	هیدروکسیل امین	اگزالات امونیوم سریع	اگزالات امونیوم مرجع
Fe-Ex	۶۹/۰**	۶۴/۰**	۱۴/۰-	۰۸/۰	۴۸/۰*	۳۲/۰
Fe-Car	۲۲/۰-	۲۳/۰	۷۴/۰**	۲۹/۰	۰۱/۰-	۱۷/۰
Fe-Om	۴۲/۰	۴۸/۰*	۰۸/۰	۳۱/۰	۵۲/۰*	۵۱/۰*
Fe-Mnox	۱۸/۰	۰۹/۰	۷۵/۰**	۵۴/۰*	۲۸/۰	۳۴/۰
Fe-AFeox	۳۳/۰-	۵۲/۰*	۳۷/۰	۵۶/۰**	۵۲/۰*	۲۰/۰
Fe-CFeox	۷۹/۰**	۶۱/۰**	۳۵/۰	۳۱/۰	۵۴/۰*	۳۱/۰
Fe-Res	۶۲/۰**	۶۲/۰**	۳۱/۰	۰۸/۰	۵۱/۰*	۱۱/۰

.برای شرح علامت‌های اختصاری به جدول ۲ مراجعه شود

بهترین روش تخمین مقادیر اکسیدهای آهن بلورینناقص یا بی‌شکل (اکسیدهای آهن فعال) در خاکعصارهگیری با اگزالات آمونیوم ۲/۰ مولار تنظیم شده در pH=۳ است (شوارتمن ۱۹۶۴ و ۱۹۷۳). با توجه به جدول ۵ روش اگزالات آمونیوم سریع (تنظیم شده در pH=۳) علاوه بر اکسیدهای آهن بی‌شکل (Fe-AFeox) با دیگر شکل‌های آهن همچون Fe-CFeox، Fe-Om، Fe-Exو Fe-Res در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داده است. اگزالات آمونیوم علاوه بر اکسیدهای آهن بی‌شکل می‌تواند با تماماکسیدهایآهنواکنشدهدولیباسرعتهایمتفاوتکههماندازهذراتاکسیدهای آهنوسطحویژهآنهابستگی دارد.عصارهگیر اگزالات آمونیوم سریع طبق گزارشات بنیتز و همکاران (۲۰۰۲) شاخص آهن قابل دسترس مفید در خاک‌های آهکی تلقیمیشود. اینروش تخمین مفیدی از مقدار آهن فعال که در ذرات درشت و خاکدانه‌های کربنات محبوس نشده است را ارائه می‌دهد (دل‌کامپیلو و تورنت ۱۹۹۲). عصاره‌گیر هیدروکسیل آمین غیر بافر تنها بخش بسیار ناچیزی از آهن پیوسته به اکسیدها را عصاره‌گیری کرده است، که این نشان‌دهنده ناکارامد بودن هیدروکسیل آمین در احیای اکسیدهای آهن است (دی‌سانتیاگو و دلگادو ۲۰۰۶). AC-EDTA در خاک‌های مورد مطالعهآهن کربناتی و آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز را بیشتر از سایر شکل‌های آهن عصاره‌گیری می‌کند چون تنها همبستگی معنی‌داری با آهن کربناتی و آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز داشت؛ در حالی که AB-DTPA غیر از آهن کربناتی و آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز (۰۲۷/۰ درصد) با دیگر شکل‌های آهن (۹۷/۹۹ درصد) همبستگی مثبت و معنی داری داشت. همبستگی ساده خطی بین مقدار آهن قابل استخراج با DTPAبا مقدار آهن تبادلی، آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری و آهن باقی‌مانده معنی‌دار بود؛ به طوری که با افزایش هر یک از شکل‌ها، مقدار آهن قابل جذب (عصاره‌گیری شده با روش DTPA) افزایش یافت. شکل‌های پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری و آهن باقی‌مانده از شکل‌های با حلالیت کم آهن هستند که با تأثیر غیر مستقیم خود از طریق افزایش آهن تبادلی (رابطه قوی و معنی‌دار آهن تبادلی با آهن پیوسته به اکسیدهای آهن و آهن باقی‌مانده) باعث افزایش مقدار آهن قابل جذب گیاه در خاک می‌شوند.همچنین برخلاف نتایج دیگر محققان (تابنده و کریمیان، ۱۳۹۳) Fe-DTPA با شکل کربناتی آهن همبستگی غیر معنی‌داری داشت که از این موضوع می‌توان چنین استنباط کرد که شکل کربناتی آهن، احتمالاً منبع بالقوه‌ای برای آهن قابل استفاده در خاک‌های آهکی مورد مطالعه نمی‌باشد. می‌توان نتیجه گرفت که عصاره‌گیرهای AB-DTPA و DTPAآهن را بیشتر از شکل‌های قابل استفاده برای گیاه استخراج می‌کنند و با توجه به ضریب همبستگی بالا با بیشتر شکل‌های آهن نسبت به دیگر عصاره‌گیرها میتوان مناسب بودن آن‌ها را در خاک‌های مورد مطالعه تأیید کرد.

منابع

امامی، م. و دردی‌پور، ا. ۱۳۹۱. انتخاب عصارهگیر مناسب برای استخراج آهن قابل‌جذب درختان هلو در خاک‌های استان گلستان. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلددوم، شماره ۲، صفحه‌های ۸۳ تا ۱۱۲.

تابنده، ل. و کریمیان، ن. ع. ۱۳۹۳. مقایسه دو روش آزمایشگاهی به منظور بررسی توزیع شکل‌های شیمیایی آهن در برخی خاک‌های استان فارس. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۱،صفحه‌های ۴۱ تا ۵۴.

SoltanpourP. N. and SchwabA. P. ۱۹۷۷. A new soil test for simultaneous extraction of macro and micro nutrients in alkaline soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۸(۳): ۱۹۵-۲۰۷.
BenitezM., PedrajasV., Del Campillo M. and Torrent J. ۲۰۰۲. Iron chlorosis in olive in relation to soil properties. Nutrient Cycling in Agroecosystems, ۶۲(۱): ۴۷-۵۲.
de SantiagoA. and Delgado A. ۲۰۰۶. Predicting iron chlorosis of lupin in calcareous Spanish soils from iron extracts. Soil Science Society of America Journal,۷۰(۶): ۱۹۴۵-۱۹۵۰.
Del Campillo M. C. and Torrent J. ۱۹۹۲. A rapid acid oxalate extraction procedure for the determination of active Fe oxide forms in calcareous soils. Zeitschrift fü r Pflanzenern hrung und Bodenkunde, ۱۵۵(۵): ۴۳۷-۴۴۰.
Derek R. and Phillips J. P. ۱۹۸۷. Rapid assay for microbially reducible ferric iron in aquatic sediments. Applied and Environmental Microbiology, ۵۳: ۷. ۱۵۳۶-۱۵۴۰.
SchwertmannU. ۱۹۶۴. Differenzierung der eisenoxide des bodens durch extraktion mit ammoniumoxalat L sung. Zeitschrift fü r Pflanzenern hrung, Dü ngung, Bodenkunde, ۱۰۵(۳): ۱۹۴-۲۰۲.
SchwertmannU. ۱۹۷۳. Use of oxalate for Fe extraction from soils. Canadian Journal of Soil Science, ۵۳(۲): ۲۴۴-۲۴۶.
SinghJ. p., Karwasra S. P. S. and SinghM. ۱۹۸۸. Distribution and forms of copper, iron, manganese and zinc in calcareous soil of India. soil Science. ۱۴۶ :۵.۳۵۹-۳۶۶.
Trierweiler J. F. and Lindsay W. L. ۱۹۶۹. EDTA-ammonium carbonate soil test for zine۱. Soil Science Society of America Journal,۳۳(۱): ۴۹-۵۴.

Abstract

the amount of Fe in soils were measured by DTPA, AB-DTPA, AC-EDTA, reference ammonium oxalate, rapid ammonium oxalate and hydroxylamine hydrochloride.on the average rapid ammonium oxalate and AC-EDTA were extracted maximum and minimum amounts of Fe, respectively.unbuffered hydroxylamine is not efficient at reducing Fe oxides, because the amounts extracted for a minimal portion of Fe associated with oxides . Fe-CFeox and Fe-Res fractions highest iron content of soil (۹۷%) was allocated to the formation of low solubility of iron with an indirect influence through increased exchangeble iron increases the amount of available iron plant the soil become.AB-DTPA and DTPA due to high correlation with the more fractions, extraction more iron fractions available for plant and similar behavior plant roots have.

آشنایی با روش گرادیان پخشیدگی در لایه نازک (DGT) برای تعیین فسفر قابل استفاده وهمبستگی آن با جذب فسفر توسط گیاه گندم در خاکهای آهکی

رضا خراسانی [۱]، اکرم حلاج نیا [۲]، حدیثه رحمانی [۳]
۱-دانشیارگروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- استادیارگروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد،۳-دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

با اینکه روشهای عصاره‌گیری رایج برای تعیین قابلیت استفاده فسفر در برخی خاکها روش مناسبی محسوب می‌شود، اما اینروشها در تخمین فسفر قابل استفاده خاکهای خاص مثل خاکهای آهکی- بازی دقیق عمل نمی‌کنند. روش گرادیان پخشیدگی در لایه نازک (DGT) یک روش نوین در زمینه به شمار می‌آید. هدف اصلی از این مقاله معرفی تکنیک DGT برای تعیین قابلیت استفاده فسفر در خاکهای آهکی می‌باشد. برای این منظور آزمایشی با دستگاه DGT مستقیما بر روی ۱۰خاک مختلف برای تعیین غلظت فسفرقابل استفاده در خاک اجرا شد. همچنین در یک آزمایش مجزا در گلخانه بر روی این ۱۰ خاک، میزان جذب فسفر توسط گیاه گندم مورد بررسی قرار گرفت. همبستگی بین غلظت اندازه‌گیری شده فسفر با DGT و مقدار جذب گیاه تعیین شد. نتایج حاکی از تایید امکان استفاده از روش DGT برای بررسی قابلیت استفاده فسفر در خاکهای آهکی ما است.

واژه های کلیدی: فسفر، قابلیت استفاده، جذب .

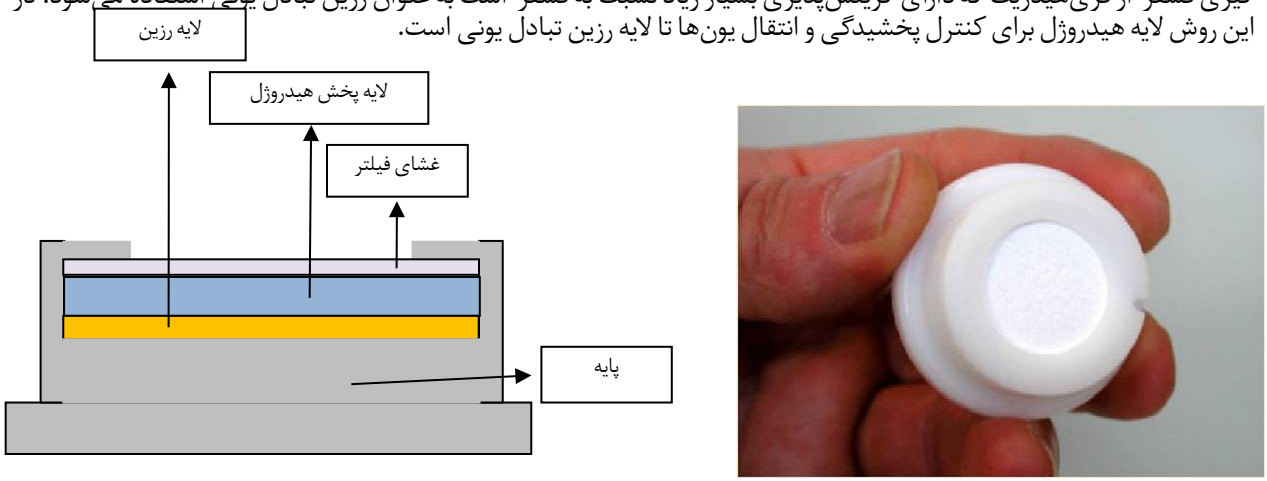
مقدمه

اولین بار در اواخر دهه نود میلادی تکنیک گرادیان پخشیدگی در لایه نازک (DGT)[۸۷] توسط داویسون و زانگ در سال ۱۹۹۴ برای تعیین مقدار عناصر سنگین در محلول‌های آبی معرفی شد.این تکنیک بر اساس انتقال مواد محلول به صورت پخشیدگی به داخل یک لایه نازک از هیدروژل کار می‌کند و لذا برای تعیین غلظت عناصر در آب، خاک و رسوبات کاربرد دارد و به واسطه استفاده آسان و دامنه کاربری زیاد امروزه خیلی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. در مراحل اولیه، روش DGTبیشتر برای مطالعه کاتیونهای فلزی در آب مورد استفاده قرارگرفت (زانگ و داویسون ۱۹۹۵). با تغییراتی که در ماهیت ونوع موادی که به عنوان جاذب استفاده می‌شد این تکنیک برای سایر عناصر و مواد (علاوه بر آب) مورد استفاده قرار گرفت. اولین نتایج برای اندازه‌گیری فسفر در آب با استفاده از جاذب فری‌هیدریت[۸۸]توسط زانگ و همکاران در سال ۱۹۹۸ منتشر شد. در سالهای اخیر، از DGT برای تعیین قابلیت استفاده فسفر درخاک نیز استفاده می‌شود. ماسون و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی کارایی DGT در تعیین فسفر قابل‌استفاده خاک در کشت گندم در ۳۴ خاک گزارش کردند که روش DGT در مقایسه با دو روش رزین و کول‌ول روش دقیقتری جهت تعیین فراهمی فسفر بود. روش DGT توجیه کننده ۷۷ تا ۸۱ درصد تغییرات عملکرد وزن خشک و ۸۰ تا ۸۴ درصد تغییرات عملکرد دانه نسبت به کاربرد کود فسفر بود. تندی و همکاران (۲۰۱۱) در مقایسه روش اولسن با روش DGT جهت تعیین دقیقتر فراهمی فسفر در رنج وسیعی از خاک‌ها همبستگی بالایی بین فسفر عصاره‌گیری شده به روش DGT با جذب فسفر توسط گیاه بدست آوردند و این روش را روش مناسبتری در برآورد فسفر فراهم در مقایسه با روشهای معمول معرفی کردند. همچنین گزارش شد DGT نسبت به سایر روشها (عصاره‌گیری و رزین) همبستگی بیشتری با عملکرد نسبی گیاه داشت (سیکس و همکاران ۲۰۱۳). بررسی منابع به خوبی نشان می‌دهد که میزان فسفری که توسط عصاره گیرها از خاکهای مختلف استخراج می شود در اکثر موارد با میزان جذب گیاه همبستگی زیادی ندارد و عوامل متعددی می‌تواند باعث این مسئله باشد. یکی از عوامل مهم انتقال فسفر در خاک به سمت ریشه است که ظرفیت بافریفسفر خاک (PBC_P)[۸۹] نقش بسزایی در این رابطه دارد. شاید دو خاک از نظر میزان فسفر قابل استفاده (که بوسیله یکی از روشهای عصاره گیری تعیین شده است) تقریباً یکسان باشند ولی به دلیل ظرفیت بافری مختلف، دارای توان عرضه متفاوت فسفر به گیاه باشند و لذا جذب گیاه قابل تخمین با آن روش نیست. به همین دلیل برای اصلاح نتایج روشهای رایج عصاره‌گیری ازشاخصهای مختلف از جمله شاخص بافری فسفر (PBI)[۹۰] استفاده می‌شود. روش DGT برای تعیین فسفر قابل استفاده گیاه به خوبی شرایط جذب فسفر بوسیله ریشه را با ارائه یک مخزن جهت جذب فسفر از محلول خاک شبیه سازی می‌کند (ماسون و

---

[۸۷] Diffusive Gradients in Thin films
[۸۸] Ferrihydrite
[۸۹] Potential Buffering Capacity of Phosphorus
[۹۰] Phosphorous Buffering Index

همکاران، ۲۰۰۸). DGT از سه لایه تشکیل می‌گردد ۱- رزین تعبیه شده در لایه هیدروژل، ۲- لایه پخش هیدروژل ۳- غشائ فیلتر (شکل ۱a). اساس این روش بر پخشیدگی عناصر در یک لایه هیدروژل و جذب آن‌ها بوسیله یک رزین تبادل یونی می‌باشد. در اندازه گیری فسفر از فری‌هیدریت که دارای گزینش‌پذیری بسیار زیاد نسبت به فسفر است به عنوان رزین تبادل یونی استفاده می‌شود. در این روش لایه هیدروژل برای کنترل پخشیدگی و انتقال یون‌ها تا لایه رزین تبادل یونی است.



(b) (a)

شکل ۱ شمای کلی از ساختار DGT (b)و اندازه (a)

وقتی دستگاه در خاک جایگذاری می‌شود در ابتدای آزمایش چون لایه جاذب فری‌هیدریت فاقد فسفر است، گرادیان غلظتی باعث می‌شود فسفر از اطراف به سمت لایه جاذب حرکت کند که این جریان توسط "قانون اول پخشیدگی فیک"[۹۱] قابل بررسی است.

$$J = D\frac{dC}{dx} \quad (۱)$$

در این معادله J مقدار جریان، D ضریب پخشیدگی، C غلظت یون ، x فاصله و $\frac{dC}{dx}$ شیب غلظتی است. اگر g برابر با مجموع ضخامت لایه هیدروژل پخشیدگی و فیلتر ممبران (شکل ۱) باشد که در واقع مسافت حرکت یون است، داریم:

$$J = D\frac{C}{\Delta g} \quad (۲)$$

از طرفی در انتهای آزمایش میزان عنصر تجمع یافته در ژل جاذب (M) توسط روشهای معمول قابل اندازه‌گیری است:

$$M = \frac{C(V_{acid} + V_{gel})}{f_e} \quad (۳)$$

در این معادله،Mمقدار عنصر تجمع یافته در ژل جاذب، C برابر با غلظت عنصر در محلول شستشو ، V_{acid}حجم اسید استفاده شده برای شستشو، V_{gel}حجم ژل جاذب و f_e فاکتور شستشو است.با محاسبه Mوبا داشتن سطح تماس (A) و زمان تماس(t) می‌توان جریان را بدست آورد:

$$J = \frac{M}{A+t} \quad (۴)$$

از تلفیق معادلات ۲ و ۴ می‌توان غلظت عنصر را بدست آورد:

$$C_{DGT} = \frac{M\,\Delta g}{D\,A\,t} \quad (۵)$$

A برابر با مساحت پنجره نمونه‌گیری ، t برابر با مدت زمان بکارگیری دستگاه (s)، g برابر با ضخامت کل لایه ژل پخشیدگی و غشای فیلتر و D ضریب پخشیدگی عنصر مورد نظر در ژل می‌باشد (زانگ و همکاران، ۲۰۰۴).

اگرچه تحقیقات انجام شده نشان دهنده کارایی بالای روش DGTدر مقایسه با سایر روشها در استخراج فسفر فراهم از خاک می‌باشد با این حال با توجه به تعداد بسیار کم این مطالعات نیاز به تحقیقات بیشتری بر روی بررسی کارایی این روش در برآورد فسفر

۹۱ Fick's first law of diffusion

قابل استفاده توسط گیاه بویژه در خاکهای آهکی می‌باشد. هدف اصلی از این مقاله آشنایی بیشتر با روش DGT است که در قالب بررسی همبستگی بین میزان غلظت فسفر برآورد شده با روش DGT و جذب گیاه، امکان کاربرد این روش را در خاکهای آهکی مورد کنکاش قرار می‌دهد

.

مواد و روش ها

برای بررسی امکان استفاده از DGT در خاکهای آهکی تعداد ۱۰ نمونه بر اساس خصوصیات مختلف از جمله میزان آهک در دو مرحله غربالگری طوری انتخاب شدند که خصوصیات آنها متفاوت باشد. نمونه‌های خاک از منطقه وسیعی به طول حدود ۵۰ کیلومتر از مزارع گندم اطراف جاده محور مشهد- چناران (استان خراسان رضوی) برداشت شدند. میزان آهک، مواد آلی، نیتروژن کل، پتاسیم قابل استفاده، بافت، pH و EC با روشهای رایج تعیین شد (جدول ۱). فسفر قابل استفاده در خاک توسط روش اولسن اندازه‌گیری شد. در فاز اول، گیاه گندم (رقم فلات) در یک طرح کاملاً تصادفی ساده با سه تکرار به صورت کشت گلدانی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در شرایط کنترل شده (حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۲۵ و ۱۶ درجه سانتیگراد) در هریک از خاکها کشت شد. آبیاری در حد ظرفیت زراعی انجام شد. عناصر نیتروژن و پتاسیم بر اساس آزمون خاک به مقدار ثابت به خاکها داده شد. چون فسفر باید توسط روش DGT اندازه‌گیری می‌شد به خاکها مختلف فسفر اضافه نشد. گیاه ۴۹ روز پس ازکشت برداشت شد و میزان ماده خشک گیاهی، غلظت فسفر اندازه گیری شد (اینها پارامترهایی هستند که در این مقاله مطرح می‌شوند که یک قسمت از تحقیق بزرگتر را شامل می‌شود).

در فاز دوم به منظور تعیین فسفر فراهم نمونه‌های خاک مورد مطالعه، دستگاه DGT (DGT Research Ltd, Lancaster, UK) با لایه پخشیدگی دارای ضخامت ۹۴/۰ میلی متر (ژل بعلاوه فیلتر) و یک لایه پیوندی فری هیدریت، برای تعیین فسفر فراهم خاک‌ها مورد استفاده قرار گرفت. این آزمایش با دو تکرار انجام شد. DGT باید در خاک با محتوای رطوبتی بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد ظرفیت نگهداری آب قرار داده شود. بر این اساس، ۱۰۰ گرم از نمونه‌های خاک (خاک هوا خشک) وزن شدند و پس از انتقال به ظروف مناسب، به روش اشباع از کف، به نقطه اشباع رسانده شدند. سپس ظروف محتوی خاک اشباع شده جهت ایجاد حالت تعادل، به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. پس از گذشت این مدت، دستگاه‌های DGT کار گذاشته شدند. پس از ۲۴ ساعت، دستگاه ها از روی خاک های مورد مطالعه برداشته شدند و خاک چسبیده به آنها با جریان آرام آب دوبار تقطیر شسته شد. سپس دستگاه‌های DGT باز شدند و ژل جاذب جدا و در یک میلی‌لیتر از اسید نیتریک هفت درصد شسته شد. بعد از ۲۴ ساعت قرارگیری در اسید، ژل پیوندی حذف گردید و یک میلی لیتر شوینده (اسید نیتریک) با ۵/۹ میلی لیتر آب دوبار تقطیر رقیق‌سازی شد و سپس محتوای فسفر نمونه ها به روش مورفی و ریلی (۱۹۶۲) اندازه گیری گردید.مقدار عنصر تجمع یافته در ژل پیوندی (M) از طریق معادله (۳) محاسبه می‌گردد (زانگ و همکاران، ۲۰۰۴). با به دست آوردن *M*، غلظت متوسط عنصر در یک بازه زمانی مشخص در سطح مشترک لایه ژل DGT و خاک با استفاده از معادله (۵) تعیین می‌شود.

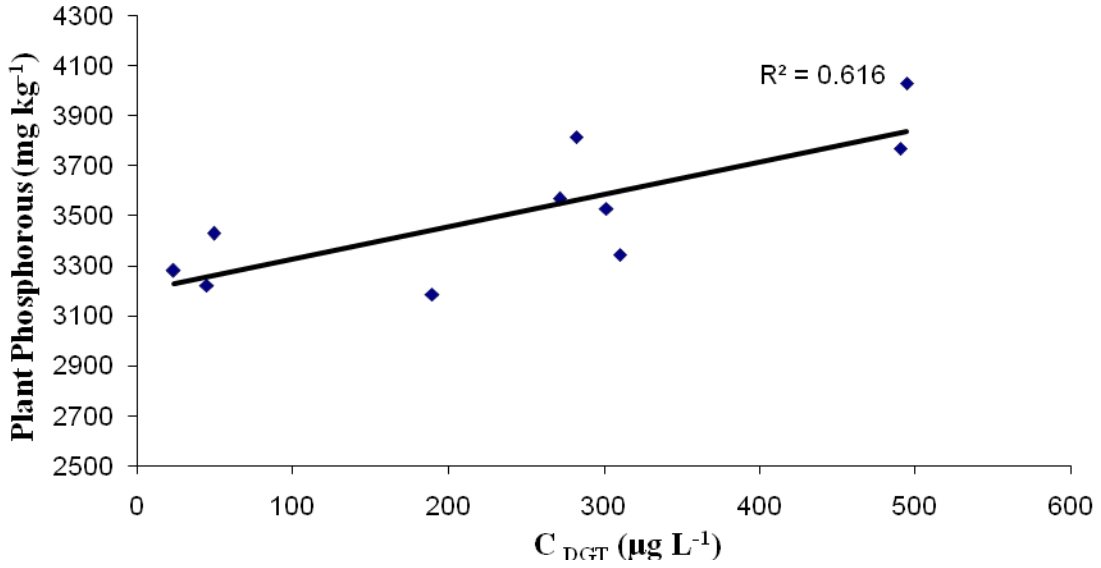
نتایج و بحث

خاکهای مورد آزمایش جزو خاکهای غیر شور محسوب می‌شوند که تغییرات آهک و سایر خصوصیات در آنها زیاد است. مقدار فسفر خاکها از مقادیر نسبتاً مناسب تا زیاد تغییر می‌کند به همین دلیل تصمیم گرفته شد به خاکها کود فسفر داده نشود.

جدول ۱ دامنه تغییرات برخی خصوصیات خاک

پارامتر	واحد	دامنه تغییرات
pH		۶/۷-۳/۷
EC	$dS\ m^{-1}$	۲۱/۳-۹۶/۰
P	$mg\ kg^{-1}$	۰/۳۸-۵/۱۳
K	$mg\ kg^{-1}$	۴۷۰-۲۴۳
N	$mg\ kg^{-1}$	۱۲۶۰-۴۲۰
$CaCO_3$	%	۹/۳۶-۸۰/۵
Sand	%	۶۳-۲۳
Silt	%	۲۹-۱۵
Claty	%	۴۸-۲۰

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود همبستگی نسبتاً مناسبی (R^2=۰.۶۲) بین میزان جذب فسفر توسط گیاه گندم در خاکهای مختلف و غلظت برآورد شده توسط روش DGT وجود دارد که می‌تواند حاکی از یک روند صعودی بین این دو پارامتر مذکور باشد. به طوریکه با افزایش غلظت فسفر در خاک میزان جذب آن توسط گیاه افزایش می‌یابد.



با میزان جذب توسط گیاه گندم DGT شکل ۱ همبستگی بین غلظت فسفر برآورد شده با روش

با اینکه پژوهش‌ها با استفاده از روش DGT برای فسفر خیلی محدود است و جامعیت پیدا نکرده است ولی نتایج مشابه‌ای توسط زانگ و همکاران(۲۰۰۱) برای برخی کاتیونهای فلزی مثل مس با جذب گیاه گزارش شد. گزارشات مختلفی وجود دارد که بیانگر عدم تطابق بین برداشت گیاه با روشهای رایج اندازه‌گیری فسفر قابل استفاده خاک است(Bertrand *et al* ۲۰۰۳). لذا استفاده از روش DGT نسبت به سایر روشها می‌تواند ارجحیت داشته باشد. با توجه به اینکه دستگاه DGT نقش "سینک[۹۲]" را برای فسفرخاک بازی می‌کند لذا بحث ظرفیت بافری خاک در عرضه فسفر به گیاه راحتر قابل بررسی و مطالعه می‌باشد. البته هدف از این مقاله تایید دقیق آماری برازش این روش با نیاز گیاه نیست، ولی با این اطلاعات می‌توان مهر تاییدی بر امکان استفاده از این روش جدید برای برآورد میزان فسفر قابل استفاده در خاکهای آهکی با pH نسبتاً زیاد همانند (سایر خاکهای غیر آهکی مطالعه شده) زد. همچنین مقایسه این روش با روشهای دیگر تعیین فرم قابل استفاده فسفر در خاک می‌تواند بیشتر روشنگر اهمیت استفاده از روش DGT باشد که در مقاله اصلی به آن اشاره خواهد شد.

نتیجه گیری نهایی

اولاً، روش DGT به عنوان یک روش نوین برای برآورد فسفر قابل استفاده خاک قابل مطالعه بیشتر است و در آینده توجهات بیشتری را جلب خواهد کرد. ثانیاً، امکان استفاده از روش DGT در خاکهای آهکی مناطق کشور ما برای مطالعه دقیقتر فرم فراهم فسفر وجود دارد.

منابع

Bertrand I, Holloway RE, Armstrong RD, McLaughlin MJ ۲۰۰۲.Chemical characteristics of phosphorus inalkaline soils from southern Australia. Australian Journal of Soil Research ۴۱ : ۶۱ - ۷۶.

Davison, W. & Zhang, H. ۱۹۹۴.In situ speciation measurements of trace components in natural waters using thin-film gels. Nature, ۳۶۷(۶۴۶۳), ۵۴۶-۵۴۸..

Mason S.D., Hamon, R.E, Zhang, H., Anderson, J. ۲۰۰۸. Investigating chemical constraints to the measurement of phosphorus in soils using DGT (Diffusive Gradients in Thin-films) and resin methods. Talanta. ۷۴ : ۷۷۹-۷۸۷.

Mason, S.D, McNeill, A., McLaughlin, M.J., Zang, H. ۲۰۱۰. Prediction of wheat response to an application of phosphorus under field conditions using diffusive gradients in thin-films (DGT) and extraction methods. ۱۹th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. ۱-۶ August. Brisbane, Australia.

Six L, Smolders E, Merckx R ۲۰۱۳ The performance of DGTversus conventional soil phosphorus tests in tropical soilsmaizeand rice responses to P application. Plant Soil ۳۶۶ :۴۹

[۹۲] Sink

Tandy, S., Mundus, S., Yngvesson, J., Bang, T. C., Lombi, E., Schjoerring, J. K. & Husted, S. ۲۰۱۱. The use of DGT for prediction of plant available copper, zinc and phosphorus in agricultural soils. Plant and Soil, ۳۴۶(۱-۲), ۱۶۷-۱۸۰.

Zhang H.; Davison W. ۱۹۹۵: Performance characteristics of diffusion gradients in thin films forthe in situ measurement of trace metals in aqueous solution. Anal Chem. ۶۷:۳۳۹۱-۴۰۰.

Zhang H.; Zhao F.J.; Sun B.; Davison W.; McGrath S.P. ۲۰۰۱: A new method to measureeffective soil solution concentration predicts copper availability to plants. Environ. Sci. & Technol.۳۵: ۲۶۰۲-۲۶۰۷.

Zhang, H., Davison, W., Gadi, R. & Kobayashi, T. ۱۹۹۸. In situ measurement of dissolved phosphorus in natural waters using DGT.AnalyticaChimicaActa, ۳۷۰(۱), ۲۹-۳۸.

Zhang, H., Zhao, F.-J., Sun, B., Davison, W. & McGrath, S. P. ۲۰۰۱. A New Method to Measure Effective Soil Solution Concentration Predicts Copper Availability to Plants. Environmental Science & Technology, ۳۵(۱۲), ۲۶۰۲-۲۶۰۷

Abstract

The current extraction methods are useful for determining P availability in some of soils, but they are less accurate in predicting available P on particular soil types, such as alkaline calcareous soils.A more recent development is the Diffuse Gradients in Thin Films test (DGT). The main objective of this article is to introduce of the DGT technique as a method to determine P availability in some calcareous soils. An experiment was conducted with ۱۰ different soils to determine P concentration by DGT technique. Also, a greenhouse experiment wasseparately carried out with these ۱۰ soils which they were planted with wheat. The correlation between P concentration measured by DGT and P plant uptake was determined. As a result, it is possible to use DGT technique to study P availability in our alkaline calcareous soils.

بررسی وضعیت فراهمی پتاسیم با استفاده از پارامترهای Q/I در برخی از خاک‌های زیر کشت ذرت استان کردستان

سامان فتحی [۱]، عباس صمدی [۲]، اکرم فاطم [۳]، مسعود داور [۴]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه ارومیه، ۲- استاد خاکشناسی دانشگاه ارومیه،۳- استادیار خاکشناسی دانشگاه رازی، ۴- استادیار خاکشناسی دانشگاه کردستان

چکیده
پتاسیم از عناصر ضروری رشد و نمو گیاهان است. بین اشکال مختلف پتاسیم خاک رابطه‌ی تعادلی وجود دارد لیکن به‌دلیل پیچیدگی این روابط، پیش‌بینی پتاسیم قابل دسترس گیاه با استفاده از این روابط مشکل است. استفاده از روابط Q/I و پارامترهای آن اطلاعاتی مفید راجع به وضعیت پتاسیم خاک مهیا می‌کند. بدین منظور وضعیت پتاسیم برخی سری خاک‌های زیر کشت ذرت با استفاده از پارامترهای Q/I تعیین شد. نتایج این پژوهش نشان داد که PBC^K از ۱۲/۲۵ تا ۸۴/۹۱ $cmol_c kg^{-1} (mol/L)^{-½}$ با میانگین ۹۴/۳۶ $cmol_c kg^{-1} (mol/L)^{-½}$ تغییر کرد که نشان‌دهنده مقدار کم PBC^K خاک‌های مورد مطالعه می‌باشد. مقادیر به دست آمده برای پارامترهای K_x و ΔK^o نیز مثبت بوده که نشان‌دهنده کمبود پتاسیم این خاک‌ها می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت پتاسیم برگ گیاه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ (*Zea mays*.cv, ۷۰۴ Karoon) کشت شده در شرایط گلخانه‌ای کمتر از ۵/۲ درصد (حد بحرانی پتاسیم تعیین شده برای ذرت) می‌باشد.

واژه های کلیدی: پتاسیم خاک، کمبود، ذرت، پارامترهای Q/I

مقدمه
پتاسیم یکی از عناصر غذایی پرمصرف مورد نیاز گیاهان بوده که در خاک به شکل‌های محلول، تبادلی، تثبیت شده و ساختاری وجود دارد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۳). واکنش‌های تعادلی و سینیتیکی موجود بین اشکال مختلف پتاسیم سطوح پتاسیم محلول و قابل‌دسترس گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sparks and Libhardt, ۱۹۸۱; Martin and Sparks, ۱۹۸۵).
مقدار کل کودهای مصرفی در ایران نشان‌دهنده مصرف بیش از حد معمول و مقادیر زیاد کودهای نیتروژن و فسفر و عدم مصرف کودهای پتاسیمی می‌باشد (Malakouti *et al*., ۲۰۰۱). ادامه این روش مدیریت کودی یعنی خروج بیشتر پتاسیم به‌وسیله گیاه، مقدار و وضعیت پتاسیم باقیمانده خاک را تغییر می‌دهد (Romheld and Kirkby, ۲۰۱۰; Bar Tal, ۲۰۱۱). بنابراین ضروری است که تأثیر عدم مصرف کودهای پتاسیمی بر وضعیت پتاسیم در خاک ارزیابی شود.
تعیین رابطه Q/I پتاسیم درخاک که نخستین بار توسط (Beckett, ۱۹۶۴) ارائه گردید، روشی برای بررسی وضعیت فراهمی این عنصر در خاک می‌باشد. در این روش، تغییر غلظت پتاسیم در محلول خاک (عامل شدت) در اثر تغییر غلظت پتاسیم در فاز تبادلی (عامل کمیت) ارزیابی می‌شود. بنابراین، نسبت به روش‌های مختلف عصاره‌گیری پتاسیم خاک، اطلاعاتی بیشتر از وضعیت حاصلخیزی خاک ارائه می‌کند (فاطمی و همکاران، ۱۳۹۳). از جمله این اطلاعات می‌توان به ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم (PBC^K)، پتاسیم جذب شده در سطوح (ΔK^o) و مناطق گوه‌ای کانی‌ها (K_x)، مقدار کل پتاسیم قابل جذب (K_L) و انرژی آزاد تبادل پتاسیم با کلسیم و منیزیم ($G^o\Delta$) اشاره کرد (Beckett, ۱۹۶۴; McLean, ۱۹۷۶; Martin and Sparks, ۱۹۸۳).
در این تحقیق وضعیت فراهمی پتاسیم برخی خاک‌های زیر کشت ذرت استان کردستان با استفاده از روش Q/I و کشت گلخانه‌ای بررسی شده است.

مواد و روش‌ها
در این پژوهش ۸ نمونه خاک سطحی از سری‌های مختلف خاک‌های زیر کشت ذرت در استان کردستان جمع‌آوری شد. نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن ازالک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها با روش‌های رایج اندازه‌گیری شد (Page *et al*., ۱۹۸۲; Klute, ۱۹۸۶).
با استفاده از نمک کلرید پتاسیم محلول‌هایی حاوی غلظت‌های ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم در محلول زمینه ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم تهیه شد. معادل ۵/۲ گرم خاک هوا خشک با ۲۵ میلی‌لیتر از محلول‌های ذکر شده در بالا، در لوله‌های ۵۰ میلی‌لیتری سانتریفیوژ ریخته شد. سپس این نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت با سرعت ۹۰ دور در دقیقه توسط تکان دهنده رفت و برگشتی تکان داده شدند. قابلیت هدایت الکتریکی (EC) آن‌ها توسط دستگاه EC متر، غلظت کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون و غلظت پتاسیم به روش فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده پارامترهای منحنی Q/I تعیین شدند (Schindler *et al*., ۲۰۰۵).

به منظور بررسی رابطه بین برخی پارامترهای Q/I با ویژگی‌های گیاه ذرت، رقم سینگل کراس ۷۰۴ این گیاه (*Zea mays*.cv, ۷۰۴ Karoon) در شرایط گلخانه‌ای کشت شد. لازم به ذکر است که در این پژوهش تنها داده‌های تیمار شاهد گزارش شده است. پس از ۸ هفته گیاه برداشت و غلظت پتاسیم در آنها اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

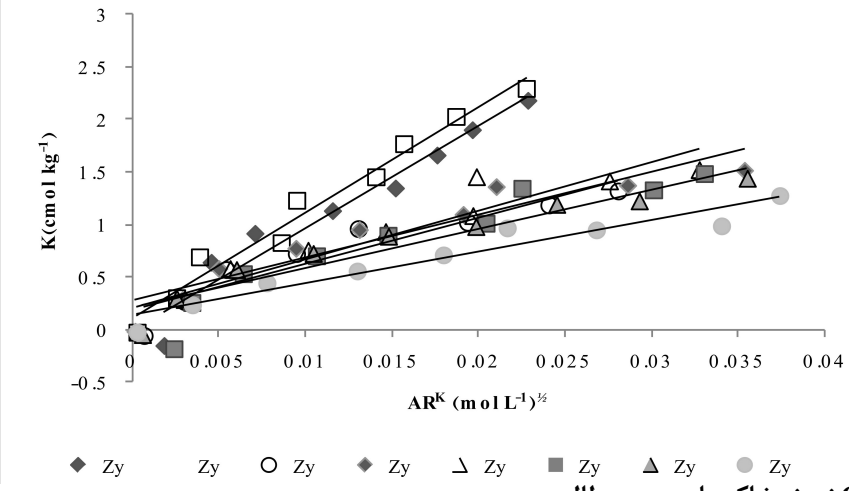
برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود این خاک‌ها از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی دارای تنوع مناسبی می‌باشند.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	نام سری	K_{ava}* mg kg^{-1}	OC %	CEC cmol$_c$kg^{-1}	رس	سیلت	شن
					%		
۱	Lithic Xerorthents	۲۵۷	۷۵/۰	۳/۲۸	۴۴	۲۶	۳۰
۲	Typic Haploxerepts	۲۶۲	۷۵/۰	۲/۲۸	۶۲	۳۰	۸
۳	Typic Calcixerolls	۱۸۷	۴۴/۰	۷/۲۸	۴۰	۱۶	۴۴
۴	Fluventic Haploxerolls	۲۱۲	۵۶/۰	۳/۲۸	۴۸	۲۴	۲۸
۵	Fluventic Haploxerepts	۲۲۵	۷۰/۰	۹/۲۷	۵۰	۲۴	۲۶
۶	Typic Calcixerepts	۴۳۳	۸۸/۰	۰/۲۷	۶۲	۳۰	۸
۷	Typic Xerorthents	۶۸	۴۰/۰	۸/۲۵	۵۰	۲۶	۲۴
۸	Typic Xerorthents	۱۱۸	۶۶/۰	۴/۲۴	۳۸	۲۲	۴۰

*پتاسیم قابل جذب

منحنی Q/I خاک‌های مورد مطالعه در شکل ۱ ترسیم شده و پارامترهای آن نیز در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۱- منحنی Q/I نمونه خاک‌های مورد مطالعه

جدول ۲- پارامترهای Q/I، انرژی آزاد تبادل نمونه‌های خاک و غلظت پتاسیم برگ ذرت

شماره خاک	PBC^K [½-cmol$_c$kg^{-1} (mol/L)]	K (cmol$_c$kg^{-1})	K_X (cmol$_c$kg^{-1})	K_L (cmol$_c$kg^{-1})	AR_c^K ½(mol/L)	غلظت پتاسیم در گیاه %
۱	۴۷/۸۳	۲۳۸/۰	-۶۵۱/۰	-۴۱۳/۰	۰۰۲۱/۰	۲/۲
۲	۸۴/۹۱	۲۵۹/۰	۳۵۸/۰	-۰۹۹/۰	۰۰۰۵/۰	۰/۲

۳					
۴	۹۸/۳۰	۵۱۵/۰	۵۳۲/۰	-۰۱۷/۰	۰۰۰۱/۰	۱/۲
۵	۳۳/۳۷	۴۲۵/۰	۴۷۳/۰	-۰۴۹/۰	۰۰۰۰۲/۰	۶/۱
۶	۹۵/۳۴	۳۵۹/۰	۸۰۵/۰	-۴۴۶/۰	۰۰۲۸/۰	۱/۲
۷	۷۰/۲۸	۴۳۱/۰	۴۸۷/۰	-۰۵۵/۰	۰۰۰۵/۰	۵/۱
۸	۱۲/۲۵	۲۷۷/۰	۲۹۰/۰	-۰۱۳/۰	۰۰۰۲/۰	۶/۱

شیب قسمت خطی منحنی Q/I یا همان ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم خاک‌ها (PBC^K)، در واقع توان بالقوه خاک در تأمین فعالیت نسبی پتاسیم در حالت تعادل یا به‌عبارتی میزان مقاومت سیستم در مقابل تغییر شدت را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ۱ و جدول ۲ مشاهده می‌شود محدوده تغییرات PBC^K از ۱۲/۲۵ تا ۸۴/۹۱ $(mol/L)^{½}cmol_c\,kg^{-1}$ با میانگین ۹۴/۳۶ $(mol/L)^{½}cmol_c\,kg^{-1}$ تغییر کرد که نشان دهنده مقدار کم PBC^K خاک‌های مورد مطالعه می‌باشد.

پارامتر دیگری که به عقیده برخی محققین شاخص بهتری برای تخمین پتاسیم قابل جذب نسبت به روش‌های متداول اندازه‌گیری پتاسیم تبادلی میباشد، پتاسیم نگهداری شده در مکان‌های غیر اختصاصی (ΔK^o)، مکان‌های تبادلی موجود در سطوح خارجی کانی‌ها و سطوح قاعده‌ای کانی‌هایی نظیر ورمی‌کولیت و مونتموریلونیت و نیز در لایه دوگانه اطراف کلوئیدهای آلی می‌باشد (Beckett, ۱۹۶۴). این پارامتر معیاری از پتاسیم به سهولت قابل تبادل است (Sparks and Liebhardt, ۱۹۸۱). عقیده بر این است که پتاسیم جذب شده در سطوح نسبت به روش استات آمونیوم تخمینی بهتر از مقدار پتاسیم نگهداری شده در مکان‌های غیر اختصاصی در خاک‌های با ظرفیت تثبیت بالا ارائه می‌دهد (Martin and Sparks, ۱۹۸۳). همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود مقدار این پارامتر بسیار متفاوت بوده و شامل مقادیر مثبت است. بالاتر بودن مقدار منفی پتاسیم جذب شده در سطوح نشان دهنده توانایی رهاسازی مقدار بیشتری از پتاسیم تبادلی به محلول خاک می‌باشد. مقادیر مثبت توسط Schindler و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش شده است.

پتاسیم نگهداری شده در مکان‌های اختصاصی (K_x)، عمدتاً با افزایش مقدار پتاسیم قابل جذب افزایش یافت. بین خاک‌های با مقادیر یکسان فعالیت نسبی پتاسیم در حالت تعادل نیز اختلاف زیادی در مقدار پتاسیم نگهداری شده در مکان‌های گوه‌ای مشاهده شد که ناشی از تعداد مکان‌های اختصاصی جذب پتاسیم در خاک‌ها می‌باشد. این اختلاف می‌تواند ناشی از درجه هوادیدگی کانی‌های میکایی خاک‌ها باشد (Bouabid*et al.*, ۱۹۹۱). همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود مقدار پتاسیم جذب شده در سطوح نمونه‌های مورد مطالعه مثبت می‌باشد.

پتاسیم کل قابل جذب (K_L) برآوردی از پتاسیم قابل جذب خاک (مجموع پتاسیم جذب شده در سطوح و مناطق گوه‌ای)، محل تقاطع بخش منحنی نمودار Q/I با محور ΔK، نشان‌گر مجموع پتاسیمی است که در مکان‌های اختصاصی و غیراختصاصی نگهداری شده و می‌تواند مورد استفاده گیاه قرار گیرد. کمترین مقدار این پارامتر در خاک ۸ و بیشترین مقدار آن نیز در خاک ۶ گزارش شد (جدول ۲). این نتایج بدین معنی است که خاک‌های با ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم بالاتر وضعیت بهتری از نظر تأمین پتاسیم دارند (Beckett, ۱۹۶۴).

فعالیت نسبی پتاسیم در حالت تعادل (AR_e^K) نیز شاخصی از مقدار پتاسیم قابل جذب است (Beckett, ۱۹۶۴). عواملی همچون مقدار پتانسیل تثبیت پتاسیم، مقدار پتاسیم قابل جذب و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها باعث تغییر این پارامتر می‌شود (Aide *et al.*, ۱۹۹۹). حدود تغییرات فعالیت نسبی پتاسیم در حالت تعادل در نمونه‌ها از ۰۰۰۲/۰ تا $(mol/L)^{½}$ ۰۰۲۸/۰ با اختلاف حدود ۱۴۰ برابر تغییر کرد که به‌ترتیب مربوط به نمونه خاک‌های ۵ و ۶ می‌باشد. این در حالی است که این دو نمونه خاک از نظر CEC و مقدار کربن آلی وضعیتی مشابه داشتند. به‌رغم این، نمونه خاک ۶ از نظر پتاسیم قابل جذب دارای بیشترین مقدار در بین دیگرنمونه‌های خاک می‌باشد. نتایج پژوهش‌ها بیانگر رابطه مستقیم با پتاسیم قابل جذب و غیرتبادلی و نیز درصد پتاسیم تبادلی می‌باشد (Jimenez and Parra, ۱۹۹۱; Beckett,۱۹۶۴). مقدار فعالیت نسبی پتاسیم در حالت تعادل در محدوده ۰۰۰۶/۰ تا $(mol/L)^{½}$ ۰۱/۰ باشد، پتاسیم در لبه‌ها و در مقادیر بالاتر از ۰۱/۰ در سطح کانی‌ها نگهداری می‌شود (Sparks and Liebhardt, ۱۹۸۱). بنابراین در بیشتر نمونه‌های مورد تحقیق، پتاسیم در مکان‌های گوه‌ای شکل و یا لبه‌های میکاهای هوادیده جذب شده‌اند. با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود نمونه‌های با فعالیت نسبی پتاسیم در حالت تعادل یکسان از نظر مقاومت در مقابل تغییر غلظت پتاسیم خاک یا به عبارتی ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم رفتار مشابهی ندارند، به گونه‌ای که در خاک‌های با فعالیت نسبی پتاسیم در حالت تعادل برابر، اختلاف ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم از ۲ تا ۳ برابر نیز رسید. خاک‌های با مقدار فعالیت نسبی پتاسیم در حالت تعادل برابر ممکن است ظرفیت یکسانی برای حفظ فعالیت نسبی پتاسیم در حالت تعادل در زمانی که پتاسیم خاک توسط ریشه گیاه مصرف می‌شود، نداشته باشند. بنابراین برای ارزیابی بهتر وضعیت پتاسیم خاک نه تنها بایستی پتانسیل فعلی ذخایر خاک را ارزیابی کرد، بلکه بایستی ارتباط آن را با مقدار پتاسیم قابل ذخیره (منحنی Q/I) نیز تعیین نمود (Beckett,۱۹۶۴).

رابطه ΔK^o و AR_e^K خاک‌ها در غلظت پتاسیم در گیاه انعکاس یافته است. غلظت پتاسیم در برگ‌های ذرت کشت شده در خاک‌های مورد مطالعه غلظتی کمتر از ۵/۲ درصد (جدول ۲) داشتند (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹) که کمتر از حد بحرانی پتاسیم برای ذرت می‌باشد.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که خاک‌های مورد مطالعه از نظر مقدار پتاسیم قابل جذب در نزدیکی و یا در حد بحرانی قرار داشته و بدون افزودن کودهای پتاسیمی قادر نخواهند بود پتاسیم مورد نیاز برای رشد گیاه را فراهم کنند. پارامترهای Q/I نیز نشان دادند که خاک‌ها از نظر پتاسیم قابل جذب گیاه در سطح پایینی بوده و نشان دهنده خاک‌های زیر کشت فشرده و در شرایط تنش پتاسیم می‌باشد.

منابع

فاطمی، ا.، ملکوتی، م.ج.، بازرگان، ک.، راهنمایی، ر. و افتخاری، ک. ۱۳۹۰. بررسی همبستگی کانی‌های غالب و پارامترهای منحنی کمیت - شدت با میزان پتاسیم قابل جذب در خاک‌های آهکی. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد هجدهم، شماره دوم، ۲۳ تا ۴۴.

فتحی، س.، صمدی، ع.، داوری، م. و اسدی کپورچال، ص. ۱۳۹۳. ارزیابی عصاره‌گیرهای مختلف برای تعیین پتاسیم قابل استفاده در خاک‌های آهکی استان کردستان. مجله تحقیقات غلات، سال چهارم، شماره سوم، صفحه‌های ۲۵۳ تا ۲۶۶.

ملکوتی، م.ج. و طهرانی، م. ۱۳۷۹. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، چاپ دوم، عناصر خرد با تأثیر کلان، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

Aide M. T., Cwick G. J. and Cummings M. F. ۱۹۹۹. Clay mineralogy and potassium status of selected soils in the glacial Lake Agassiz region of central Manitoba. Canadian Journal of Soil Science,۷۹ (۱): ۱۴۱-۱۴۸.

Bar Tal A. ۲۰۱۱. The effects of nitrogen form on interactions with potassium. E-ifc No. ۲۹: International Potash Institute. http://www.ipipotash.org/en/eifc/۲۰۱۱/۲۹/۳/english: Accessed ۲۹ December ۲۰۱۱.

Beckett P. H. T. ۱۹۶۴. Studies on soil potassium II. The immediate Q/I relations of labile potassium in the soil. Journal of Soil Science,۱۵: ۹-۲۳.

BeckettP. H. T. ۱۹۶۴. Potassium-calcium exchange equilibria in soils: Specific adsorption sites for potassium. Journal of Soil Science, ۹۷:۳۷۶-۳۸۳.

Bouabid R., Badraoui M. and Bloom P. R. ۱۹۹۱. Potassium Fixation and Charge Characteristics of Soil Clays. Soil Science Society of America Journal, ۵۵ (۵): ۱۴۹۳-۱۴۹۸.

Jimenez C. and Parra M. A. ۱۹۹۱. Potassium Quantity-Intensity Relationships in Calcareous Vertisols and Inceptisols of Southwestern Spain. Soil Science Society of America Journal, ۵۵ (۴): ۹۸۵-۹۸۹.

Malakouti M. J., Amirmokri H. and Motasharehzadeh B. ۲۰۰۱. Analyzing the trend of K fertilizer use in Iran in the past decade. Regional Workshop of the International Potash Institute in cooperationwith The National Center for Agricultural Research and Technology Transfer, Amman, Jordan. A. E. Johnston. Amman, Jordan, International Potash Institute: ۱۲۷-۱۲۸.

Martin H. W. and Sparks D. L. ۱۹۸۳. Kinetics of nonexchangeable potassium release from two coastal plain soils. Soil Science Society of America Journal, ۴۷ (۵): ۸۸۳-۸۸۷.

McLean E. O. ۱۹۷۶. Exchangeable K levels for maximum crop yield on soils of different cation exchange capacities. Commun. Soil Sci. Plant Anal,۷: ۸۲۳-۸۳۸.

Page A. L., Miller R.H. and Keeney D. R. ۱۹۸۲. Methods of soil analysis. Madison, USA, American Society of Agronomy-Soil Science Society of America.

R mheld V. and Kirkby E. A. ۲۰۱۰. Research on potassium in agriculture: Needs and prospects. Plant and Soil, ۳۳۵: ۱۵۵-۱۸۰.

Schindler F. V., Woodard H. J. and Doolittle J. J. ۲۰۰۵. Assessment of soil potassium sufficiency as related to quantity-intensity in montmorillonitic soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal, ۳۶ (۱۵-۱۶): ۲۲۵۵-۲۲۷۰.

Sparks D. L. and Liebhardt W. C. ۱۹۸۱. Effect of Long-Term Lime and Potassium Applications on Quantity-Intensity (Q-I) Relationships in Sandy Soil. Soil Science Society of America Journal, ۴۵ (۴): ۷۸۶-۷۹۰.

Abstract

Potassium (K) is an essential nutrient for plant growth. There are equilibrium reactions among the various forms of soil K. The prediction of plant available soil K has proven to be a difficult task due to the complexity of the dynamic equilibrium among the various forms of soil K. The potassium quantity – intensity (Q/I) relations and its parameters provides useful information on K status of the soils. For this propose, the K status of some soil series under maize cropping was determined by using Q/I relationships. The results indicated that PBC^{K} values ranged from ۲۵.۱۲ to ۹۱.۸۴ $cmol_c kg^{-1}$ $(mol/L)^{-½}$, with a mean value ۳۶.۹۴ $cmol_c kg^{-1}$ $(mol/L)^{-½}$. This result shows that the potassium deficiency occurred in the studied soils. The positive values obtained for parameters of K_x and K also implies that the studied soils have potassium deficiency. The results indicated that the K concentration in leaves of the maize plant (*Zea mays*. *Cv*, ۷۰۴ Karoon) grown under greenhouse conditions, is less than ۲.۵ percent (the determined critical level of plant potassium for maize).

تأثیر توأم نیکل و آهن بر غلظت عناصر روی، منگنز و مس گیاه ذرت در یک خاک آهکی

منیره عیدی [۱]، عادل ریحانی‌تبار [۲]، نصرت اله نجفی [۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده

این آزمایش گلخانه‌ای در یک خاک آهکی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در یک خاک آهکی با تیمارهای نیکل در چهار سطح (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم از منبع سولفات نیکل) و آهن در پنج سطح (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم به تفکیک از دو منبع سکوسترین آهن و سولفات آهن) بر گیاه ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، غلظت روی بخش هوایی نسبت به شاهد، در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ به ترتیب ۹۶/۲۴، ۵۸/۴۵ و ۶۷/۴۸ درصد به طور معنی‌دار کاهش یافت. همچنین غلظت منگنز بخش هوایی نسبت به شاهد، در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ به ترتیب ۴۹/۱۴ و ۸۴/۲۵ درصد کاهش معنی‌دار یافته است. غلظت مس بخش‌هوایی در حضور ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک ۹۷/۴۴ درصد نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار یافت.

واژه‌های کلیدی: نیکل، آهن، روی، منگنز، مس

مقدمه

تشخیص نی‌کل به عنوا بخشي ا نزیم ا ه‌آز (Dixon et al, ۱۹۷۵) ا لی‌ن مطالعا بنی‌ا با ه اثبا ضر نی‌کل برا گی‌اه می‌باشد. نیکل می‌تواند از منابع ژئوژنیک و آنتروپوژنیک مانند فعالیت‌های معدنی و کشاورزی ناشی شود (Alloway, ۱۹۹۰) و این در حالی است که فعالیت‌های بشر، میزان آن را تا چهار برابر افزایش می‌دهد. به دنبال گزارش غلظت زیاد نیکل در خاک و آب‌های زیر زمینی در مقیاس جهانی، نگرانی درباره سمیّت نیکل برای بشر و سایر موجودات زنده افزایش یافته است. مقادیر بالاتر از ۶۰ mg/kg در خاک (EPA, ۱۹۹۵) مقادیر مخاطره‌آمیز نیکل می‌باشد. مطالعات نشان داده است که نیکل به رغم سمیّت برای دستگاه تنفسی و سیستم ایمنی جانداران (Smialowicz et al, ۱۹۸۴) و تاثیر منفی بر قدرت باروری زنان و رشد و نمو جنین در مقادیر بالا، با این وجود عنصر ضروری برای پستانداران به شمار می‌آید. نیکل به وسیله بیشترگیاهان زراعی به آسانی جذب و به عنوان یک کاتیون ۲ ظرفیتی با کاتیون‌های دیگر مانند منگنز، مس و روی رقابت می‌کند. افزایش نیکل تا سطح ۱۰۰ Mμ در محلول غذایی باعث افزایش غلظت مس در ریشه جو شد در حالی که در شاخه‌ها نتیجه معکوس بود. در همان تحقیق غلظت منگنز و روی در اندام هوایی و ریشه گیاهان با افزایش عرضه نیکل در محلول کاهش یافت (Rahman et al, ۲۰۰۵). لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر نیکل و آهن بر غلظت عناصر روی، منگنز و مس و همچنین بررسی تأثیر توأم نیکل و آهن بر غلظت عناصر منگنز، روی و مس در در بخش‌هوایی گیاه ذرت می‌باشد..

مواد و روش‌ها

مقداری خاک مزرعه از ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز با این هدف که میزان نیکل و آهن قابل جذب آن کم باشد تا بتوان تأثیر مصرف توأم این دو عنصر را بهتر مطالعه کرد نمونه برداری و پس از خشک کردن آن در هوا و مخلوط کردن کامل از الک ۲ میلی‌متری عبور و سپس برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شد. برای افزودن سطوح نیکل به خاک و کشت گلخانه ای ابتدا مقادیر ۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک از منبع سولفات نیکل خالص ($NiSO_4$) در رطوبت ظرفیت مزرعه ((FC به خاک مورد نظر (عبوری از الک شمارهٔ ۴ با قطر ۷۵/۴ میلی‌متر) اضافه و به طور متناوب هم زده شدند و سه چرخه مرطوب کردن (تا رطوبت (FC و خشک کردن (تا رطوبت هواخشک) جهت اختلاط کامل نیکل با خاک اعمال شد. سپس آهن از دو منبع سولفات آهن و سکوسترین آهن تجاری (FeEDDHA) در ۵ سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن بر کیلو گرم خاک به تفکیک از دو منبع به خاک مورد نظر افزوده شد. در نهایت نمونهٔ خاک‌ها هواخشک و سپس در گلدان ریخته و آماده کشت شد. عناصر مس و منگنز به میزان ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب از منابع سولفات مس و سولفات منگنز و همچنین نیتروژن به میزان ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از منبع اوره در سه تقسیط به خاک گلدان‌ها افزوده شدند. سپس ۵ عدد بذر در هر گلدان کشت گردید. بعد از یک هفته گیاهان به ۳ عدد در هر گلدان تنک شدند. بعد از اتمام ۹۰ روز، گیاهان برداشت و اندام‌هوایی و ریشه‌ها از هم جدا شدند. نمونه‌ها با آب مقطر شسته و در دمای ۷۰ سلسیوس درجه به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند. نمونه‌ها پس از خشک

شدن با استفاده از آسیاب برقی با تیغه آلومینیومی خرد شدند. روش ترسوزانی برای هضم نمونه‌های گیاهی به کار رفت (Waling et al, ۱۹۸۹). غلظت روی، منگنز و مس گیاه در عصاره حاصل از ترسوزانی با دستگاه جذب اتمی مدل (Shimadzu,AA-۶۳۰۰) اندازه‌گیری شد. رسم نمودارها با Excel و آنالیز آماری با نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین با آزمون LSDدر سطح احتمال ۵% درصد انجام شد.

نتایج و بحث

برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده شده در جدول ۱ آمده است. خاک مورد مطالعه آهکی و دارای بافت متوسط بود.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش گلخانه‌ای

کلاس بافت	شن	رس	سیلت	ماده آلی	ازت	EC_e dS/m	pH_e	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	مس	روی	نیکل (کل)
			(درصد)							(mg/kg)				
لوم رس شنی	۱۶/۴۹	۲۵	۸۴/۲۵	۷۵/۲	۳۲/۰	۶۸/۰	۱/۸	۳/۴۲	۹/۷۱۸	۶۳/۳	۱۵/۲	۹/۰	۴۴/۱	Nd

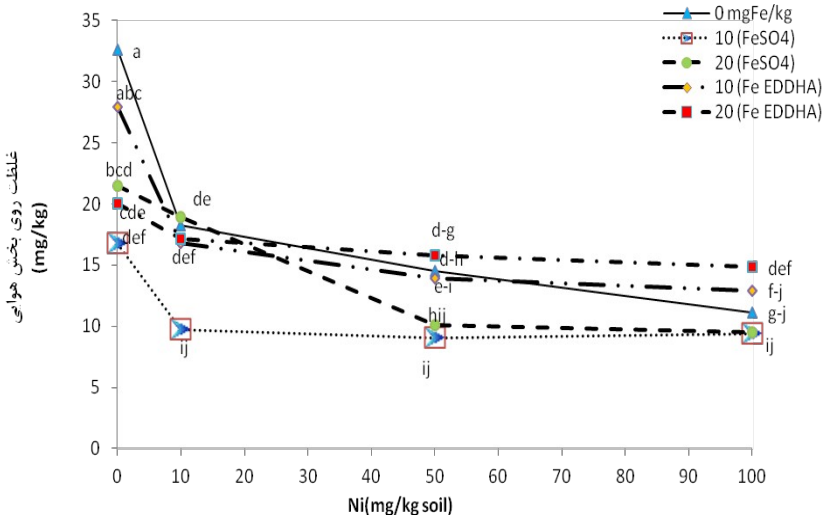
.مقادیر تمام عناصر به صورت قابل جذب و مقدار نیکل کل گزارش شده است*

غلظت روی بخش‌هوایی

با افزایش سطوح نیکل، غلظت روی بخش هوایی نسبت به شاهد، در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ به ترتیب ۹۶/۲۴، ۵۸/۴۵ و ۶۷/۴۸ درصد به طور معنی‌دار کاهش یافت. غلظت روی بخش هوایی در سطح ۱۰ میلی‌گرم آهن از منبع سولفات آهن نسبت به شاهد، ۰۷/۳۴ درصد به طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد با افزایش سطوح نیکل، در سطح شاهد آهن غلظت روی بخش‌هوایی با مصرف ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل، به ترتیب ۳۵/۱۴، ۴۳/۵۵ و ۸۰/۶۵ درصد نسبت به سطح صفر نیکل به طور معنی‌دار کاهش یافت. غلظت روی بخش‌هوایی در حضور ۱۰ میلی‌گرم آهن از هر دو منبع سکوسترین آهن در تمام سطوح نیکل به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش و همچنین با افزایش سطح نیکل از ۱۰ به ۵۰ میلی‌گرم، غلظت روی بخش‌هوایی در سطح ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سولفات آهن ۶۷/۴۶ درصد نسبت به شاهد به طور معنی‌دار کاهش یافت (شکل ۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نیکل و آهن بر غلظت روی، مس و منگنز بخش هوایی ذرت

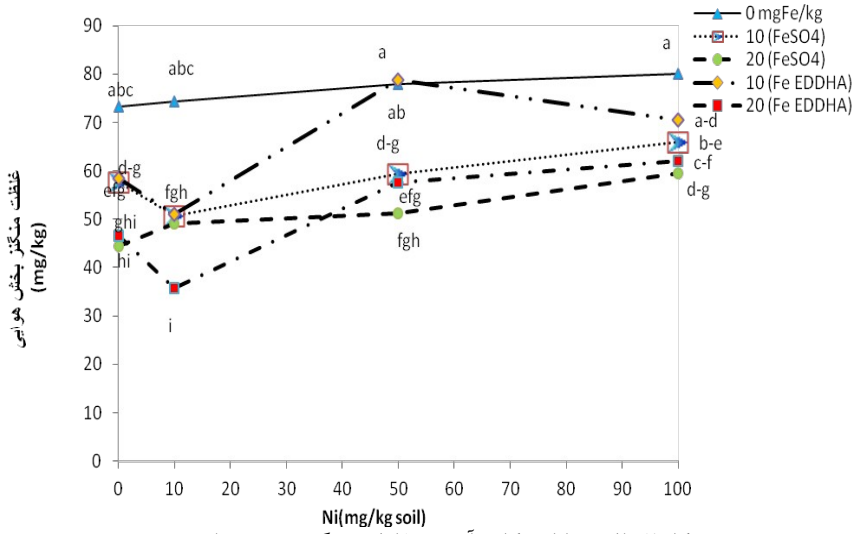
اثر اصلی	سطوح	روی	مس	منگنز
		(mg/kg)		
نیکل	۰	a ۹۹/۲۲	a ۹/۱۷	a ۰۷/۵۶
	۱۰	b ۲۵/۱۷	a ۳۴/۱۷	a۲۱/۵۲
	۵۰	c ۵۱/۱۲	a ۷۸/۱۸	b ۹۴/۴۸
	۱۰۰	c ۸/۱۱	b ۸۵/۹	c ۵۸/۴۱
آهن	۰	a ۶۱/۱۷	a ۶۳/۱۸	a ۳۹/۷۶
	۱۰ (۱)	b ۶۱/۱۱	c ۳۹/۱۵	c ۳۷/۵۸
	۲۰ (۱)	a ۷۷/۱۵	c ۵۳/۱۴	d ۰۹/۵۱
	۱۰ (۲)	a ۰۶/۱۷	bc ۶۲/۱۵	b ۶۸/۵۴
	۲۰ (۲)	a ۶۶/۱۷	b ۹۲/۱۶	d ۴۸/۵۰



شکل ۱- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت روی بخش هوایی

غلظت منگنز بخش‌هوایی

با افزایش سطوح نیکل، غلظت منگنز بخش هوایی نسبت به شاهد، در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ به ترتیب ۴۹/۱۴ و ۸۴/۲۵ درصد کاهش معنی‌دار یافته است. با افزایش سطوح آهن (منبع سولفات آهن)، غلظت منگنز بخش هوایی در سطح ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم (منبع سولفات آهن) نسبت به شاهد به ترتیب ۵۸/۲۳ و ۱۲/۳۳ درصد به طور معنی‌دار افزایش یافت. همچنین با افزایش سطوح آهن، غلظت منگنز بخش هوایی در سطح ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن نسبت به شاهد ۴۱/۲۸ و ۹۱/۳۳ درصد به طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد با افزایش سطوح نیکل، و در حضور ۱۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن، غلظت منگنز بخش‌هوایی با مصرف ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل، به ترتیب ۳۸/۲۰ و ۲۴/۲۱ درصد نسبت به سطح صفر نیکل به طور معنی‌دار افزایش یافت (شکل ۲).

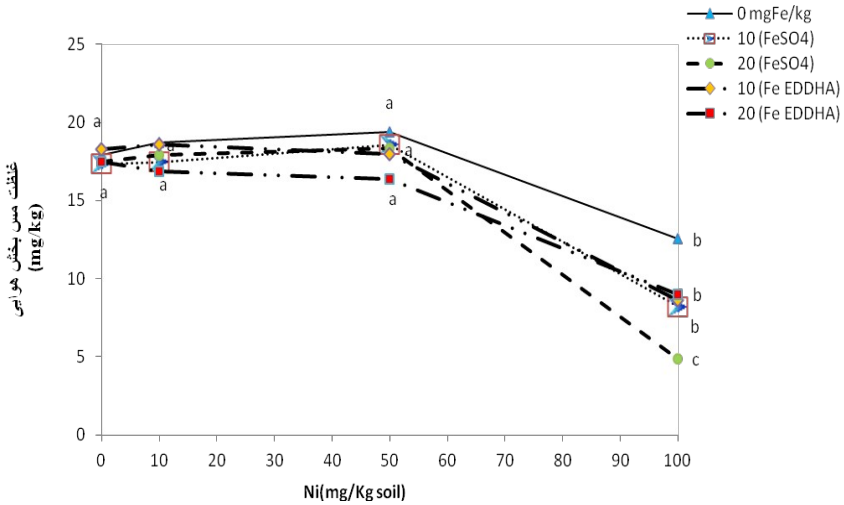


شکل ۲- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت منگنز بخش هوایی

غلظت مس بخش‌هوایی

با افزایش سطوح نیکل، غلظت مس بخش هوایی در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل ۹۷/۴۴ درصد نسبت به شاهد به طور معنی‌دار کاهش یافت. همچنین با افزایش سطوح آهن (منبع سولفات آهن) غلظت مس بخش هوایی در سطوح ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک به ترتیب ۳۹/۱۷ و ۲۲ درصد و نیز در سطوح مذکور از منبع سکوسترین آهن ۱۵/۱۶ و ۱۷/۹ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (**جدول ۲**). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد با افزایش سطوح نیکل از ۵۰ به ۱۰۰ میلی‌گرم، غلظت مس بخش

هوایی در سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سولفات آهن به ترتیب ۳۴/۳۵، ۵۵/۷۱ و ۹۱/۷ درصد و همچنین در سطوح ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن به ترتیب ۹۴/۵۱ و ۰۲/۴۵ درصد به طور معنی‌دار کاهش یافت (شکل ۲).



شکل ۳- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت مس بخش هوایی ذرت

منابع

Alloway B.J. (Ed). ۱۹۹۰. Heavy Metals in Soils. Blaikie and John Wiley and Sons Inc,: New YoWaling I., Vark W.V., Houba V.J.G and Vanderlee J.J. ۱۹۸۹. Soil and Plant Analysis, a seris of syllabi.Part ۷. Plant Anal Proce.Wagen Agri Uni, the Netherlands.

Dixon N.E., Gazzola C, Balkeley R.L and Zerner B. ۱۹۷۵. Jack bean urease (EC ۳.۵.۱.۵). A metalloenzyme. A simple biological role for nickel. J. Amer. Chem. Soc. ۹۷:۴۱۳۱-۴۱۳۳.

EPA. ۱۹۹۵. Guidelines for the Utilisation of Treated Effluent Irrigation.

Waling I., Vark W.V., Houba V.J.G and Vanderlee J.J. ۱۹۸۹. Soil and Plant Analysis, a seris of syllabi.Part ۷. Plant Anal Proce.Wagen Agri Uni, the Netherlands.

Smialowicz R.J., Rogers R.R., Riddle M.M and Scott G.A. ۱۹۸۴. Immunologic effects of nickel: I. Suppression of cellular and hum oral immunity. Environ. Res.۳۳:۴۱۳-۴۲۷. ۳۴.

Rahman H., Sabreen Sh., Alam Sh., Kawai SH. ۲۰۰۵. Effects of nickel on nutrientsolution, J. Plant Nutr, ۲۸: ۳, ۳۹۳-۴۰۴.

Abstract

A greenhouse experiment were done in a calcareous soil with nickel treatments at four levels (۰, ۱۰, ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni kg-۱ soil) from pure nickel sulfate (NiSO۴) (Merck Co) source and iron from iron sulfate and Commercial sequestrine iron in five levels of ۰, ۱۰ and ۲۰ mg Fe kg-۱ soil, according to two sources sequestrine (FeEDDHA) and iron sulfate on corn (single cross ۷۰۴). After ۹۰ days, the concentration of these elements were measured. The results showed that with increasing levels of nickel concentration Zn of shoot significantly decreased at levels ۱۰, ۵۰ and ۱۰۰, respectively, ۲۴.۹۶%, ۴۵.۵۸% and ۴۸.۶۷% compared to control. The manganese concentration of shoot significantly decreased at levels of ۵۰ and ۱۰۰, respectively, ۱۴.۴۹% and ۲۵.۸۴% compared to control. The copper concentration of shoot significantly decreased in the presence of ۱۰۰ mg Ni kg^{-1} soil ۴۴.۹۷% compared to control.

تغییر شکل های مختلف پتاسیم تحت تأثیر نوع بقایای آلی افزوده به خاک و شرایط رطوبتی

لیلا سلیمان‌پور [۱]، سعید نوذری [۱]، سیدحسام نیک سیرت [۱]، مهدی نجفی قیری [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش اگرواکولوژی دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش مرتع و آبخیزداری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب دانشگاه شیراز

چکیده
مقدار شکلهای مختلف پتاسیم در خاک می‌تواند تحت تأثیر ترکیبات آلی اضافه شده به خاک قرار گیرد. جهت بررسی این امر، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با کاربرد ۱۱ نوع ترکیبات آلی (بقایای یونجه، جو، نخود، باقلا و کودهای گوسفند، گاو، شتر، مرغ، کبوتر، بلدرچین و ورمی‌کمپوست)، دو نوع خاک (اسمکتیتی و پالیگورسکیتی) و دو شرایط رطوبتی (ظرفیت زراعی و اشباع) با سه تکرار صورت گرفت. مقدار دو درصد بقایای آلی به نمونه ها اضافه گردیده و در شرایط ظرفیت زراعی و اشباع به مدت یک ماه نگهداری گردیدند و سپس مقدار پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی در آنها اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که بقایای آلی سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم محلول تا ۲۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم، پتاسیم تبادلی تا ۷۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم و پتاسیم غیرتبادلی تا ۵۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم شد. تیمار رطوبتی بر مقدار پتاسیم محلول و تبادلی تأثیر معنی‌داری داشت اما مقدار پتاسیم غیرتبادلی را تغییر نداد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم محلول، پتاسیم تبادلی، پتاسیم غیرتبادلی، ترکیبات آلی، خاک آهکی

مقدمه
پتاسیم در خاک به چهار شکل وجود دارد که عبارتند از شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی. گیاه در طول یک فصل رشد قادر است که تمام پتاسیم محلول و تبادلی و بخشی از پتاسیم غیرتبادلی را جذب کند؛ در حالیکه پتاسیم ساختمانی شکل غیرقابل استفاده گیاه را تشکیل می‌دهد و در مدت زمان زیاد ممکن است بر اثر هوادیدگی از کانی‌ها آزاد شده و برای گیاه قابل استفاده گردد. بین شکلهای محلول، تبادلی و غیرتبادلی پتاسیم تعادل برقرار بوده اما عوامل مختلف ممکن است بر این تعادل اثر بگذارند. نجفی قیری و همکاران (۲۰۱۱) برای خاکهای مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران نشان دادند که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک، وضعیت فیزیوگرافی و تکامل خاک از عوامل مهمی هستند که بر توزیع پتاسیم بین شکلهای محلول، تبادلی و غیرتبادلی اثر می‌گذارند.
خاکهای رسی از جمله خاکهایی هستند که دارای شرایط فیزیکی ضعیفی بوده که این مشکل می‌تواند با افزودن ترکیبات آلی تا حدودی رفع گردد. از طرف دیگر این خاکها توانایی بالایی در تثبیت پتاسیم خاک یعنی تبدیل شکلهای محلول و تبادلی پتاسیم به شکل غیرتبادلی با قابلیت استفاده کمتر را دارند. افزودن ترکیبات آلی ممکن است بر میزان تثبیت این خاکها نیز موثر بوده و توزیع پتاسیم بین شکلهای مختلف را تغییر دهد. نجفی قیری و اولیایی (۱۳۹۳) تأثیرات مثبت ورمی‌کمپوست را بر افزایش مقدار شکلهای مختلف پتاسیم خاک و در نتیجه قابلیت استفاده این عنصر نشان دادند. جلالی (۲۰۱۱) نشان داد که افزودن بقایای گیاهی به خاکهای آهکی ایران سبب تغییر در سرعت آزادسازی پتاسیم از فاز غیرتبادلی و تبدیل آن به شکل قابل استفاده می‌شود.
خاکهای مختلف توانایی مختلفی در نگهداری غلظت مناسب پتاسیم دارند. معمولا ترکیب کانی‌شناسی خاکها تاثیر مستقیم بر مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک دارد. نجفی قیری و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک ارتباط مستقیم با مقدار میکای خاک دارد. شرایط رطوبتی خاک می‌تواند بر سرعت تجزیه و فرآورده‌های نهایی تجزیه ماده آلی اثر بگذارد. از طرف دیگر شرایط رطوبتی و نوسانات رطوبت خاک سبب تغییر در توزیع پتاسیم خاک به شکلهای محلول، تبادلی و غیرتبادلی گردیده و می‌تواند قابلیت استفاده این عنصر را تحت تأثیر قرار دهد (کومادل و همکاران، ۲۰۰۶).
هدف از این مطالعه تاثیر افزودن ۱۱ نوع بقایای آلی بر تغییر شکلهای محلول، تبادلی و غیرتبادلی پتاسیم در دو نوع خاک رسی تحت شرایط رطوبتی ظرفیت زراعی و اشباع می‌باشد. نتایج این مطالعه می‌تواند در مدیریت حاصلخیزی پتاسیم خاکها و اطلاع از چرخه پتاسیم خاک مهم باشد.

مواد و روش‌ها
دو نوع خاک شدیداً رسی از دو منطقه مختلف اقلیمی استان فارس که دارای ترکیب مینرالوژیکی متفاوتی بودند انتخاب گردیدند. این دو خاک از دو منطقه سپیدان با رژیم‌های رطوبتی و حرارتی به‌ترتیب زریک و مزیک و داراب با رژیم‌های رطوبتی و حرارتی به‌ترتیب اریدیک و هایپرترمیک (بنائی، ۱۳۷۸) و از عمق ۰-۳۰ سانتیمتر برداشت گردیدند. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه در هوای آزاد خشک و سپس کوبیده شده و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند. آزمایش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی شامل بافت خاک به روش هیدرومتری، پهاش خاک در خمیر اشباع، قابلیت هدایت

الکتریکی در عصاره اشباع، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون، کربن آلی به روش سوزاندن تر با بیکرومات پتاسیم در مجاورت اسید کرومیک غلیظ و تیتراسیون با فروسولفات آمونیوم و ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم انجام گردید.

آزمایش‌های مربوطه به تأثیر افزودن بقایای آلی و تیمارهای رطوبتی بر قابلیت استفاده پتاسیم خاک به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (۱۲×۲×۲×۳) روی ۲ خاک تحت دو رژیم رطوبتی (ظرفیت زراعی و اشباع) و ۱۲ نوع ماده آلی با سه تکرار انجام گرفت. به ۱۰۰ گرم خاک ۲ گرم ترکیبات آلی شامل بقایای باقلا، جو، نخود، یونجه و کود گوسفند، گاو، شتر، مرغ، کبوتر، بلدرچین و ورمی‌کمپوست اضافه گردید. تیمار بدون بقایای آلی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سپس نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی در رطوبت ظرفیت زراعی (۵۰ درصد رطوبت اشباع) و رطوبت اشباع و دمای ۲۲ درجه سلسیوس نگهداری شدند و در پایان نمونه‌ها هوا خشک شدند و پس از خرد کردن کاملاً مخلوط گردیده و شکلهای مختلف پتاسیم آنها اندازه‌گیری گردید.

پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی خاک به ترتیب با عصاره گیری خاک با آب، استات آمونیم یک مولار پ هاش ۷ و اسید نیتریک یک مولار جوشان صورت گرفت (هلمک و اسپارکز، ۱۹۹۶). پتاسیم غیرتبادلی با کسر مقدار پتاسیم استخراج شده به وسیله اسید نیتریک از استات آمونیم محاسبه گردید.

جهت تجزیه آماری نمونه‌ها از نرم افزارهای SPSS و MSTATC و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

خاکهای مورد مطالعه شدیداً رسی بوده و مقدار رس در آنها از ۴۰ درصد تجاوز می‌کند. مقدار کربنات کلسیم در خاکهای سپیدان و داراب به‌ترتیب ۲۷ و ۴۶ درصد و ظرفیت تبادل کاتیونی نیز در این دو خاک به‌ترتیب ۲۴ و ۱۸ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم بود. اما تفاوت اصلی خاکهای مورد مطالعه در نوع کانی‌ها می‌باشد. بر اساس گزارش نجفی قیری (۱۳۸۹) کانی‌های غالب خاک سپیدان اسمکتیت همراه با مقدار کمی ایلیت و کلریت و کانی‌های غالب خاک داراب پالیگورسکیت، ایلیت، کلریت و کمی اسمکتیت می‌باشد.

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای مختلف و اثرات متقابل آنها را بر مقدار پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی خاک نشان می‌دهد. هر سه تیمار کود، وضعیت رطوبتی و نوع خاک و همچنین اثرات متقابل آنها بر شکلهای مختلف پتاسیم تأثیر معنی‌دار (در سطح ۱ درصد) داشتند. به‌طور استثناء می‌توان گفت که وضعیت رطوبتی بر مقدار پتاسیم غیرتبادلی تأثیر نداشته است.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس تأثیر کودهای آلی، نوع خاک و شرایط رطوبتی بر مقدار پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیرتبادلی
کود الی	۱۱	۷۲۳۰۶**	۷۸۰۷۱۰**	۳۱۵۰۴۸**
وضعیت رطوبت	۱	۶۸۰۶**	۱۰۸۵۰**	۹۰۲۵ns
کود آلی × وضعیت رطوبت	۱۱	۳۸۰۲**	۱۱۷۸۰**	۱۰۳۸۲۸**
خاک	۱	۱۳۲۱۳۵۰**	۳۱۶۰۳۱**	۱۹۵۵۳۳۶**
کود آلی × خاک	۱۱	۳۳۵۶۰**	۳۷۰۰۸**	۶۵۵۳۶**
وضعیت رطوبت × خاک	۱	۸۰۱۰**	۸**	۱۲۸۴۴**
کود آلی × وضعیت رطوبت × خاک	۱	۷۰۷۱**	۵۴۳۰**	۱۱۸۴۸۶**
خطای کل	۹۶	۱۱۱	۷۲۹	۵۳۴۳
ضریب تغییرات CV(%)		۶۵/۷	۰۳/۴	۲۱/۷

ns: غیرمعنی‌دار؛ * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

همه بقایای آلی به جز بقایای یونجه، ورمیکمپوست و کود شتر سبب افزایش معنی‌دار مقدار پتاسیم محلول نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۲) که البته این تأثیر برای تیمارهای مختلف ترکیبات آلی متفاوت بود. بیشترین افزایش مربوط به کود گوسفند به میزان ۲۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (به صورت میانگین) بود. اثر متقابل وضعیت رطوبت و نوع خاک بر مقدار پتاسیم محلول معنی دار بود. در واقع اگرچه وضعیت رطوبت اثری بر مقدار پتاسیم محلول در خاک سپیدان نداشت اما مقدار آن را در خاک داراب به صورت معنی‌داری تغییر داد طوری که پتاسیم محلول در تیمار ظرفیت زراعی بیشتر از رطوبت اشباع بود. اثر متقابل کود آلی، نوع خاک و وضعیت رطوبتی نیز بر مقدار پتاسیم محلول معنی‌دار بود. به طور کلی بیشترین مقدار پتاسیم محلول مربوط به خاک داراب با تیمار کود گوسفند و رطوبت ظرفیت زراعی به مقدار ۵۵۸ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین آن نیز مربوط به خاک سپیدان تیمار شده با ورمیکمپوست و رطوبت اشباع و خاک سپیدان تیمار شده با کود شتر و رطوبت ظرفیت زراعی بود.

جدول ۲- تغییرات مقدار پتاسیم محلول خاک تحت تأثیر تیمار کودهای آلی، نوع خاک و شرایط رطوبتی و اثرات متقابل آنها

نوع ماده آلی	خاک سپیدان		خاک داراب		
	ظرفیت زراعی	اشباع	ظرفیت زراعی	اشباع	**میانگین**
شاهد	vw ۱۶	uvw ۱۸	kl ۱۳۰	pq ۶۰	**HI۵۶**
کود شتر	w ۱۴	uvw ۱۸	lm ۱۱۴	m ۱۰۸	**H۶۳**
کود گاو	rstu ۳۴	stuvw ۲۸	f ۲۷۰	fgh ۲۵۶	**E۱۴۷**
کود گوسفند	pq ۶۴	kj ۱۳۸	a ۵۵۸	d ۳۵۶	**A۲۷۹**
کود مرغ	op ۷۴	p ۶۶	b ۴۵۰	c ۳۹۰	**B۲۴۵**
کود کبوتر	pq ۶۲	rst ۳۶	f ۲۷۰	i ۲۲۲	**E۲۴۷**
کود بلدرچین	rst ۳۶	stuvw ۳۰	jk ۱۳۸	gh ۲۴۶	**G۱۱۲**
بقایا باقلا	rstuv ۳۲	qr ۴۸	h ۲۴۰	e ۳۱۸	**D۱۵۹**
بقایا جو	no ۸۴	pq ۶۰	d ۳۵۸	c ۳۷۶	**C۲۱۹**
بقایا نخود	rs ۴۲	rst ۳۶	fg ۲۶۲	j ۱۵۴	**F۱۲۳**
کود ورمیکمپوست	tuvm ۲۰	w ۱۴	mn ۱۰۰	no ۸۴	**I۵۴**
بقایا یونجه	tuvw ۲۴	tuvw ۲۴	no ۹۰	p ۶۶	**I۵۱**
میانگین	**C۴۱**	**C۴۳**	**A۲۴۸**	**B۲۱۹**	

. حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با آزمون دانکن می‌باشد

پتاسیم تبادلی تحت تأثیر نوع ترکیبات آلی قرار گرفت و افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین میزان افزایش نسبت به تیمار شاهد با کاربرد بقایای جو (۷۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدار افزایش مربوط به ورمیکمپوست، بقایای یونجه و کود شتر (کمتر از ۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. به طور کلی مقدار پتاسیم در خاک داراب به طور معنی‌داری بیشتر از خاک سپیدان بود. رژیم رطوبتی نیز تأثیر معنی‌داری بر مقدار پتاسیم تبادلی داشت. در هر دو خاک مقدار پتاسیم تبادلی در حالت اشباع بیشتر از حالت رطوبت ظرفیت زراعی بود. اثر متقابل نوع خاک، کود آلی و وضعیت رطوبتی بر مقدار پتاسیم تبادلی معنی‌دار بود و بیشترین مقدار آن در خاک داراب تیمار شده با بقایای جو و وضعیت رطوبتی اشباع (۱۲۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدار آن در خاک داراب بدون کود آلی و وضعیت رطوبت ظرفیت زراعی (۲۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود.

جدول ۳- تغییرات مقدار پتاسیم تبادلی خاک تحت تأثیر تیمار کودهای آلی، نوع خاک و شرایط رطوبتی و اثرات متقابل آنها

نوع ماده آلی	خاک سپیدان		خاک داراب		
	ظرفیت زراعی	اشباع	ظرفیت زراعی	اشباع	**میانگین**
شاهد	xyz ۳۶۴	z ۳۳۲	۲۴۳]	vwx ۴۰۰	**I۳۳۴**
کود شتر	wxy ۳۷۹	uvw ۴۰۸	tuv ۴۲۶	uvm ۴۲۲	**H۴۰۹**
کود گاو	pq ۵۴۶	pq ۵۳۸	jk ۷۵۶	i ۸۰۷	**F۶۶۲**
کود گوسفند	h ۸۵۲	h ۸۵۸	bc ۱۰۸۹	a ۱۱۸۱	**B۹۹۵**
کود مرغ	g ۹۱۲	fg ۹۳۴	cd ۱۰۴۷	d ۱۰۴۰	**B۹۸۳**
کود کبوتر	hi ۸۲۸	jk ۷۵۴	kl ۷۴۶	mn ۶۹۸	**D۷۵۷**
کود بلدرچین	pq ۵۶۴	qr ۵۳۶	op ۵۸۲	rs ۴۹۴	**G۵۴۴**
بقایا باقلا	lmn ۷۰۴	mn ۶۸۲	ef ۹۷۳	ij ۷۹۲	**C۷۸۰**
بقایا جو	g ۹۱۲	de ۱۰۱۷	b ۱۱۰۹	a ۱۲۰۷	**A۱۰۶۱**
بقایا نخود	o ۶۲۱	klm ۷۲۴	n ۶۷۱	jk ۷۵۶	**E۶۹۳**
کود ورمی کمپوست	yz ۳۴۳	vwxy ۳۸۶	tuv ۴۲۶	st ۴۶۶	**H۴۰۶**
بقایا یونجه	yz ۳۴۶	uvwx ۴۰۶	tuv ۴۲۳	tu ۴۴۴	**H۴۰۵**
میانگین	**D۶۱۵**	**C۶۳۱**	**B۷۰۹**	**A۷۲۶**	

. حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با آزمون دانکن می‌باشد

جدول ۴ تغییرات پتاسیم غیرتبادلی با توجه به نوع خاک، کود آلی و وضعیت رطوبتی را نشان می‌دهد. این شکل پتاسیم نیز مانند پتاسیم محلول و تبادلی تحت تأثیر نوع کود آلی قرار گرفت. پتاسیم غیرتبادلی با کاربرد کود آلی از ۱۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم با کاربرد بقایای یونجه تا ۵۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم با کاربرد بقایای جو افزایش یافت. مقدار پتاسیم غیرتبادلی در خاک سپیدان به طور معنی‌داری بیشتر از خاک داراب بود. وضعیت رطوبتی تاثیری بر مقدار پتاسیم غیرتبادلی در خاک سپیدان نداشت؛ اما مقدار این شکل پتاسیم در خاک داراب در تیمار اشباع کمتر از تیمار ظرفیت زراعی بود. بیشترین و کمترین مقدار پتاسیم غیرتبادلی به ترتیب در خاک سپیدان تیمار شده با کود مرغ و رطوبت ظرفیت زراعی و خاک داراب تیمار شده با کود کبوتر و رطوبت ظرفیت زراعی بود.

جدول ۴- تغییرات مقدار پتاسیم تبادلی خاک تحت تأثیر تیمار کودهای آلی، نوع خاک و شرایط رطوبتی و اثرات متقابل آنها

نوع ماده آلی	خاک سپیدان		خاک داراب		میانگین
	ظرفیت زراعی	اشباع	ظرفیت زراعی	اشباع	
شاهد	opqr ۸۲۰	tuv ۶۹۰	opqrs ۸۱۳	uv ۶۸۶	**G۷۵۲**
کود شتر	hijkl ۹۹۳	ghij ۱۰۴۰	stuv ۷۰۰	pqrstu ۷۹۰	**F۸۸۱**
کود گاو	cd ۱۲۲۰	b ۱۳۵۳	jklmn ۹۴۶	hijkl ۹۹۰	**C۱۱۲۷**
کود گوسفند	ab ۱۴۱۷	def ۱۱۶۳	defg ۱۱۲۷	de ۱۱۸۳	**B۱۲۲۳**
کود مرغ	a ۱۴۹۳	ab ۱۴۰۰	ijkl ۹۸۳	ab ۱۳۸۳	**A۱۳۱۵**
کود کبوتر	ijklm ۹۷۶	def ۱۱۷۰	v ۶۶۳	qrstuv ۷۴۶	**F۸۸۹**
کود بلدرچین	efghi ۱۰۶۷	def ۱۱۶۷	klmno ۹۲۰	nopqr ۸۴۶	**D۱۰۰۰**
بقایا باقلا	de ۱۱۸۳	de ۱۱۷۷	lmnop ۸۹۳	def ۱۱۷۰	**C۱۱۰۶**
بقایا جو	bc ۱۳۳۷	b ۱۳۶۳	b ۱۳۴۷	b ۱۳۵۶	**A۱۳۲۶**
بقایا نخود	ijklm ۹۷۶	ghijk ۱۰۱۳	ghijk ۱۰۲۷	klmno ۹۱۶	**D۹۸۳**
کود ورمی کمپوست	defgh ۱۱۰۳	fghij ۱۰۵۳	opqrst ۸۰۶	mnopq ۸۶۳	**E۹۵۶**
بقایا یونجه	ijklmn ۹۶۳	hijkl ۹۹۶	qrstuv ۷۵۳	rstuv ۷۳۰	**F۸۶۱**
میانگین	**A۱۱۲۹**	**A۱۱۲۲**	**B۹۱۵**	**C۸۶۷**	

.حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با آزمون دانکن می‌باشد

اکبری و همکاران (۱۳۹۰) با کاربرد بقایای گیاهی مختلف به مزارع گندم نشان دادند که پتاسیم قابل استفاده خاک پس از ۱۶۵ روز از کاربرد بقایا، افزایش چشمگیری داشت و تأثیر بقایای یونجه، گندم و جو به طور معنی‌داری بیشتر از بقایای پنبه بود. ویتبرد و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان دادند که برگرداندن بقایای گیاهی به خاک سبب افزایش پتاسیم قابل استفاده خاک به مقدار ۸ کیلوگرم در هکتار می‌شود در حالی که خارج کردن آن از خاک مقدار پتاسیم را بیش از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش می‌دهد. نجفی قیری و اولیایی (۱۳۹۳) بیان کردند که افزودن ورمیکمپوست به ۱۰ سری مختلف از خاکهای استان فارس سبب افزایش پتاسیم محلول از ۴۰ به ۱۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، پتاسیم تبادلی از ۲۲۷ به ۵۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و پتاسیم غیرتبادلی از ۲۲۶ به ۳۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم شد که البته تأثیرات آن بیشتر در جهت افزایش پتاسیم محلول بود.

به طور کلی می‌توان بیان کرد که ترکیبات آلی علاوه بر تأثیرات مثبتی که بر ویژگی‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاکها دارند بر مقدار پتاسیم خاک و توزیع آن بین شکلهای مختلف محلول، تبادلی و غیرتبادلی و در نتیجه چرخه پتاسیم نیز اثر مهمی دارند. نوع و منشاء ترکیبات آلی مختلف می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر شکلهای پتاسیم خاک داشته باشد. به طور کلی از بین بقایای گیاهی، بقایای جو و از بین کودهای دامی کود مرغی بیشترین افزایش در مقدار هر سه شکل پتاسیم را داشتند. به هر حال در کاربرد این ترکیبات به عنوان منابع سرشار از پتاسیم باید احتیاط بیشتری کرد و بعضی تأثیرات منفی کاربرد این کودها مانند افزایش شوری خاک را مد نظر قرار داد.

منابع

اکبری، ف.، پوری، ک.، کامکار، ب. و عالیمقام، س. م. ۱۳۹۰. تأثیر بقایای گندم، سویا و پنبه بر محتوای پتاسیم خاک و جذب آن در گندم (*Triticum aestivum* L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۳(۲): ۱۶۳-۱۷۱.

بنائی، م. ح. ۱۳۷۸. نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب، وزارت جهاد کشاورزی، ایران.

نجفی قیری، م. ۱۳۸۹ . بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و کانی شناسی و وضعیت پتاسیم در خاك های استان فارس . پای ان نامه دکتری بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

نجفی قیری، م. و اولیایی، ح. ر.. ۱۳۹۳. تأثیر افزودن ورمی کمپوست و زئولیت بر تغییرشکلهای مختلف پتاسیم در خاکهای آهکی. علوم آب و خاک، ۶۹: ۶۱-۷۲.

Helmeke, P.A. and D.L. Sparks, ۱۹۹۶. Methods of soil analysis, part ۳: Chemical methods. Am. Soc. of Agronomy, Madison, WI.

Komadel P., Madejova J., Stucki J. W. ۲۰۰۶. Structural Fe(III) reduction in smectites. Appl Clay Sci. ۳۴:۸۸-۹۴.

Nye, P. H., and Tinker, P. B. ۱۹۷۷. Solute movement in the soil-root system. Berkeley (CA): University of California Press.

Jalali, M. ۲۰۱۱. Comparison of potassium release of organic residues in five calcareous soils of western Iran in laboratory incubation test. Arid Land Research and Management, ۲۵: ۱۰۱-۱۱۵.

Najafi-Ghiri M., Abtahi A., Owliaie H. R., Hashemi S. S., Koohkan H. ۲۰۱۱. Factors affecting potassium pools distribution in highly calcareous soils of southern Iran. Arid Land Research and Management, ۲۵: ۳۱۳-۳۲۷.

Whitbread, A. M., Blair, G. J. and Lefroy, R. D. B. ۲۰۰۰. Managing legume leys, residues and fertilizers to enhance the sustainability of wheat cropping systems in Australia. Soil Tillage Research, ۵۴ : ۶۳-۷۵.

Abstract

The content of different K forms in soils may be affected by organic materials applied to the soils. For this purpose, An experiment was done as factorial in completely randomized design with application of ۱۱ organic materials (alfalfa, barley, pea, broad bean residues, sheep, cow, camel, poultry, pigeon, quail manures and vermicompost), two soils and two moisture conditions (field capacity and saturation) with three replicates. Two percent organic materials was added to soil samples and incubated for one month and then soluble, exchangeable and non-exchangeable K was determined. Results indicated that organic materials increased soluble K to ۲۲۳ mg kg-۱, exchangeable K to ۷۲۷ mg kg-۱ and non-exchangeable K to ۵۷۴ mg kg-۱. The moisture condition affected soluble and exchangeable K, significantly; but it did not change non-exchangeable K.

تعیین مقدار مناسب پرلیت مصرفی در ظروف کشت گلخانه‌ای و اثر آن بر خواص کمّی و کیفی نشاء تولیدی

مرتضی پوزش شیرازی [۱]، رحیم خادمی [۲]
۱- عضو هیأت علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، ۲- عضو هیأت علمی بخش خرما و میوه‌های گرمسیری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر

چکیده:
توسعه تولید نشاء در گلخانه اخیراً در استان بوشهر بعلت منافع زیاد آن رو به گسترش نهاده است. برای یکسان سازی نشاءهای تولیدی و همچنین کسب دانش فنی به منظور تولید نشاءهای با کیفیت، طرح حاضر به نحوه استفاده صحیح از پرلیت بعنوان یک ماده اصلاحی مؤثر در محیطهای گلخانه‌ای پرداخته و مقدار مناسب پرلیت مصرفی را مورد آزمون قرار داد. این طرح در قالب بلوکهای کامل تصادفی با ۲ تیمار زیر اجراء گردید. ۱- تیمار درصد پرلیت در ۴ سطح شامل: الف- مخلوط پیت ماس و کوکوپیت بعلاوه ۲۰ درصد حجمی پرلیت ب- مخلوط پیت ماس و کوکوپیت بعلاوه ۴۰ درصد حجمی پرلیت ج- مخلوط پیت ماس و کوکوپیت بعلاوه ۶۰ درصد حجمی پرلیت د- مخلوط پیت ماس و کوکوپیت به تنهایی. ۲- تیمار نوع پرلیت در ۲ سطح (نرم و خیلی نرم) برای تعیین قطر مناسب پرلیت مصرفی. نتایج حاصل از اجرای طرح نشان داد اثر تیمار نوع پرلیت بر صفات طول ساقه، میزان فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مقدار کلروفیل در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر تیمار درصد حجمی پرلیت بر تمام صفات اندازه گیری شده بجز میزان مس، روی و نیتروژن در سطح یک درصد معنی دار گردید. نتایج همچنین نشان داد که استفاده از پرلیت نرم با درصد حجمی ۲۰ درصد در بستر سطح کشت در تعداد بیشتری از صفات دارای اثر معنی دار بوده و از اینرو خصوصیات عملکردی بهتری در تولید نشاء داشته است.

واژه‌های کلیدی: بوشهر- پرلیت - ظروف کشت گلخانه ای- نشاءگوجه فرنگی.

مقدمه:
میزان تولید محصول گوجه‌فرنگی در مزارع و گلخانه‌ها به عوامل متعددی از جمله قوی بودن پایه‌ها و توانایی آنها برای ماندگاری بالا در زمان انتقال به محل کشت اصلی بستگی دارد. کشت و تولید نشاء در خزانه‌های مستقر در زمینهای زراعی مشکلات فراوانی به همراه دارد. ازاینرو، اخیراً در استان بوشهر تولید نشاء در گلخانه بعلت منافع زیاد آن رو به گسترش نهاده است. آنچه که در این میان از اهمیت خاصی برخوردار است درجه سالم بودن و قوی بودن پایه‌های تولیدی میباشد به گونه‌ای که تفاوت قیمت شدیدی در بین نشاءهای تولیدی به همین علت مشاهده میگردد. با توجه به عدم آشنایی بسیاری از کشاورزان و مسئولین با محیطهای رشد کارآمد و بصورت تصادفی عمل کردن گلخانه‌داران در تهیه و ایجاد بستر کشت، شاهد تولید نشاءهای متفاوت از نظر بازارپسندی در گلخانه‌های مختلف در طول یک سال یا سالهای مختلف هستیم. مواد اصلاحی به منظور بهبود شرایط فیزیکی به خاک اضافه میشوند. این شرایط فیزیکی شامل ظرفیت نگهداری آب، نفوذپذیری، زهکشی، تهویه و ساختمان مناسب می باشند که نتیجه آنها افزایش فعالیت ریشه‌ها را به دنبال خواهد داشت (Nus، ۱۹۹۴).

در اکثر کشورهای پیشرفته از پرلیت بعنوان یک ماده اصلاحی مؤثر در افزایش محصولات کشاورزی در محیطهای کشت گلخانه‌ای استفاده می شود (Wilkerson, et al.، ۲۰۱۰) که متأسفانه این ماده در ایران و بخصوص در استان بوشهر کمتر مورد توجه علمی و فنی قرار گرفته است. پرلیت ماده‌ای سیلیکاتی سفید و خاکستری رنگی است که منشأ آتشفشانی دارد و از گدازه‌های سرد شده استخراج می گردد. دانه‌های اسفنج مانند پرلیت خیلی سبک بوده و فقط ۸۵ تا ۱۲۵ گرم در دسیمتر مکعب وزن دارند. این ماده بعلت شرایط تشکیل شدن، سترون میباشد. پرلیت معمولاً ۳ تا ۴ برابر خود قابلیت جذب آب دارد. pH آن در حدود ۵/۶ تا ۵/۷ بوده و بهترین مورد استفاده‌اش در اضافه کردن میزان هوا به مخلوطهای خاکی میباشد (خوشخوی، ۱۳۶۸). خاکهایی که میزان تخلخل در آنها بسیار بالا باشد، عمل زهکشی و خروج آب و نهایتاً عناصر غذایی در آنها به سرعت انجام میشود. خاکهایی که بعلت ریز بودن زیاد بافت آنها دارای تهویه و زهکش مناسب نباشند نیز از کمبود اکسیژن و حمله بیماریهای مختلف ریشه رنج میبرند (Wilkerson, et al.، ۲۰۱۰). مؤفقیت گلخانه‌ها و محیطهای رشد نشاء (خزانه‌ها) بستگی به خواص فیزیکی و شیمیایی بستر کشت آنها دارد. بستر کشت ایده‌آل بستری است که عاری از هرگونه علفهای هرز و انواع بیماریها و حشرات مضر بوده و استقرار گیاه در آن به خوبی انجام شود. این محیط همچنین باید قابلیت زهکشی بالایی داشته باشد و در عین حال با کمترین دور آبیاری بتواند آب مورد نیاز گیاه را تا حد لازم در اختیار آن قرار دهد. پرلیت از رایجترین مواد به کار رفته در بستر کشت گلخانه‌ها میباشد و از مواداصلاحی غیر آلی محسوب میشود. این ماده برخلاف ورمیکولایت که کانی آبگریزی است، یک کانی جاذب آب محسوب گردیده و در بهبود

زهکشی و تهویه خاك نقش اصلاحی مؤثری را داراست. این ماده در افزایش تبادل عناصر غذایی توان زیادی ندارد. استفاده از پرلیت در گلخانه‌ها بسیار بهتر از ماسه میباشد زیرا برخلاف ماسه‌ها که اغلب همراه نمك هستند، پرلیت بصورت غیر شور میباشد.همچنین پرلیت بعلت سبکی و یکنواختی ذرات تشکیل دهنده آن توانایی بالایی در ایجاد تهویه مناسب و زهکشی مطلوب دارد (Robbins, et al. ، ۲۰۰۹). عامل اصلی در انتخاب مواد اصلاحی فیزیکی بافت خاك است. در خاکهای رسی بعلت وجود منافذ ریز (میکروپورها) توانایی جذب و نگهداری آب بالا میباشد اما در این خاکها بعلت کم بودن منافذ درشت (ماکروپورها) که عامل پراکنش و توزیع مناسب هوا هستند، تهویه به خوبی صورت نمی گیرد. اضافه نمودن پرلیت به این خاکها سبب افزایش منافذ درشت خاك و بهتر شدن شرایط تهویه میشود (Hurdzan ، ۱۹۸۷). خصوصیات فیزیکی پرلیت به گونه ای است که از آن می توان هم در خاکهای شنی و هم در خاکهای رسی استفاده نمود.در خاکهای شنی بعلت جذب آب از ۳ تا ۴ برابر وزن خود و در خاکهای رسی بعلت ایجاد فضای خالی بین ذرات و تهویه مناسب خاك، از این ماده استفاده میشود. البته، استفاده از این ماده در خاکهای رسی به مراتب بیشتر از خاکهای شنی رواج داشته است (Blessington, et al. ، ۲۰۰۰). در یك تحقیق که در مورد کشت گوجه فرنگی به روش بستر کشت بدون خاك (هیدروپونیك) انجام گردید مشخص شد که پرلیت از جمله موادی است که دارای بالاترین توان تولید در میان محیطهای کشت میباشد و همچنین گوجه‌فرنگیهای تولید شده در این محیط دارای بیشترین استحکام میوه که در انبارداری صفت خوبی به شمار میرود، می باشند (Guler ، ۲۰۱۰).

مواد و روشها

این طرح در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی استان بوشهر (ایستگاه برازجان) با ۱۳و ۵۱ طول شرقی و ۱۶و ۲۹ عرض جغرافیایی و با ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا و حداکثر درجه حرارت ۵۰ درجه سانتیگراد و حداقل ۱- درجه سانتیگراد، میانگین بارندگی ۲۵۰ میلیمتر و میانگین دمای سالیانه ۲۶/۲۵ درجه سانتیگراد و تبخیر سالیانه حدود ۳۰۰۰ میلی متر و بافت خاک سبک تا متوسط و هدایت الکتریکی آب آبیاری ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میکروموس و خاک حدود ۳۰۰۰ میکروموس و سطح آب زیرزمینی پایین با نفوذپذیری خوب خاک انجام شد. این آزمایش در قالب بلوکهای کامل تصادفی با ۲ تیمار زیر اجراء گردید. ۱- تیمار درصد پرلیت در ۴ سطح شامل: الف- مخلوط پیت ماس و کوکوپیت بعلاوه ۲۰ درصد حجمی پرلیت ب- مخلوط پیت ماس و کوکوپیت بعلاوه ۴۰ درصد حجمی پرلیت ج- مخلوط پیت ماس و کوکوپیت بعلاوه ۶۰ درصد حجمی پرلیت د- مخلوط پیت ماس و کوکوپیت به تنهایی. ۲- تیمار نوع پرلیت در ۲ سطح (نرم و خیلی نرم) برای تعیین قطر مناسب پرلیت مصرفی. کودهای شیمیایی بصورت محلول و بطور یکسان به همه تیمارها در همان ابتدا اضافه گردید. پس از اعمال تیمارها، بذر گوجه فرنگی در ظروف کشت کاشته شده و آبیاری و مراقبت از تیمارها بصورت یکسان انجام گرفت. پاسخهای گیاهی شامل تعداد برگ، وزن خشك برگ و ساقه، طول ساقه، قطر ساقه، درصد رطوبت و کلروفیل و همچنین مقدار عناصر غذایی میکرو و ماکرو شامل مقدار ازت، فسفر، پتاسیم، مس، منگنز، روی و آهن پس از رسیدن کامل نشاءها بصورت انتخاب تصادفی نشاء در میان تیمارها اندازه گیری شد. در نهایت نیز تجزیه آماری صفات یاد شده با استفاده از نرم افزار اکسل انجام شده و بهترین تیمار مشخص گردید.

نتایج و بحث

برای رسیدن به اهداف تحقیق، پس از اجرای طرح در سطح گلخانه و داده برداری از پاسخهای گیاهی مورد مطالعه، اقدام به تجزیه آماری دادهها گردید و اثرات اصلی و متقابل فاکتورهای نوع پرلیت و درصد حجمی پرلیت بر پاسخهای مختلف گیاهی استخراج و در جدول (۱) خلاصه شده است که بهترتیب برای هر پاسخ، تحلیل مربوطه ارائه میگردد.

جدول ۱ - نتایج تجزیه واریانس برای صفات گیاهی و پاسخهای مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن تر بوته	وزن خشک بوته	درصد رطوبت	قطر ساقه	تعداد برگ	طول ساقه	نیتروژن
بلوک	۲	۳۴/۷۱ ns	۰/۳۵ ns	۰/۲۲ ns	۰/۱۵ ns	۴/۷۰ ns	۸۲/۹۳ ns	۰/۰۱۳ ns
نوع پرلیت	۲	۱/۵۲ ns	۰/۲۵ ns	۵/۸۷ ns	۳/۴۴ ns	۲/۹۳ ns	۲۰۷۸/۰۴ **	۰/۰۰۴ ns
درصد حجمی پرلیت	۲	۲۸۵/۱۸ **	۴/۰۸ **	۱۲/۵۶ **	۱۵/۹۵ **	۳۸/۰۴ **	۴۲۱۹/۷۰ **	۰/۰۸۱ ns
نوع × درصد حجمی پرلیت	۴	۴۷/۷۵ ns	۰/۶۷ ns	۱۶/۳۴ **	۸/۵۷ **	۸/۵۴ *	۷۹۵/۹۸ ns	۰/۴۴۳ **
خطا	۱۶	۲۵/۴۸	۰/۳۴	۱/۷۸	۱/۲۰	۲/۷۰	۳۲۹/۰۵	۰/۰۸۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		فسفر	پتاسیم	آهن	مس	منگنز	روی	کلروفیل
بلوک	۲	۰/۰۰۸ *	۰/۰۵ ns	۹/۳ ns	۱/۶۸ ns	۲۵۷/۶ ns	۷۸/۸۱ ns	۰/۵۷ ns
نوع پرلیت	۲	۰/۰۱۹ **	۱/۲۷ **	۹۰۷/۷ **	۰/۲۶ ns	۲۲۳۹۲/۹ **	۴۷۱/۱۵ **	۳۱/۳۱ **
درصد حجمی پرلیت	۲	۰/۰۲۱ **	۱/۱۹ **	۲۲۵/۱ **	۳/۲۹ ns	۵۰۹۶/۰ **	۳۲/۴۸ ns	۲۴/۵۴ **
نوع × درصد حجمی پرلیت	۴	۰/۰۰۴ ns	۰/۹۴ **	۱۲۵/۹ *	۸/۹۲ **	۳۸۹۹/۶ **	۶۴۵/۲۰ **	۱۰/۱۳ **
خطا	۱۶	۰/۰۰۲	۰/۱۲	۲۷/۸	۱/۶۰	۳۲۲/۱	۲۴/۲۳	۲/۱۲
کل	۲۶	۰/۰۰۶	۰/۴۱	۱۲۴/۳	۲/۷۶	۲۹۳۲/۵	۱۵۸/۹۸	۷/۲۰
ضریب تغییرات (CV)		۵/۳۴	۶/۷	۶/۳۵	۱۶/۷۴	۶/۹۶	۴/۸۳	۴/۸۶

در مقایسه درصد حجمی پرلیت، درصد حجمی ۲۰ درصد پرلیت با میانگین ۰۴/۳۵ گرم وزن تر بوته، در مقایسه با سایر سطوح پرلیت دارای برتری معنی داری در سطح پنج درصد آماری می باشد. درصد حجمی ۲۰ درصد پرلیت با میانگین ۳۳/۴ گرم وزن خشک بوته نسبت به سایر سطوح برتری نشان میدهد و این برتری از نظر آماری در سطح پنج درصد معنیدار است.

برای صفت درصد رطوبت، از نظر آماری اثر متقابل درصد حجمی پرلیت در نوع پرلیت معنیدار شده و استفاده پرلیت نرم با درصد حجمی ۶۰ درصد کمترین میانگین رطوبت به میزان ۴۷/۸۱ درصد، دارای اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد نسبت به سایر تیمارها است.

پرلیت با درصد حجمی ۲۰ درصد با میانگین ۳۷/۲۰ میلیمتر قطر ساقه، دارای بیشترین مقدار است و در سطح پنج درصد آماری، نسبت به درصد حجمی ۴۰ و ۶۰ درصد با به ترتیب میانگین های ۱۱/۱۹ و ۷۱/۱۷ میلیمتر برتری معنی داری داشته و ۱۵ درصد اختلاف بین بهترین و بدترین تیمار مشاهده می گردد. پرلیت با ۲۰ درصد حجمی با ۸۹/۲۰ عدد برگ نسبت به پرلیت با ۴۰ و ۶۰ درصد حجمی به ترتیب با ۴۴/۱۷ و ۲۲/۱۷ عدد برتری معنیداری داشت.

پرلیت ۲۰ درصد حجمی با میانگین ۵۶/۱۸۴ میلیمتر طول ساقه بیشتر از پرلیت ۴۰ و ۶۰ درصد با به ترتیب میانگین ۴۴/۱۵۹ و ۴۴/۱۴۱ میلیمتر بوده و در سطح پنج درصد آماری این برتری معنیداری است. در استفاده از پرلیت، بیشترین درصد نیتروژن با میانگین ۴۸/۲ درصد در تیمار پرلیت خیلی نرم با ۶۰ درصد حجمی و کمترین مقدار آن با میانگین ۶۲/۱ درصد در پرلیت نرم با ۴۰ درصد حجمی مشاهده می گردد.

اثر اصلی درصد حجمی پرلیت از نظر آماری معنیدار بوده و نشان می دهد ۶۰ درصد حجمی پرلیت با میانگین ۷۵/۰ درصد فسفر نسبت به سایر درصد حجمی پرلیت ها اختلاف معنیداری داشته و در جایگاه آخر قرار دارد. اثر متقابل درصد حجمی پرلیت و نوع پرلیت از نظر آماری معنیدار شده است، و پرلیت نرم با درصد حجمی ۲۰ درصد، دارای بیشترین مقدار عنصر پتاسیم به میزان ۴۴/۶ (درصد) است و کمترین مقدار مربوط به تیمار پرلیت خیلی نرم با میانگین ۴۴/۴ (درصد) بوده که ۴۵ درصد کمتر از تیمار برتر است.

اثر متقابل درصد حجمی پرلیت و نوع پرلیت از نظر آماری معنیدار شده است، و پرلیت خیلی نرم با درصد حجمی ۲۰ درصد، دارای بیشترین مقدار عنصر آهن به میزان ۲۰/۱۰۲ (میلی گرم بر کیلوگرم) است. بر اساس نتایج حاصل از پروژه، پیشنهاد میگردد که کاربرد صحیح پرلیت (از نظر اندازه و میزان پرلیت مصرفی) در گلخانه های استان بخصوص در زمینه تولید نشاء سالم و قوی مورد توجه و دقت قرار گیرد زیرا این امر میتواند قابلیت استقرار نشاء را در بستر کاشت به طور چشمگیری تحت تاثیر قرار داده و درصد زنده مانی و پایداری نشاء های تولیدی را افزایش داده و از سوی دیگر نیز استفاده از پرلیت موجب تقویت عناصر غذایی در گیاه می گردد که نهایتاً به سلامت نشاء های تولیدی و افزایش عملکرد و اقتصادی شدن تولید گلخانه ای آن ها کمك خواهد نمود. در موارد متعددی نیز مشاهده شده است که بعلت عدم تأمین بستر کشت مناسب، گیاه پس از استقرار دچار ضعف شده و مساعد برای ابتلا به بیماری گردیده است. همچنین نتایج پروژه نشان داد که نوع پرلیت نرم به میزان ۲۰ درصد حجمی پرلیت در بستر کشت در مجموع دارای خصوصیات بهتری نسبت به سایر تیماها بوده است.

منابع مورد استفاده

خوشخوی، مرتضی.۱۳۶۸. ازدیاد نباتات. جلد اول. انتشارات دانشگاه شیراز. ۴۳۰ صفحه.

Blessington M., Clement D., and Williams G. ۲۰۰۰. Soil Based and soilless substrate. Fact sheet ۸۷۱. Central Maryland research and education center. University of Maryland. ۳Pp.

Guler H.G., Oplympios C., and Gerasopoulos D. The effect of the substrate on the fruit quality of hydroponically grown melons. Acta Hort. ISHS. ۳۷۹: ۲۶۱- ۲۶۶.

Hurdzan M.J. ۱۹۸۷. Organic amendments to soils. Golf course management. ۵۵ (۱۲). ۳۰-۳۶.

Nus P. ۱۹۹۴. Soil amendments. Compaction - resistant zones that provide sufficient levels of oxygen, moisture and nutrients often require a helping hand. Golf course management. ۵۴-۵۸.

Robbins J. and. Evans M.R. Growing media for container production in a greenhouse or nursery. Part I (components and mixes). Arkansas university press.۴Pp. www.uaex.edu.

Wilkerson D., Barners L., Bastian D. and Hall Ch. ۲۰۱۰. The Texas Poinsettia producers guide. Selecting a growing media. ۵Pp.

Abstract

Due to high interest, producing seedlings in the greenhouse is set to expand in Bushehr province. Greenhouses and transplanting success and growth medium (Treasury) depending on their physical and chemical properties of substrate.. This project was conducted in RCBD with two treatments as follows: A) perlite percentage in four levels: ۱ - a mixture of peat moss and coco peat, perlite, plus ۲۰% v ۲ - ۴۰% by volume mixture of peat moss and coco peat plus perlite ۳ - mixture of peat moss and coco peat, perlite, plus ۶۰% v , ۴ - a mixture of peat moss and

coco peat alone and B) perlite types in two levels: fine and very fine perlite. After the plots were prepared, the tomato seeds were planted and irrigated in containers and taken care equally. Plant responses, including leaves number, stem and leaf dry weight, stem length, stem diameter, chlorophyll, micro and macro nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, copper, manganese, zinc and iron were measured after maturity of transplanted seedlings. Results showed that consumption of soft perlite volume percent to ۲۰ percent had better performance characteristics of the plant.

تأثیر لجن فاضلاب شهری بر قابلیت استفاده پتاسیم در تعدادی از خاک‌های آهکی

مینا شیروانیان [۱]، علیرضا حسین پور [۲]و شهرام کیانی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد،۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد،۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده
هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر لجن فاضلاب بر قابلیت استفاده پتاسیم توسط ۳ عصاره_گیر (استات آمونیم ۱ مولار، کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار وکلرید باریم ۱/۰ مولار) بود. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۶ فاکتور (صفر، ۵/۰، ۱، ۲، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی وزن خاک) لجن فاضلاب و در ۳ تکرار در ۵ خاک شهرکرد انجام شد. پس از ۵ ماه خوابانیدن، نتایج نشان داد پتاسیم قابل استفاده با کاربرد لجن فاضلاب افزایش یافت. در عصاره‌گیرهای استات آمونیم ۱ مولار، کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار و کلرید باریم ۱/۰ مولار با کاربرد ۱درصد لجن فاضلاب پتاسیم قابل استفاده به ترتیب ۹۳۴/۷، ۷۸۵/۸و ۲۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت.

واژه های کلیدی: لجن فاضلاب، قابلیت استفاده، پتاسیم

مقدمه
افزایش بازدهی محصولات کشاورزی در واحد سطح از اولویت‌های مهم جهت تهیه غذای مورد نیاز برای جمعیت در حال رشد کشور می‌باشد. یکی از راهکارهای این مسأله افزودن کودها در اشکال و ترکیبات مختلف به خاک می‌باشد که این امر جهت افزایش عملکرد محصولات و تقویت خاک از سال‌های دور در تمام دنیا رایج بوده است. در کشوری مانند ایران به علت مصرف فزاینده کودهای شیمیایی در ۵۰ سال اخیر اثرات منفی زیادی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک وارد گردیده و حتی در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال داشته‌است (بگل و همکاران، ۲۰۰۳). به طور کلی پتاسیم در خاک به چهار شکل متفاوت یافت می‌شود که براساس کاهش قابلیت استفاده شامل پتاسیم محلول، پتاسیم تبادلی، پتاسیم غیر تبادلی وپتاسیم ساختمانی است. این شکل‌های مختلف درتعادل با یکدیگر قرار دارند (جانسون و گلدینگ، ۱۹۹۰). اما قابلیت دسترسی متفاوتی برای گیاه دارند (بکت، ۱۹۶۴).
کلینگ و همکاران (۱۹۷۷) بیان داشتند که پتاسیم یکی از عناصر پر نیاز گیاهی است که البته غلظت آن در لجن فاضلاب، نسبت به Nو Pکمتر، و در حدود چند دهم درصد است. بنابراین پتاسیمی که از این طریق وارد خاک می‌شود، تأمین کننده نیاز گیاه نبوده و برای تأمین نیاز گیاه به این عنصر علاوه بر مصرف لجن باید از منابع شیمیایی نیز استفاده شود.
رضایی نژاد و افیونی(۱۳۷۹) اظهار داشتند که کودهای آلی (کود دامی و ....) باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک شدند و قابلیت جذب روی،مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش دادند.استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود آلی در خاک‌های کشاورزی علاوه بر حاصل‌خیزی خاک مشکل دفع این مواد را نیز تا حدودی رفع می‌کند. در سال‌های اخیر استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود در اراضی کشاورزی به دلیل ارزان بودن رواج یافته است. لجن فاضلاب حاوی مقادیر زیادی عناصر پرنیاز و کم‌نیاز است که پس از اضافه شدن به زمین می‌تواند در افزایش رشد و عملکرد گیاه نقش به سزایی داشته باشد(زائری و همکاران، ۱۳۸۰).
اخیراً کاربرد لجن فاضلاب در کشاورزی به عنوان منبعی جهت تأمین نیاز غذایی محصولات زراعی مورد توجه قرار گرفته است. لجن فاضلاب سرشار از عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر و مقادیر قابل توجهی از مواد آلی بوده و کاربرد منطقی آن در اراضی کشاورزی موجب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک می‌شود. البته از وجود مقادیر نسبتاً زیاد فلزات سنگین در لجن فاضلاب نمیتوان صرف نظر کرد و کاربرد نامناسب آن در اراضی ممکن است مشکل ساز شود (بولان و همکاران، ۲۰۰۳).
براساس تحقیقات واثقی و همکاران (۱۳۸۳) مقدار پتاسیم لجن فاضلاب ۲۳/۰ درصد و ماده آلی آن ۲۶درصد در ماده خشک ذکر شده است.این محققین بیان داشتند تاثیر لجن فاضلاب بر افزایش پتاسیم خاک‌ها در رشت و لنگرود معنی‌دار بود. در خاک‌های اصفهان، تیمار ۵۰ تن لجن در هکتار، افزایش معنی‌دار پتاسیم خاک‌ها نسبت به شاهد مشاهده نشد، ولی تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ تن لجن در هکتار، باعث افزایش معنی‌دار پتاسیم نسبت به شاهد شد. به طور کلی تاثیر لجن فاضلاب بر مقدار پتاسیم خاک‌ها نسبت به فسفر و نیتروژن کمتر بود، که می‌توان آن را به مقدار کم پتاسیم موجود در لجن ارتباط داد. دلیل اصلی این پدیده می‌تواند مربوط به حلالیت بالای املاح پتاسیم باشد. به این ترتیب که پس از جدا شدن لجن از فاضلاب، پتاسیم به طور غالب به صورت محلول در پساب باقی می‌ماند و بخش لجن از پتاسیم فقیر خواهد شد. پتاسیم اضافه شده به خاک از طریق لجن فاضلاب اغلب برای نیاز گیاه کافی نیست و برای رفع این نیاز علاوه بر مصرف لجن فاضلاب باید از منابع شیمیایی نیز استفاده شود. براساس نظر این محققین که لجن فاضلاب، باعث افزایش ماده آلی خاک‌ها شده که این افزایش با مقدار لجن اضافه شده رابطه مستقیم دارد.

با توجه به افزایش کاربرد لجن فاضلاب در خاک‌های کشاورزی و به دلیل آن که در مورد تأثیر لجن فاضلاب برقابلیت استفاده پتاسیم در خاک‌های استان پژوهشی انجام نشده، در این پژوهش اثر لجن فاضلاب بر قابلیت استفاده پتاسیم در تعدادی از خاک‌های استان چهارمحال و بختیاری مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

آماده و تهیه سازی خاک و لجن فاضلاب

برای انجام این تحقیق ابتدا تعداد ۲۰ نمونه خاك از خاك‌های زراعی دشت شهرکرد در استان چهار محال و بختیاری از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری جمع آوری گردید. پس از هوا خشك نمودن از الك ۲ میلیمتری عبور داده شد. پس از تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، تعداد ۵ نمونه خاک براساس بافت و درصد کربنات کلسیم معادل انتخاب شدند. بررسی‌های آزمایشگاهی در دو بخش تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و آزمایش‌های قابلیت استفاده پتاسیم صورت گرفت.در این پژوهش، بافت خاک‌های نمونه‌برداری شده به روش هیدرومتر (جی و بادر، ۱۹۸۶) تعیین شد. از میان ویژگی‌های شیمیایی خاک، با توجه به هدف پژوهش، pH(توماس،۱۹۹۶)، قابلیت هدایت الکتریکی (رودرز، ۱۹۹۶)، کربنات کلسیم معادل (لوپرت و اسپارکز، ۱۹۹۶)، گنجایش تبادل کاتیونی با روش استات سدیم در پ-هاش ۷ (سامنر و میلر، ۱۹۹۶) و ماده آلی با روش اکسیداسیون تر (نلسون و سامرز، ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شدند.پتاسیم محلول خاک با آب مقطر به نسبت ۱:۱۰ عصاره‌گیری شد (بنتون جونز، ۱۹۳۰). پتاسیم تبادلی ۵ نمونه خاک با استات آمونیم یک مولار عصاره‌گیری شد. پتاسیم قرائت شده در واقع مجموع پتاسیم محلول و تبادلی بوده که با کسر پتاسیم محلول از این مقدار پتاسیم تبادلی بدست آمد (بنتون جونز، ۱۹۳۰).عصاره‌گیری پتاسیم غیر تبادلی با روش اسید نیتریک ۱ مولار جوشان انجام شد (الکنانی و همکاران، ۱۹۸۴). از تفاضل پتاسیم محلول و تبادلی از پتاسیم استخراج شده با اسید نیتریک یک مولار، پتاسیم غیر تبادلی به دست آمد.

لجن فاضلاب شهری از تصفیه خانه فاضلاب شهرکرد تهیه و از الک یک میلیمتری عبور داده شد. ویژگی‌های لجن فاضلاب شامل قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره پنج به یک آب مقطر به لجن فاضلاب (رودز، ۱۹۹۶)، pH در سوسپانسیون پنج به یک آب مقطر به لجن فاضلاب (توماس، ۱۹۹۶) و مقدار ماده آلی لجن فاضلاب به روش اکسیداسیون تر (نلسون و سامرز، ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. پتاسیم محلول، تبادلی و غیر تبادلی لجن نیز مشابه اندازه گیری این ویژگی‌ها در خاک انجام گردید که در مطالب فوق ذکر شده است.

مطالعه تاثیر لجن فاضلاب بر قابلیت استفاده پتاسیم

این آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد.در این پژوهش، لجن فاضلاب به میزان صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱، ۲، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی لجن فاضلاب در سه تکرار به ۲۰۰ گرم از خاک‌ها اضافه شد و نمونه‌ها به مدت ۵ ماه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور نگه‌داری شدند. طی این مدت با وزن کردن روزانه نمونه‌ها رطوبت خاک در ۲۰ درصد وزنی ثابت نگه داشته شد. پس از پایان دوره ۵ ماهه، نمونه‌ها از انکوباتور خارج شد و نمونه‌ها هوا خشک شده و مقدار قابل استفاده پتاسیم اندازه‌گیری شد. قابلیت استفاده پتاسیم با ۳ عصاره گیر استات آمونیم یک مولار (بنتون جونز، ۱۹۳۰)، کلرید باریم ۱/۰ مولار(سیمارد و زیزکا، ۱۹۹۴) و کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار(بنتون جونز، ۱۹۳۰) انجام گردید.

. در نهایت اثر تیمارها بر قابلیت استفاده پتاسیم به روش تجزیه واریانس بررسی، و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن انجام شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزار Excel ۲۰۱۰و SAS ۸.۰انجام گردید.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لجن فاضلاب و نمونه خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد پتاسیم محلول در خاک ۳ بیشترین و کمترین در خاک ۲، پتاسیم تبادلی در خاک ۳ بیشترین و کمترین در خاک ۲ و پتاسیم غیر تبادلی در خاک ۱ بیشترین و در خاک ۲ کمترین مقدار را دارد.

لجن فاضلاب دارای مقادیر قابل توجهی از ماده آلی، عناصر پرنیاز و کم‌نیاز می‌باشد که می‌توانند اثرات مطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و در نهایت رشد و عملکرد گیاه داشته باشد (زائری و همکاران، ۱۳۸۰ و رضایی‌نژاد و افیونی، ۱۳۷۹).میانگین مقادیر پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش‌های مختلف شیمیایی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهند که کاربرد لجن فاضلاب باعث افزایش پتاسیم عصاره‌گیری شده با $BaCl_2$، استات آمونیم ۱ مولار، و $CaCl_2$شده است که علت آن وجود مقادیر نسبتا زیاد پتاسیم در لجن فاضلاب و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها می‌شود. دامنه تغییرات پتاسیم قابل استفاده با روش $BaCl_2$ در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب ۲۱/۴۵۶- ۰۲/۲۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. بیشترین پتاسیم قابل استفاده در تیمار ۲۰ درصد لجن فاضلاب در خاک شماره ۳ و کمترین آن در تیمار صفر درصد لجن فاضلاب در خاک شماره ۲ بود. دامنه تغییرات پتاسیم قابل استفاده با استات آمونیم ۱ مولار در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب ۳۲/۶۰۴- ۸۵/۱۹۶ میلی گرم در کیلوگرم بود. بیشترین پتاسیم قابل استفاده در تیمار ۲۰درصد لجن فاضلاب در خاک شماره ۳ و کمترین آن در تیمار صفر درصد لجن فاضلاب در خاک شماره ۲ بود. دامنه تغییرات پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش $CaCl_2$ در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب ۹۸/۲۷۶- ۵۹/۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. بیشترین پتاسیم قابل استفاده در تیمار ۲۰ درصد لجن فاضلاب خاک شماره ۱ و کمترین پتاسیم در تیمار صفر درصد لجن فاضلاب خاک شماره ۲ بود.

جدول ۱ - برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لجن فاضلاب و نمونه خاک‌های بررسیشده

شماره خاک		محل نمونه برداری	*پ-هاش	**قابلیت هدایت الکتریکی	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	گنجایش تبادل کاتیونی	رس	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیر تبادلی
				dSm^{-1}	%	%	$Cmol_{c}Kg^{-1}$	%	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$
۱		چالشتر	۳/۸	۴۲/۰	۸۶/۲	۳۵	۹۸/۲۰	۳۰	۲۱/۴۶	۵۶/۳۲۷	۹۲/۱۳۴۳
۲		نافچ	۵/۸	۳۰/۰	۳۴/۱	۵/۴۰	۵۹/۱۷	۳۴	۸۱/۱۵	۴۸/۱۷۱	۵/۸۶۴
۳		جعفرآباد	۴/۸	۳۴/۰	۶۹/۲	۵/۳۲	۵۵/۱۹	۱۸	۱۳/۵۶	۷۸/۳۵۸	۱۳/۱۱۳۱
۴		تشنیز	۶/۸	۵۸/۰	۹۳/۱	۳۷	۵۴/۲۴	۴۴	۱۲/۱۹	۶۳/۲۵۳	۹۷/۱۰۹۵
۵		دستناء	۲/۸	۹۹/۰	۵۲/۲	۵/۳۰	۱۵/۲۱	۲۲	۶۱/۳۹	۵۶/۲۵۸	۰۳/۱۰۵۸
	میانگین		۴/۸	۵۲/۰	۲۷/۲	۱/۳۵	۷۶/۲۰	۳۰	۳۸/۳۵	۲۷۴	۷۱/۱۰۹۸
	دامنه		۶/۸-۲/۸	۹۹/۰-۳/۰	۸۶/۲ -	۵/۴۰- ۵/۳۰	۵۴/۲۴- ۵۹/۱۷	۴۴- ۱۸	۱۳/۵۶- ۸۱/۱۵	۷۸/۳۵۸- ۴۸/۱۷۱	۹۲/۱۳۴۳- ۵/۸۶۴
	لجن فاضلاب		۵/۷	۲۵/۲	۲۰				۹۹/۷۳۳	۰۵/۱۴۴۷	۶۸/۲۳۲

*در سوسپانسیون ۱ به ۲ خاک به آب مقطر، **در عصاره ۱ به ۲ خاک به آب مقطر

جدول ۲ ارتباط لجن فاضلاب اضافه شده با پتاسیم قابل استفاده در عصاره‌گیری‌های شیمیایی مختلف را نشان می‌دهد.

این معادلات بیانگر شاخص قابلیت استفاده پتاسیم (Potassium Availability Index) می‌باشد و مقادیر بالای ضریب تشخیص (R^2)، نشان دهنده مناسب بودن این معادلات در توصیف مقدار پتاسیم فراهم خاک‌ها پس از کاربرد لجن فاضلاب می‌باشد. این شاخص نشان‌دهنده آن است که اگر یک درصد لجن فاضلاب به خاک افزوده شود، مقدار پتاسیم قابل استفاده با روش کلرید باریم ۱/۰ مولار به طور متوسط ۲۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش می‌یابد.

جدول ۲ - نتایج رگرسیون خطی بین میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش‌های شیمیایی و مقدار لجن فاضلاب اضافه شده در خاک های مختلف

عصاره گیر	معادلات	ضریب تشخیص (R^2)
کلرید باریم ۱/۰ مولار	Y=۲۷/۵X+۲/۲۸۱	۹۷/۰
استات آمونیم ۱ مولار	Y=۹۳۴/۷X+۵/۳۰۶	۹۶/۰
کلسیم کلرید ۰۱/۰ مولار	Y=۷۸۵/۸X+۰۸/۶۶	۹۹/۰

X=مقدار لجن فاضلاب اضافه شده (درصد)، Y= مقدار میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده با عصاره‌گیرهای مختلف (میلی‌گرم بر کیلوگرم)، شیب معادلات= شاخص قابلیت استفاده پتاسیم لجن فاضلاب

اگر یک درصد لجن فاضلاب به خاک افزوده شود، مقدار پتاسیم قابل استفاده با روش استات آمونیم ۱ مولار به طور متوسط ۹۳۴/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش می‌یابد.اگر یک درصد لجن فاضلاب به خاک افزوده شود، مقدار پتاسیم قابل استفاده با روش کلسیم کلرید ۰۱/۰ مولار به طور متوسط ۷۸۵/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش می‌یابد.

جدول ۳- مقایسه میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده (میلی گرم بر کیلوگرم خاک) با روش‌های شیمیایی مختلف

لجن فاضلاب (درصد)	خاک ۱	خاک ۲	خاک ۳	خاک ۴	خاک ۵	میانگین
			کلرید باریم ۱/. مولار			
۰	Ac۶۲/۳۱۵	Cc۰۲/۲۱۷	Ac۵۵/۳۴۳	BCd۳۱/۲۴۳	Bd۲۴/۲۴۸	E۵۵/۲۷۳
۵/۰	Ac۹/۳۱۸	Cc۶۱/۲۲۳	Ac۲/۳۴۵	BCd۸۸/۲۴۹	Bcd۰۴/۲۵۹	DE۳۳/۲۷۹
۱	Bc۰۵/۳۳۲	Cc۱۶/۲۳۰	Ac۲۹/۳۵۴	BCcd۷۴/۲۵۹	Bbc۸۲/۲۷۷	CD۸۱/۲۹۰
۲	Abc۸۵/۳۴۵	Cc۵۱/۲۴۳	Abc۶۱/۳۷۰	Bc۸۷/۲۷۴	Bbc۸۴/۲۸۵	C۱۴/۳۰۴
۱۰	Ab۰۴/۳۶۷	Bb۸۵/۲۷۷	Ab۷۴/۳۸۶	Bb۷۱/۳۰۶	Bb۹۹/۳۰۱	B۰۷/۳۲۸
۲۰	Aa۰۶/۴۳۹	Ca۳۱/۳۲۹	Aa۲۱/۴۵۶	BCa۴۷/۳۴۶	Ba۴۷/۳۷۰	A۳۱/۳۸۸
میانگین	B۰۹/۳۵۳	D۵۸/۲۵۳	A۱/۳۷۶	C۱۶/۲۸۰	C۵۷/۲۹۰	
			استات آمونیم (۱مولار)			
۰	Bc۲۵/۳۹۴	Ee۸۵/۱۹۶	Ac۶۳/۴۳۰	Cd۲۸/۲۷۱	Dc۸/۲۴۷	E۱۶/۳۰۸
۵/۰	Bc۷۳/۳۸۱	Ede۲۱۳	Ad۸/۴۱۵	Cd۳۹/۲۸۲	Dc۹/۲۵۲	DE۱۷/۳۰۹
۱	Bc۶۷/۳۹۶	Ed۹۸/۲۱۸	Acd۹۹/۴۲۱	Ccd۰۴/۲۹۱	Dc۸/۲۶۱	D۰۹/۳۱۸
۲	Bbc۸/۴۰۷	Ec۰۴/۲۴۲	Ac۹/۴۳۶	Cc۴۲/۳۰۴	Dc۷۷/۲۶۶	C۵۸/۳۳۱
۱۰	Bb۷۶/۴۲۷	Db۴۶/۲۲۶	Ab۸۵/۴۶۵	Cb۳۵/۳۳۵	Cb۹/۳۱۵	B۲۶/۳۶۲
۲۰	Ba۴۲/۴۶۳	Da۵۱/۴۰۳	Aa۳۲/۶۰۴	Ba۲۸/۴۶۸	Ca۷۳/۴۴۰	A۰۵/۴۷۶
میانگین	B۹۴/۴۱۱	E۸۱/۲۵۶	A۵/۴۶۲	C۴۶/۳۲۵	D۶۵/۲۹۷	
			کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار			
۰	Bd۹۲/۹۰	Dd۵۹/۲۶	Ad۷۲/۱۱۷	Cd۳۵/۴۵	BCe۵۴/۵۰	E۲۳/۶۶
۵/۰	Bd۶۱/۹۴	Ed۶۱/۲۹	Ad۷۳/۱۲۰	Dd۹۷/۴۵	Cde۱۶/۵۷	DE۶۲/۶۹
۱	Bd۸۹/۹۹	Ed۵۹/۳۰	Ad۷۴/۱۲۰	Dd۵۷/۴۶	Cd۸۱/۵۹	D۵۹/۷۱
۲	Bc۱۶/۱۰۹	Dc۱۱/۴۱	Ac۰۳/۱۴۲	Cc۰۲/۶۲	Cc۳۳/۶۹	C۷۳/۸۴
۱۰	Bb۸۹/۱۹۳	Db۱۲/۱۱۲	Ab۳۸/۲۲۰	Db۴۲/۱۱۶	Cb۴۹/۱۵۵	B۶۶/۱۵۹
۲۰	Aa۹۸/۲۷۶	Da۲۹/۱۸۴	Ba۶۳/۲۶۷	Ca۱۷/۲۰۲	Ba۰۸/۲۶۴	A۰۳/۲۳۹
میانگین	B۲۴/۱۴۴	E۷۸/۷۰	A۸۷/۱۶۴	D۴۲/۸۶	C۴/۱۰۹	

مقایسه میانگین در ردیف با حروف بزرگ و در ستون با حروف کوچک نمایش داده شده است.
در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف بزرگ مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵% ندارند.
در هر ستون میانگین‌های دارای حروف کوچک مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵% ندارند

با توجه با بالا بودن میزان پتاسیم محلول و تبادلی لجن اضافه شده به نمونه‌ها جدول ۳ نشان می‌دهد که پتاسیم قابل استفاده با کاربرد لجن فاضلاب افزایش یافت که بانتایج واثقی و همکاران (۱۳۸۳) مطابقت دارد.در هر ۳ عصاره‌گیر تیمار ۱۰ و ۲۰ درصد لجن فاضلاب باعث افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد شد البته در برخی خاک‌ها این معنی‌دار بودن در تیمار ۲ درصد نیز مشاهده شد. که این می‌تواند به علت بیشتر بودن پتاسیم اضافه شده به خاک باشد.

منابع

رضایی نژاد، ی. و افیونی، م. ۱۳۷۹ . اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر به وسیله ذرت و عملکرد آن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴، صفحات ۱۴ تا ۲۸.

زائری، ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرات تجمعی و باقیمانده لجن فاضلاب بر حرکت املاح، رطوبت خاک وبرخی خواص فیزیکی خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

واثقی، س. افیونی، م. ش ریعتمداری، ح. و مبلی، م.۱۳۸۳. اثر لجن فاضلاب بر غلظت تعدادی از عناصر غذایی و ویژگی‌های شیمیایی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۳، صفحات ۹۵ تا ۱۰۵ .

Al-Kanani T., mackenzi A. F., and Rross G.J. ۱۹۸۴. Potassium status of some Quebec soils: K release by nitric acid and sodium tetraphenyl boron as related to particle size and mineralogy. Canadian Journal Soil Science, ۶۴: ۹۹-۱۰۶.

Beckett P. H. T. ۱۹۶۴. The immediate Q/I یط ۱ relation of labile potassium in the soil. Journal of Soil Science, ۱۵:۹-۲۳.

Benton Jones J.Jr. ۱۹۳۰. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. Boca Raton London, New York Washingto,D.C. CRC Press.

Bhogal. A. F., Nicholson B. J., Chambers. And shepherd M.A. ۲۰۰۳. Effect of past sewage sludge addition on heavy metal availability in light textured soils: implications for crop yields and metal uptake. Environ. Pollution, ۱۲۱: ۴۱۳-۴۲۳.

Bolan N.S. and Duraisamy V.P. ۲۰۰۳.Role of inorganic and organic soil amendments on immobilization and phyto availability of heavy metals.a review involving specific case studies. Australian Journal of Soil Research, ۴۱:۵۳۳-۵۵.

Gee G.H. and Bauder J.W. ۱۹۸۶. Particle size analysis. In: A. Klute (ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۲, physical properties, SSSA, Madison, WI.

Jonhston A. E. and Goulding K.W.T. ۱۹۹۰.The use of plant and soil analyses to predict the potassium supplying capacity of soil. In: Proceeding of the Development of K-Fertilizer Recommendations International Potash Institute, Basel, Switzerland, ۱۷۷-۲۰۴.

Kelling K. A., Peterson A. E., Walsh L. M., Rayan J. A. and Keeney D. R.۱۹۷۷. A Field study of the agricultural use of sewage sludge: I, Effect on crop yield and uptake of N and P. Journal of Environmental Quality, ۶:۳۳۹-۳۴۳.

Loeppert R.H. and Sparks D.L. ۱۹۹۶. Carbonate and gypsum. In: D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. Part ۳, chemical methods. SSSA, Madison, WI.

Nelson D.W. and Summers L.E. ۱۹۹۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: D. L. Sparks (ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۳, chemical methods. SSSA, Madison, WI

Rhoades J.D. ۱۹۹۶. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: D. L. Sparks, (ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۳, chemical methods. SSSA, Medison, WI.

Simard R. R. and Zizka J. ۱۹۹۴.Evaluating plant available potassium with strontium chloride.Community soil science plant analysis, ۲۵: ۱۷۷۹- ۱۷۸۹.

Sumner M.E. and Miller W.P. ۱۹۹۶.Cation exchange capacity and exchange coefficient. In: D.L. Sparks (ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳, chemical methods.SSSA, Madison, WI.

Thomas G.W.۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. In: D. L. Sparks (ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳, chemical methods. SSSA, Madison, WI.

Abstract

The objective of this research was to study the effect of sewage sludge on the capability of the availability of Potassium by three extractors (Acetate Ammonium ۱ molar, Calcium Chloride ۰.۰۱ molar and Barium chloride ۰.۱ molar). This research was a thoroughly randomized one with six factors (zero,۰.۵, ۱, ۲, ۱۰ and ۲۰ percent weight of soil weight) of sewage sludge which was repeated three times in ۵ amounts of soil in Shahrekord. After ۵ months of incubating the samples, results showed that the availability of potassium increased by the application of sewage sludge. In the extractors Acetate Ammonium ۱ molar, Calcium Chloride ۰.۰۱ and Barium Chloride ۰.۱ molar, with the application of ۱ percent of sewage sludge, available potassium increased by ۷.۹۳۴, ۸.۷۸۵ and ۵.۲۷ $mg.kg^{-1}$ respectively.

ارزیابی چند عصاره‌گیر شیمیایی به منظور تعیین پتاسیم قابل استفاده‌ی پسته در خاک‌های آهکی رفسنجان

سمانه زاده پاریزی [۱]، احمد تاج آبادی پور [۲] و عیسی اسفندیارپور بروجنی [۲]
دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشگاه ولیعصر رفسنجان، ۲- دانشیار بخش علوم خاک دانشگاه ولیعصر رفسنجان

چکیده
پستهبهعنوانمحصولیاستراتژیکجایگاه خاصیبینتولیدات کشاورزی دارد. پتاسیم نه تنها از نظر مقدار بلکه از نظر فیزیولوژیک نیز نقش مهمی در عملکرد پسته دارد. این تحقیق به منظور ارزیابی ۱۰ عصاره‌گیر جهت استخراج پتاسیم قابل استفاده پسته در ۲۸ نمونهاز خاک‌های آهکی رفسنجان در قالب طرح کاملا تصادفی، در سه تکرار انجام شد. پتاسیم قابل عصاره‌گیری با عصاره‌گیرهای استاتآمونیوم مولار، کلریدکلسیم ۰۱/۰ مولار، کلریدسدیم ۲ مولار، اسیدنیتریک ۱/۰ مولار، اسیدنیتریک مولار جوشان، آب مقطر، استات سدیم مولار، مهلیچ ۱، مهلیچ ۳ و - DTPAبی‌کربنات آمونیوم استخراج شد. نتایج نشان داد که عصاره‌گیر اسیدنیتریک مولارجوشان بیشترین و آب مقطر کمترین مقدار پتاسیم را عصاره‌گیرینمودند.نتایجضرایبهمبستگیحاکی از آن بود که پتاسیم استخراج‌شده به‌وسیله عصاره‌گیرهای کلریدسدیم ۲ مولار و سدیم استات مولار رابطه معنی‌داری با جذب و غلظت پتاسیم پسته دارند،بنابراین می‌توان گفت این دو عصاره‌گیر جهت ارزیابی قابلیت استفادهپتاسیم برای پسته مناسب‌تر باشند.

واژه های کلیدی: پتاسیم، پسته، خاک‌های آهکی، عصاره‌گیر شیمیایی

مقدمه
تغذیه مناسب گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کمی و کیفی محصول به شمار می‌رود. پتاسیم یکی از عناصر پرمصرف و ضروری برای رشد گیاهان می‌باشد. حد بهینه این عنصر برای پسته در خاک ۳۰۰-۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و در بخش‌های سبزینه‌ای ۲-۱ درصد می‌باشد(علی‌پور و حسینی‌فرد، ۱۳۸۵).
چهارشکلمختلفپتاسیم بهترتیبقابلیتاستفادهآن‌هابرایگیاهبهصورتمحلول،تبادلی،تثبیت شده وساختمانیمیباشد(Sparks, ۲۰۰۰).تعادل موجود بین شکل‌های مختلف پتاسیم در خاک باعث تداوم تأمین پتاسیم می‌شود(Wang *etal*., ۲۰۰۴).برای تعیین پتاسیم قابل استفاده گیاه عصاره‌گیرهای مختلفی استفاده می‌شود. از آنجایی که ترکیب کانی‌های هر خاک، نوع گیاه و شرایط اقلیمی در میزان پتاسیم قابل استفاده گیاه تأثیرگذار می‌باشند، بررسی و تعیین عصاره‌گیر مناسب در هر منطقه و با توجه به نوع گیاه لازم به نظر می‌رسد.(Haby*et al*.,۱۹۹۰)رایج‌ترین عصاره‌گیر برای تعیین پتاسیم قابل استفاده در خاک‌ها، محلول استات آمونیوم مولار خنثی می‌باشد.
به علت نقش مهم پسته در صادرات و جایگاه آن به عنوان یکی از منابع تأمین ارز، برداشتن قدم‌های مؤثر جهت افزایش بازده تولید و کیفیت این محصول ضروری به نظر میرسد (دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ۱۳۹۰). پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغی و اقتصادی شهرستان رفسنجان می‌باشدتوصیه کودی برای این گیاه بر اساس روش استات آمونیوم استوار است. از آنجایی که اطلاعات اندکی در ارتباط با مقایسه عصاره‌گیرهای مختلف به منظور عصاره‌گیری پتاسیم قابل استفاده پسته از خاک‌های منطقه وجود دارد، این تحقیق با هدف تعیین عصاره‌گیر مناسب برای ارزیابی پتاسیم قابل استفاده پسته در برخی از خاک‌های شهرستان رفسنجان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج)رفسنجان انجام شد. از مناطق مختلف پسته‌کاری شهرستان رفسنجان ۱۰۰ نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری نمونه‌برداری شد. در نمونه‌های جمع‌آوری شده خصوصیاتی نظیر بافت، آهك و پتاسیم قابل استفاده خاک اندازه‌گیری گردید و در نهایت ۲۸ نمونه خاك که دارای دامنه‌ی وسیعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بود برای آزمایش گلخانه‌ای انتخاب شد. تعداد ۸ بذر (رقم بادامی ریز زرند) در هر گلدان در عمق ۳ سانتی‌متری کشت و گلدان‌ها با آب مقطر آبیاری و رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی رسانده شد. شش هفته پس از کشت، تعداد نهال‌ها در هر گلدان به پنج بوته کاهش یافت. در پایان دوره‌ی رشد نهال‌ها از محل طوقه قطع شدند و با آب معمولی و آب مقطر شسته و تا ثابت شدن وزن در دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرارداده شدند. سپس نمونه‌های گیاهی آسیاب شده و میزان پتاسیم آن‌ها به کمک اسیدکلریدریک ۲ نرمال عصاره‌گیری شد و غلظت پتاسیم نمونه‌ها به‌وسیلهی دستگاه فلیم فتومتر اندازهگیری شد. به منظور استخراج پتاسیم خاک، پس از برداشت گیاهان، خاک گلدان‌ها از ریشه‌های گیاه جدا و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری با روش‌های ذکر شده در جدول ۱ عصاره‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SPSSانجام گردید.

جدول ۱- مشخصات روش‌های عصاره‌گیری استفاده‌شده در آزمایش

نام عصاره‌گیر	نسبت خاک به عصاره‌گیر	زمان به تعادل رسیدن
کلریدسدیم ۲ مولار	۱:۲۰	۳۰ دقیقه
اسیدنیتریک ۱/۰ مولار	۱:۲۰	۳۰ دقیقه
استات آمونیوم مولار	۱:۱۰	۱۵ دقیقه
آب مقطر	۱:۵	۳۰ دقیقه
اسیدنیتریک جوشان	۱:۱۰	۲۵ دقیقه
کلریدکلسیم ۰۱/۰ مولار	۱:۱۰	۶۰ دقیقه
استات سدیم مولار	۱:۲۰	۲۰ دقیقه
$DTPA-NH_4HCO_3$	۱:۲	۱۵ دقیقه
مهلیچ ۱*	۱:۴	۵ دقیقه
مهلیچ ۳**	۳:۲۵	۵ دقیقه

اسید کلریدریک ۰۵/۰ مولار ، اسید سولفوریک ۰۱۲۵/۰ مولار *

مولار ۰۰۱/۰ EDTA ،آمونیوم فلوراید ۰۵/۰ مولار ، اسید استیک ۲/۰ مولار، نیترات آمونیوم ۲۵/۰ مولار،اسید نیتریک ۰۱۳/۰ مولار **

نتایج و بحث

میانگین مقادیر پتاسیم عصاره‌گیری شده از خاک‌ها توسط عصاره‌گیرهای مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود عصاره‌گیرهای به کار برده شده مقادیر متفاوتی از پتاسیم را از خاک خارج کرده‌اند.

میانگین مقادیر پتاسیم استخراج‌شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف

نام عصاره‌گیر	میانگین (میلی‌گرم در کیلوگرم)
کلرید سدیم ۲ مولار	۲۸۱
اسیدنیتریک ۱/۰ مولار	۲۲۳
استات آمونیوم مولار خنثی	۲۴۹
آب مقطر	۱۴
اسیدنیتریک مولار جوشان	۸۰۲
کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار	۸۲
استات سدیم مولار خنثی	۲۶۶
$DTPA-NH_4HcO_3$	۱۹۳
مهلیچ ۱	۹۶
مهلیچ ۳	۲۵۰

اسیدنیتریک مولار جوشان بیشترین و آب مقطر کمترین مقدار پتاسیم را عصاره‌گیری نمودند و این موضوع با نتایج حسین‌پور و همکاران(۲۰۱۲) مطابقت دارد که بیان کردند استخراج زیاد پتاسیم با روش اسیدنیتریک مولار جوشان به علت تخریب ساختمان کانی‌های اولیه و ثانویه و استخراج مقادیر زیادی از پتاسیم غیرتبادلی و تثبیت‌شده موجود در بین لایه‌های رسی می‌باشد. در واقع اسید نیتریک مولار جوشان به علت خاصیت اسیدی بالا، قادر به تخریب کردن کانی‌هاست. در حضور اسیدنیتریک مولار جوشان پ‌هاش سیستم به شدت کاهش می‌یابد که باعث حل شدن کانی‌ها می‌شود. قدرت پایین عصاره گیری به وسیله آب مقطر به این دلیل است که این روش تنها پتاسیم محلول در آب را اندازه‌گیری می‌کند.

همبستگی پتاسیم قابل استخراج با عصاره‌گیرها و پاسخ‌های گیاهی و انتخاب عصاره‌گیر مناسب

نتایج حاصل از ضرایب همبستگی بین مقدار پتاسیم استخراج‌شده از خاک توسط عصاره‌گیرهای مختلف و پاسخ گیاه (جدول ۳)، نشان می‌دهد که پتاسیم استخراج‌شده توسط تمامی روش‌های عصاره‌گیری با غلظت پتاسیم در اندام‌هوایی دارای رابطه معنی‌دار می‌باشند. هم‌چنین کلرید سدیم ۲ مولار و سپس استات‌سدیم مولار خنثی دارای بیشترین ضریب همبستگی با غلظت پتاسیم در اندام‌هوایی هستند. این نتایج با یافته‌های حاصل از پژوهش حسین‌پور (۱۳۸۳) سازگاری دارد، نتایج ایشان در ارزیابی چند عصاره‌گیر به منظور تعیین پتاسیم قابل‌استفاده سیر در برخی خاک‌های همدان نشان داد که عصاره‌گیرهای استات سدیم مولار، استات آمونیوم، آب مقطر و اسیدکلریدریک ۰۵/۰ و ۱/۰ مولار با غلظت پتاسیم در گیاه سیر همبستگی معنی‌داری دارند.

کمترین همبستگی مربوط به آبمقطر به دلیل قدرت پایین عصاره‌گیری و همچنین استات آمونیوم می‌باشد. یون آمونیوم به علت داشتن شعاع هیدراته تقریبا برابر با پتاسیم، قادر به خارج نمودن پتاسیم موجود در مکان‌های ویژه است و از آنجایی که گیاه قادر به استفاده از این نوع پتاسیم نمی‌باشد میزان همبستگی پایین می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که ماده خشک اندام هوایی با پتاسیم قابل استخراج توسط عصاره‌گیرهای مورد مطالعه دارای رابطه معنی‌دار نمی‌باشند. همچنین مشاهده شد که استات سدیم مولار و کلرید سدیم ۲ مولار با غلظت و جذب پتاسیم توسط گیاه دارای بیشترین همبستگی هستند. جلالی (۲۰۰۶) در مطالعات خود در خاک‌های همدان همبستگی معنی‌داری بین پتاسیم استخراج‌شده توسط عصاره‌گیر اسیدنیتریک مولار جوشان با عملکرد گندم به‌دست نیاورد. وی همبستگی معنی‌داری بین پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط استات سدیم یک مولار، کلریدسدیم ۲ مولار و اسیدنیتریک ۱/۰ مولار با جذب و عملکرد گندم به دست آورد. Richard and Bates (۱۹۸۹) در خاک‌های اونتاریوی جنوبی در کانادا کلریدسدیم ۲ مولار را به عنوان عصاره‌گیر مناسب معرفی کردند.

شریفی و کلباسی (۱۳۸۰) در پژوهش خود دو عصاره‌گیر کلریدسدیم ۲ مولار و استات سدیم مولار را به دلیل همبستگی با دو شاخص گیاهی جذب پتاسیم و غلظت پتاسیم در اندام‌هوایی گیاه و سادگی و اقتصادی بودن به عنوان عصاره‌گیر مناسب برای استخراج پتاسیم قابل استفاده ذرت در خاک‌های مناطق مرکزی اصفهان معرفی کردند.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین مقدار پتاسیم خارج‌شده از خاک توسط عصاره‌گیرهای مختلف و پاسخ‌های گیاهی

نام عصاره‌گیر	غلظت پتاسیم اندام هوایی	جذب پتاسیم اندام هوایی	ماده خشک اندام هوایی
کلرید سدیم ۲ مولار	۴۹۱/۰**	۳۶۰/۰ ns	۱۵۳/۰ ns
اسیدنیتریک ۱/۰ مولار	۴۵۳/۰*	۳۰۹/۰ ns	۱۱۷/۰ ns
استات آمونیوم مولار	۴۰۱/۰*	۲۴۰/۰ ns	۰۵۹/۰ ns
آب مقطر	۳۷۹/۰*	۱۴۹/۰ ns	-۰۳۳/۰ ns
اسیدنیتریک جوشان	۴۵۷/۰*	۴۳۵/۰*	۲۷۱/۰ ns
کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار	۴۱۱/۰*	۳۰۹/۰ ns	۱۳۷/۰ ns
استات سدیم مولار	۴۹۸/۰**	۳۸۶/۰*	۱۸۰/۰ ns
DTPA-NH_4HCO_3	۴۷۲/۰*	۲۹۲/۰ ns	۰۸۲/۰ ns
مهلیچ ۱	۴۶۱/۰*	۲۸۷/۰ ns	۰۸۲/۰ ns
مهلیچ ۳	۴۶۸/۰*	۳۶۲/۰ ns	۱۷۲/۰ ns

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱ درصد

چون دوره رشد گیاه در این پژوهش کوتاه بود (۷ ماه)، گیاه ترجیحا از شکل‌های پتاسیمی که با انرژی کمتری به مکان‌های جذب متصل بوده‌اند استفاده کرده است و شاید به همین دلیل کلریدسدیم ۲ مولار و استات سدیم مولار خنثی رابطه بهتری با جذب و غلظت پتاسیم در اندام‌هوایی نشان داده‌اند. البته باید توجه داشت ممکن است در برخی از آزمایشات به طورکلی هیچ عصاره‌گیری مناسب تشخیص داده نشود و دلیل اینکه یک عصاره‌گیر برای خاکی مناسب و در خاک دیگری نامناسب می‌باشد احتمالا به علت تفاوت در نوع و مقدار شکل‌های پتاسیم قابل جذب در خاک‌های مختلف است که می‌تواند توسط گیاه جذب شود.

نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه نشان داد که روش کلریدسدیم ۲ مولار و استات سدیم مولار خنثی به دلیل همبستگی معنی دار با جذب و غلظت پتاسیم گیاه و همچنین سادگی و اقتصادی بودن، در تحقیق حاضر به عنوان بهترین عصاره‌گیر معرفی می‌شوند.

منابع

حسین‌پور، ع. ۱۳۸۳. ارزیابی چند عصاره گیر به منظور تعیین پتاسیم قابل دسترس سیردر برخی از خاک‌های همدان. مجله علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، جلد هشتم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۴۵ تا ۵۷.

دفترآماروفن‌آوریاطلاعات. ۱۳۹۰. آمارنامهکشاورزی.معاونتبرنامه‌ریزیواقتصادیوزارتجهاد کشاورزی،تهران،ایران.

شریفی، م. و کلباسی، م. ۱۳۸۰. انتخاب عصاره‌گیر مناسب برای استخراج پتاسیم قابل جذب ذرت در خاک‌های منطقه مرکزی استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)،جلد پنجم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۷۷ تا ۹۲.

علی‌پور، ح. وحسینی‌فرد، ج.۱۳۸۵. تشخیص و رفع کمبود عناصر غذایی در پسته. موسسه تحقیقات پسته کشور.

Haby V.A., Russelle M.P. and Skogley E.O. ۱۹۹۰. Testing soil for potassium, calcium and magnesium. Pp ۱۸۱-۲۲۷.In: R.L. Westerman (ed.), Soil Testing and Plant Analysis.۳rd ed. Soil Science Society America, Madison, WI.

Hosseinpur A.R., Motaghian H.R. and Salehi M.H. ۲۰۱۲. Potassium release kinetics and its correlation with Pinto bean (*Phaseolous vulgaris*) plant indices. Plant and Soil Environment, ۵۸: ۳۲۸-۳۳۳.

Jalali M. ۲۰۰۶. Kinetics of nonexchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of Western Iran. Geoderma, ۱۳۵: ۶۳-۷۱.

Richard J.E. and Bates T.E. ۱۹۸۹. Studies on the potassium Supplying capacities of Southern Ontarion soils. Measurment of available K. Canadian Journal soil Science, ۶۹:۵۹۷-۶۱۰.

Sparks D.L.۲۰۰۰. Bioavailibility of potassium, In M.E. Sumner (ed.), Handbook of Soil Science.CRC Press, Boca Raton, FL.

Wang J.J., Harrell D.L and Bell P.F. ۲۰۰۴. Potassium buffering characteristics of three soils lowin exchangeable potassium. Soil Science Societyiety of American Journal, ۶۸:۶۵۴-۶۶۱.

Abstract

Pistachio as astrategicproduct has special importanceinagricultural productions. Potassium has important roles both in quantity and physiology of pistachio yield. This study was done to evaluate ۱۰ extractants for estimating available potassium for pistachio in ۲۸ calcareous soils of Rafsanjan in a completely randomized design with three replications. Potassium was extracted by ۱ M NH_4OAc, ۰.۰۱ M $CaCl_2$,۲ M NaCl, ۰.۱ M HNO_3, boiling ۱ M HNO_3, water, ۱M NaOAC, $Mehlich_1$, $Mehlich_3$ and DTPA-NH_4HCO_3. The results showed thatboiling ۱ M HNO_3 extracted the highestandwaterthe lowest amount ofpotassium. Study of correlation coefficient resultsindicatedthat theextracted potassium by۲ Msodium chlorideand sodiumacetate significantly related topotassium concentration and uptake by pistachio. Therefore, these twoextractants are more appropriate to estimating the availability of potassium for pistachio.

تاثیر کودهای آلی بر صفات ارقام مختلف آفتابگردان

ابوالفضل خادمی [۱]، بهاره کیانی [۱]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده
با افزایش نیاز جامعه به تأمین کالری از طریق مصرف روغن‌های نباتی،کشت دانه روغنی آفتابگردان مرغوبیسیار حائز اهمیت است.این تحقیق به صورت آزمایش بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه کشاورزی کرمان به منظور مطالعهارقام مختلف آفتابگردان در انواع و مقادیر مختلف کودهای آلی انجام شد. کرت‌های اصلی عبارت بودند از ۴ تیمار کودی شامل سطوح ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری، ورمیکمپوست و لجن فاضلاب غنیشده و شاهد و کرت‌های فرعی نیز شامل ۲ رقم آفتابگردان (معمولی و علوفه ای) بود. نتایج نشان داد که لجن فاضلاب ۲۰ تن در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید کرده است. بین ارقام مختلف آفتابگردان تفاوت معنیداری از لحاظ صفات کمی و کیفی مشاهده شد، به طوری که بیش‌ترین عملکرد دانه، میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ از رقم علوفه ای به دست آمد.

واژه های کلیدی: آفتابگردان، عملکرد، کمپوست، ورمیکمپوست، لجن

مقدمه
با توجه به روند رو به رشد جمعیت و نیاز جامعه به تأمین کالری مورد نیاز از طریق مصرف روغن‌های نباتی کشت دانه روغنی آفتابگردان به واسطه روغن مطلوب، پروتئین زیاد و مرغوبحائز اهمیت ویژه است (فروزان،۱۳۸۴). امروزه مصرف کودهای آلی به علل مختلفی از رواج چندانی برخوردار نمیباشد در حالی بر طبق گزارش‌های موجود کاربرد آن علاوه بر حفظ چرخه غذایی، کاهش آلودگی و اصلاح خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاك را به همراه دارد و همچنین مقاومت محصول نسبت به بیماری و آفت را افزایش میدهد (سن سی، ۲۰۰۵؛ ریس و همکاران، ۲۰۰۱؛ مگدف و ویل، ۲۰۰۴).
تحقیقات بسیاری برای مطالعه تأثیر مواد آلی بر خواص گوناگون خاك توسط محققان کشورهای متعدد صورت گرفته است (ملکوتی، ۱۳۷۵؛ برگتن، ۱۹۷۷؛ گیر و همکاران، ۱۹۹۰). همگام با پیشرفت تکنولوژی، نرخ روبه رشد جمعیت شهری، گسترش ناهمگون شهرسازی به ویژه بهبود روند زندگی مواد مصرف‌شدنی و موج مصرف زدگی به گونه فزاینده‌ای رو به گسترش گذاشته که این خود موجب تولید روز افزون زباله‌های صنعتی و شهری (خانگی) گشته است. پیشرفت‌های صنعتی در بسیاری از موارد به رویارویی ناخواسته با محیط زیست انجامیده و روشن است که بدون نگرش به کنترل و مبارزه هر یك از مواد زاید تولیدی، زیان‌های جبران‌ناپذیری به خود و نسل آینده میشود. اهمیت مبارزه و دفع بهداشتی زباله‌ها هنگامی بر همگان روشن خواهد شد که خطرات و پیامدهای زیانبار و جدی زباله‌ها به خوبی شناخته گردند. از روش‌های بسیار موثر در مبارزه و خنثی نمودن اثرات نامطلوب زباله‌ها، تبدیل آنها به کمپوست و بهره‌گیری بهینه از آنها به عنوان کود گیاهی (آلی) در کشاورزی است (سیاح لاهیجی،۱۳۷۲). بر طبق گزارش‌های موجود از کودهای کمپوست در دنیا به طور موفقیت‌آمیزی روی تعداد زیادی از محصولات کشاورزی استفاده شده که با عرضه این کود علاوه برجنبه‌های غذایی، ارتقاء شرایط فیزیکی و میکروبی خاك نیز تأمین میگردد (رابین و همکاران،۲۰۰۱؛ اقبال، ۲۰۰۲). بر طبق گزارش‌های اولین عنصر مطرح در کاربرد لجن فاضلاب عنصر نیتروژن میباشد که بین ۰ تا ۵۶% گزارش شده است، اما لجن میتواند مقادیر زیادی از عناصر ماکرو و میکرو مورد نیاز گیاه را نیز تأمین کند (شوبر و همکاران، ۲۰۰۳؛ سیمز، ۱۹۹۰؛ زبارس و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین به گزارش سیکورا و همکاران (۱۹۸۳) فسفر قابل دسترس لجن فاضلاب حتی گاهی بیش از نیتروژن میباشد. سیکورا و انری (۱۹۹۹) گزارش دادند که کمپوست زباله میتواند جایگزین ۳/۱ نیاز کودی علف چمنی بدون کاهش عملکرد باشد. گزارش‌ها نشان میدهد با مصرف کودهای آلی فراهمی فسفر و بیش‌تر عناصر کم‌مصرف به واسطه مکانیسم‌های مختلف افزایش مییابد و اکنش گیاه به این نوع کود به عواملی از قبیل نوع کود، کیفیت آن، زمان و میزان مصرف، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاك در طی فصل رشد گیاه بستگی دارد (مگدوناك و همکاران، ۱۹۹۵).

مواد و روش‌ها
این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ به صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی با دو عامل در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی ۴ تیمار کودی شامل کمپوست، ورمیکمپوست و لجن فاضلاب ۱۰، ۲۰ تن در هکتار و دو نوع آفتابگردان (شامل رقم معمولی و علوفه ای) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. پس از انتخاب و آماده کردن زمین از محل اجرای آزمایش ۳ نمونه مرکب خاك از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری گرفته شد. آزمایش با اعمال تیمار کودهای آلی (کمپوست زباله شهری، ورمیکمپوست و لجن فاضلاب) در کرت‌های مربوطه در اوایل اردیبهشت‌ماه با توجه به خصوصیات خاک منطقه که در جدول ۱ نشان داده شده است، اعمال گردید و کشت ارقام آفتابگردان در اوایل خردادماه همان سال مطابق دستورالعمل‌های به زراعی، جمعاً در ۱۲ کرت به

ابعاد ۳×۴ مترمربع انجام شد. از برگ‌های انتهایی آفتابگردان در مرحله گل‌دهی نمونه‌گیری شد و نمونه‌ها بلا فاصله به آزمایشگاه منتقل و درصد ازت آن با استفاده از دستگاه Kjeltec ۲۳۰۰ Analyzer اندازه‌گیری شد. همچنینفسفر و پتاسیم برگ به ترتیب توسط دستگاه‌های اسپکتروفتومتر)& Lomb, Belgium(Bauh و فلیم فتومتر (Corning-eel, England) و قرائت ریزمغذیهای برگ توسط دستگاه جذب اتمی ((Spectra aa -Australia انجام شد. در پایان فصل رشد، به برداشت ۲ مترمربع با حذف دو خط کناری و ۵/۰ متر از ابتدا و انتهای هر خط اقدام نموده و عملکرد محصول آفتابگردان تعیین شد. برایتجزیه آماری داده‌های آزمایش از نرم‌افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد ارزیابی به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گردید.

جدول ۱- میانگین نتایج تجزیه سه نمونه خاك اولیه قبل از اجرای آزمایش

عمق (سانتی متر)	مواد آلی (درصد)	آهك	نیتروژن (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	بافت	فسفر	آهن	روی	مس	منگنز
							(میلی گرم بر کیلوگرم)				
۰-۳۰	۸/۱	۵/۱۹	۳۳/۰	۴/۱	۹/۷	رسی-سیلتی	۵/۱۲	۴/۴۸	۵/۰	۵/۴۴	۹/۱۰

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف کودی بر عملکرد دانه، عناصر ماکرو (N, P, K)و میکرو (Fe, Zn, Cu, Mn) تأثیر معنیداری داشت (جدول ۲).

جدول۲- تجزیه واریانس اثرات مقادیر کودی و رقم بر عملکرد و دیگر صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	نیتروژن (درصد)	فسفر	پتاسیم	منگنز	مس	روی	اهن
				میلی گرم بر کیلوگرم				درصد	
تکرار	۲	۸۲/۱۰۸۵۷	۲۶/۰	۲۵/۴۰۷۰۵	۴۱/۵۶۸۷۵۳۵	۳۳/۲۸	۸۹/۰	۳۹/۶۳	۷۷/۷۳
کود	۷	۳۲/۳۲۰۸۴۸۹**	۳۹/۰**	۶۳/۷۵۷۵۵۷**	** ۳۰/۵۰۱۴۹۸۲۵	۸۶/۴۸**	۵۸/۳۱**	۳۸/۳۹۴**	۲۹/۶۳۷۱**
خطایa	۱۴	۴۶/۱۳۲۵۳۵	۰۳/۰	۶۰/۱۲۸۸۶۳	۹۴/۲۴۶۳۵۰۸	۳۲/۷	۰۷/۲	۷۲/۳۹	۵۶/۱۷۴
رقم	۲	۳۵/۲۹۷۰۸۷۱**	۲۸/۰*	۷۸/۱۲۳۰۰۸۷**	** ۱۳/۲۱۱۲۹۱۴۰۶	** ۹۰/۱۰۷	۳۷/۷**	۰۰/۲۵۰**	۵۳/۱۲۷۵**
مقادیر کود در رقم	۱۴	ns۶۶/۲۹۱۸۲۹	ns۰۴/۰	ns۷۳/۴۵۷۱۵	ns۷۸/۹۱۸۶۳۸۹	۴۱/۲۳**	۱۳/۹**	nsۀ۷۳/۵۵	۸۷/۹۶۹**
خطای کل	۳۲	۳۷/۲۱۲۸۲۵	۰۶/۰	۲۳/۱۳۴۸۸۳	۰۳/۶۳۶۷۷۳۸	۱۴/۶	۶۲/۰	۷۰/۳۳	۹۴/۱۳۱
ضریب تغییرات (درصد)		۰۵/۱۶	۳۸/۶	۸۴/۱۳	۶۹/۱۰	۴۹/۸	۷۸/۵	۱۶/۱۰	۴۳/۵

و ** به ترتیب معنیدار در سطح احتمال پنج و یك درصد معنیدار *

مقایسات میانگین نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه آفتابگردان به میزان ۳/۳۸۸۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار لجن فاضلاب ۲۰ تن در هکتار مشاهده شد. همچنین عملکرد دانه در سطوح ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کمپوست و ورمیکمپوست مشابه عملکرد تیمار لجن فاضلاب بوده است. در این آزمایش کم‌ترین میزان عملکرد دانه در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

جدول۳- مقایسات میانگین صفات اندازه‌گیری شده در مقادیر مختلف کود و ارقام آفتابگردان

تیمار	عملکرد (کیلو گرم در هکتار)	نیتروژن (درصد)	فسفر	پتاسیم	منگنز	مس	روی	اهن
			میلی گرم بر کیلو گرم			درصد		
کود								
۱T	c۴/۲۷۳۷	b۹۱/۳	ab۱/۲۶۵۷	b۵/۲۵۴۷۰	bc۸/۲۸	ab۳/۱۴	b-d۵/۵۷	b۶/۲۰۶
۲T	c۴/۲۷۵۷	ab۰/۴	a۸/۲۵۵۸	a۷/۲۷۴۵۲	ab۹/۳۰	a۶/۱۵	ab۶/۶۲	a۶/۲۶۵
۳T	b۸/۳۱۸۷	ab۰/۴	ab۲/۲۸۰۵	c۱/۲۲۱۸۱	bc۵/۲۹	a۱/۱۵	bc۴/۵۹	b۲/۲۰

۹ b۲/۲۰ ۸	cd۰/۵۴	c۶/۱۲	b-d۱/۲۸	c۵/۲۱۷۹۹	ab۶/۲۵۹۳	ab۹۸/۳	
						bc۴/۳۰۶۶	۴T رقم
b۴/۲۰ ۶	b۲/۵۵	b۲/۱۳	a۹/۳۰	b۸/۲۰۲۶۷	b۶/۲۴۰۷	b۸/۳	b۰/۲۴۶۷ معمولی
a۷/۲۱ ۹	b۳/۵۵	b۵/۱۳	b۸/۲۶	a۴/۲۵۹۵۷	a۲/۲۶۹۹	a۰/۴	a۷/۳۰۵۷ علوفه ای

. در هر ستون، برای هر تیمار اعداد دارای حرف آماری مشترک اختلاف معنیداری در سطح ۵% براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند *

در همین زمینه داوری نژاد و همکاران (۱۳۸۱) گزارش دادندکه مصرف کمپوست زباله به میزان ۴۰ تن در هکتار بـه همـراه ۵۰% کود شیمیایی توصیه شده براساس آزمون خاک، باعث افزایش عملکرد ریشه چغندرقند حتی بیش‌تـر از تیمـار کـود شـیمیایی کامـل گردید. نتایج یك تحقیق با هدف بررسی کود دامی و کمپوست حاصل از زباله شهری و نسبت غنیسازی آن بـا کودهـای شـیمیایی بـر عملکرد گندم رقم فلات نشان داد که کمپوست به تنهایی نتوانست عامل افزایش عملکرد دانه شود امـا کمپوسـت غنیسـازی شـده بـا مقادیر کـود شـیمیایی عملکـرد دانـه را بـه طـور معنیـداری افزیـش داده اسـت (داوری نـژاد و همکـاران، ۱۳۸۲). در بیـن تیمارهـای کودی،تمام تیمارهای کود آلی ه به جزء کمپوست ۱۰ تن در هکتار بیش‌تریـن درصـد نیـتروژن بـرگ را نشـان دادنـد، همچنیـن تمـام تیمارهای کودی غنیشده موجب افزایش محتوای فسفر برگ بیش از تیمار شاهد شدند (جدول ۳). در همین زمینـه تحقیقـات انجـام شده نشان داد که تیمار فقط کمپوست زباله جامد شهری و ترکیب ۲/۱ کمپوسـت بـا ۵۰% کـود شـیمیایی مـورد نیـاز خـاك محتـوی فسفر بافت در هر دو گیاه سیب‌زمینی و ذرت شیرین را از لحاظ آماری مشابه تیمار فقط کود شـیمیایی (NPK) بـوده اسـت (مخـابلا و وارمن، ۲۰۰۵). بیش‌ترین غلظت پتاسیم و آهن در کمپوست ۲۰ تن، درصد منگنز و روی در کمپوست و لجن فاضلاب ۲۰ تن و مـس در سطوح تیمارهای ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کمپوست و لجن فاضـلاب مشـاهده شـد (جـدول ۳). ایـن در حـالی اسـت کـه بوچانـان و گلایس من (۱۹۹۰) گزارش دادند که کود آلی باعث کاهش پتاسیم خاك در مقایسه با کودهـای معـدنی میگـردد. بـا تـوجه بـه نتایـج تجزیه واریانس بین ارقام مختلف آفتابگردان تفاوت معنیداری از لحاظ تمام صفات مورد مطالعه مشـاهده شـد (جـدول ۲). مقایسـات میانگین نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه، میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم برگ را رقم معمولی نشان دادند (جدول ۳).

منابع

Broughton, W. J. ۱۹۷۷. Effect of various covers on soil fertility and growth of the tree. Agro. Ecosys. ۳: ۱۴۷- ۱۷۰.

Buchanan, M.A., S.R., Gliessman. ۱۹۹۰. The influence of conventional and compost fertilization on phosphorus use efficiency by broccoli in a phosphorus deficient soil. Am. J. Altern. Agric. ۵:۳۸-۴۶.

Davarynezhad, Gh.,Gh, Haghnia., A. Lakzian. ۲۰۰۳. The effect of municipal compost in combination with chemical fertilizers and animal manure on yield of wheat. Agricultural Science and Industry Journal. ۱۸(۱): ۱۰۰-۱۰۸

Davarynezhad, Gh.,Gh, Haghnia., H, Shahbazi., and R, Mohammadian. ۲۰۰۲. The effect of compost and animal manure in production of sugarbeet. Agricultural Science and Industry Journal. ۱۶ (۲): ۸۴- ۸۵.

Eghball, B. ۲۰۰۲. Soil properties as influenced by phosphorus and nitrogen-based manure and compost applications .Agronomy .Journal. ۹۴: ۱۲۸-۱۳۵.

Eghball, B., and J.F. Power. ۱۹۹۹. Phosphorus and nitrogen-based manure and compost application: Corn production and soil phosphorus. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۳: ۸۹۵-۹۰۱.

Forouzan, K. ۲۰۰۵. Soybean.Oil Seeds Publication Committee.Tehran, ۱۰۸ p.

Gaur, A. C., S. Neclaxtan and S. Dragan. ۱۹۹۰. Organic Manures. ICAR, New Dehli. India. Pp: ۱۲۴-۱۳۴.

Iglesias-Jimenez, E., Alvarez, C.E., ۱۹۹۳. Apparent availability of nitrogen in composted municipal refuse. Biol. Fertility Soils ۱۶: ۳۱۳-۳۱۸.

Iyamuremye, F., R.P., Dick, J., Baham, ۱۹۹۶. Organic amendments and phosphorus dynamics: I phosphorus chemistry and sorption. Soil Sci. ۱۶۱: ۴۲۶-۴۳۵

Keller, C., Kayser, A., Keller, A., Schulin, R., ۲۰۰۱. Heavy metal uptake by agricultural crops from sewage-sludge treated soils of the Upper Swiss Rhine Valley and the effects of time. In: Iskander, I.K. (Ed.), Environmental Restoration of Metal-Contaminated Soils. CRC Press, United States.Pp: ۲۷۳-۲۹۱.

Kwabiah, A.B., N.C.,Stoskopf, C.A., Palm, R.P., Voroney, M.R., Rao, E., Gacheru, ۲۰۰۳. Phosphorus availability and maize response to organic and inorganic fertilizer inputs in a short term study in western Kenya. Agric. Ecosys. Environ. ۹۵: ۴۹-۵۹.

Magdoff, F., Weil, R.R., ۲۰۰۴. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press, Boca Raton, ۳۹۸ p.

Malakouti, M. ۱۹۹۶. Sustainable Agriculture and Yield Increasing with Optimization Manure Using in Iran.Agricultural Training Publication, ۳۷۹ p.
Mcdonagh, J.Fand.B. Toomsan.V. Limpinuntana and K.E.Giller.۱۹۹۵ Grain lequmes and green manures as pre-rice crops in Northesthailands. II. Residue decomposition. Plant and soil. ۱۷۷:۱۲۷-۱۳۶.
Mkhabelaa, M.S., P.R. Warman. ۲۰۰۵. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops grown in a Pugwash sandy loam soil in Nova Scotia Agriculture. Ecosystems and Environment ۱۰۶: ۵۷-۶۷.
Ogaard, A.F., ۱۹۹۶. Effect of fresh and composted cattle manure on phosphorus retention in soil.Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil Plant Sci. ۴۶: ۹۸-۱۰۵.
Rees, R.M., Ball, B.C., Watson, C.A., Campbell, C.D., ۲۰۰۱.Sustainable Management of Soil Organic Matter. CAB International, Oxfordshire, UK. ۴۶۴ p.
Robin, A., R. A. K Szmidt and W. Dickson. ۲۰۰۱. Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs). Remade Scotland.Pp. ۳۲۴- ۳۳۶.
SayahLahigi, H. ۱۹۹۳. Compost (Changing Urban and Household Waste into Organic Fertilizer). Park and Green Area Organization Publications.Tehran, ۵۵ p.

Abstract

With increment of society requirement to calory with produce of vegetable oils, it is important to culture the sunflower oil seeds. This study includes experiments with completely randomize blocks design with three replications in kerman agricultural field. The main plots included four fertilizer treatments including ۱۰ and ۲۰ t/ha municipal solid waste compost, vermicompost, modified sewage sludge, control and two variety of sunflower (ordinary and grass). The results showed that sewage sludge were produced the maximum yield. A significant difference was observed among different varieties of sunflowers in which the maximum seed oil, leaf nitrogen, phosphorus and potassium content were obtained from grass variety.

پاسخ دانهال‌های پسته به سطوح مختلف روی و بنزیل‌آدنین در شرایط شور

عاطفه خورشیدی جلالی [۱] ، وحید مظفری [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۲-دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده
آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی به‌صورت فاکتوریل با سه تیمار شوری (صفر، ۱۲۰۰ و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)، روی (صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و بنزیل آدنین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) با سه تکرار بر روی دانهال‌های پسته انجام شد. نتایج نشان داد، تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع و قطر ساقه، سطح و تعداد برگ گردید. هم‌چنین فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm)، شاخص فتوسنتز (PI) و سبزینگی برگ را به‌ترتیب ۸، ۷۸ و ۱۳ درصد نسبت به شاهد کاهش داد، لیکن با کاربرد توامان بالاترین سطوح بنزیل آدنین و روی، پارامترهای ذکر شده با افزایش چشمگیری روبرو شد. به طوری‌که ارتفاع و سطح برگ به ترتیب به میزان ۴۸ و ۸۵ درصد و میزان فلورسانس کلروفیل و سبزینگی ۳ و ۹ درصد افزایش یافت. به‌طورکلی نتیجه این پژوهش نشان داد که بنزیل آدنین و روی تحمل پسته به شرایط شور را افزایش میدهد.

واژه های کلیدی: سیتوکینین، فلورسانس کلروفیل، سبزینگی، شاخص فتوسنتز، کلرید سدیم

مقدمه
پسته *Pistacia vera* (L.)، گیاهی نیمه‌گرمسیری از خانواده‌ی آناکاردیاسه[۹۳] و جنس پیستاسیا[۹۴] و از عمده‌ترین محصولات صادراتی غیرنفتی می‌باشد. شوری خاک یکی از تنش‌های مهم و غیرزنده است که منجر به کاهش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی می‌شود که دلیل اصلی آن زیاد بودن یون‌های Cl^- و Na^+در گیاهان می‌باشد. تحقیقات صورت گرفته نشان میدهد کاربرد بعضی از عناصر غذایی از جمله پتاسیم (تاج آبادیپور، ۱۳۸۳؛ مظفری، ۱۳۸۴؛ Satti and Lopez, ۱۹۹۴)، فسفر، کلسیم و روی (مظفری، ۱۳۸۴) میتواند از تأثیر سوء شوری خاک و یا آب بکاهد و یا به عبارت دیگر مقاومت نسبی گیاه را به تنش شوری خاک افزایش دهد. کمبود عنصر روی (Zn) که یکی از عناصر ضروری برای گیاه است، در خاک‌های شنی، اسیدی، خنثی، آهکی و خاک‌هایی با فسفر قابل جذب زیاد دیده میشود (Marschner, ۱۹۹۵). افزایش غلظت خارجی روی میتواند اثر منفی NaCl را با محدود نمودن جذب سدیم (Na^+) و کلر (Cl^-) و یا انتقال این عناصر در داخل گیاه را کاهش دهد (Alpasalan *et al.*, ۱۹۹۹). سیتوکینین‌ها یک گروه از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که نقش مهمی در خیلی از جنبه‌های رشد و توسعه گیاه مانند تقسیم سلول، فتوسنتز، پیری و رشد کلروپلاست دارند (Criado *et al.*, ۲۰۰۹). کاربرد خارجی سیتوکینین‌ها اثرات مضر تنش شوری را کاهش داده و سبب افزایش رشد رویشی می‌شود (Gul *et al.*, ۲۰۰۰). آن‌چه که در حال حاضر از اهمیت ویژه ای برخوردار است تلاش در جهت کاربرد عناصر و ترکیباتی که در شرایط شور، عملکرد گیاه پسته را افزایش دهد، لذا در این پژوهش تاثیر هورمون سیتوکینین (بنزیل آدنین) و عنصر روی بر برخی از خصوصیات اکوفیزیولوژیکی دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل روی (صفر، ۵ و ۱۰ میلیگرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات روی)، شوری (صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلیگرم کلرید سدیم درکیلوگرم خاک) و بنزیل‌آدنین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بودند که بر روی رقم پسته‌ی بادامی ریز زرند به اجرا درآمد. بذرهای پسته رقم بادامی ریز (رقم غالب منطقه) از موسسه‌ی تحقیقات پسته‌ی کشور تهیه گردید. مقدار پنج کیلوگرم خاك داخل کیسههای پلاستیکی ریخته شد و سطوح مختلف روی بهصورت محلول به خاك داخل گلدانها اضافه شد. در هر گلدان تعداد پنج بذر جوانه زده در عمق سه سانتی‌متری خاک کشت و رطوبت خاك به‌حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. آبیاری گلدانها به‌وسیله‌ی آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت مزرعه همراه با توزین مرتب آنها صورت گرفت. تیمار شوری در هفته ششم بهصورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدانها اضافه شد. هم‌چنین تیمار بنزیل آدنین نیز در هفته دهم پس از کشت محلول‌پاشی شد. در هفته‌ی یازدهم، ارتفاع و قطر ساقه، سطح و تعداد برگ، فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm)، شاخص فتوسنتز (PI) و سبزینگی برگ اندازهگیری شد. هم‌چنین برای اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm) و شاخص فتوسنتز (PI) از دستگاه فلورسانس کلروفیل متر مدل (Hansatech LTD Pocket, UK) و برای اندازه‌گیری

[۹۳] **Anacardiaceae**
[۹۴] **Pistacia**

شاخص سبزینگی از دستگاه کلروفیل سنج دستی (SPAD-۵۰۲) استفاده شد. داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیریها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و با استفاده از آزمون LSD مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) که سطوح روی، بنزیل آدنین و شوری و اثرات متقابل آنها بر پارامترهای سطح برگ، ارتفاع بوته، سبزینگی و PI (به جز اثرات دوگانه در PI) معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین‌ها برای صفات ارتفاع بوته، سطح برگ، سبزینگی و PI جدول (۲)، نشان داد که با کاهش سطح شوری و افزایش سطوح روی و بنزیل آدنین میزان این پارامترها افزایش یافت.

جدول شماره ۱: نتایج تجزیه واریانس پارامترهای اکوفیزیولوژیکی دانهال‌های پسته (رقم بادامی ریز زرند)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد برگ	سطح برگ	Fv/Fm	PI	قطر ساقه	ارتفاع بوته	سبزینگی
شوری	۲	۳۶۱/۴۰**	۸۱۴/۲۴۱۳۰۵**	۰۲۵/۰**	۱۳۰/۷۹۴**	۱۷۷/۱**	۶۶۸/۱۸۰**	۵۸۹/۱۸۳**
بنزیل آدنین	۲	۴۹۴/۱۷**	۳۷/۳۷۳۸۹**	۰۱۷/۰**	۰۳۹/۲۷**	۲/۰**	۶۸۶/۶۲**	۹۴۹/۶۰**
روی	۲	۱۱۷/۶**	۱۴۸/۸۷۵۹**	۰۱/۰**	۶۹۶/۱۰**	۱۶۴/۰*	۲۶۵/۲۴**	۲۳۴/۲۳**
شوری*بنزیل آدنین	۴	ns۸۴۲/۰	۲۴/۱۷۱۷**	ns۰۰۳/۰	ns۱۱۹/۱	ns۰۲/۰	۱۴۵/۳**	۴۴۹/۳**
شوری*روی	۴	ns۲۶۹/۰	۲۹۶/۱۸۸۲**	ns۰۰۲/۰	ns۸۴۳/۰	ns۰۱۶/۰	۳۲۲/۳**	۴۲۲/۳**
بنزیل آدنین*روی	۴	۷۷۱/۱*	۴۶۳/۱۸۹۶**	۰۰۶/۰*	ns۵۲۵/۰	ns۰۱۲/۰	۲۷/۴**	۰۶۱/۴**
شوری*بنزیل آدنین*روی	۸	ns۱۳۷/۱	۶۹۴/۱۴۵۲**	ns۰۰۲/۰	۷۵/۱**	ns۰۱۷/۰	۱۶۵/۵**	۴۷۷/۵**
خطا	۵۴	۵۶۶/۰	۷۵۳/۲۹۴	۰۰۱/۰	۵۹۸/۰	۰۳۸/۰	۳۶۲/۰	۶۷۵/۰
(%)CV	-	۰۶۷/۸	۱۲۵/۶	۲۶۴/۵	۱۴۷/۹	۰۶۳/۹	۹۲۷/۳	۴۴۵/۱

غیر معنی‌دار ns: ،و: به‌ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱درصد***

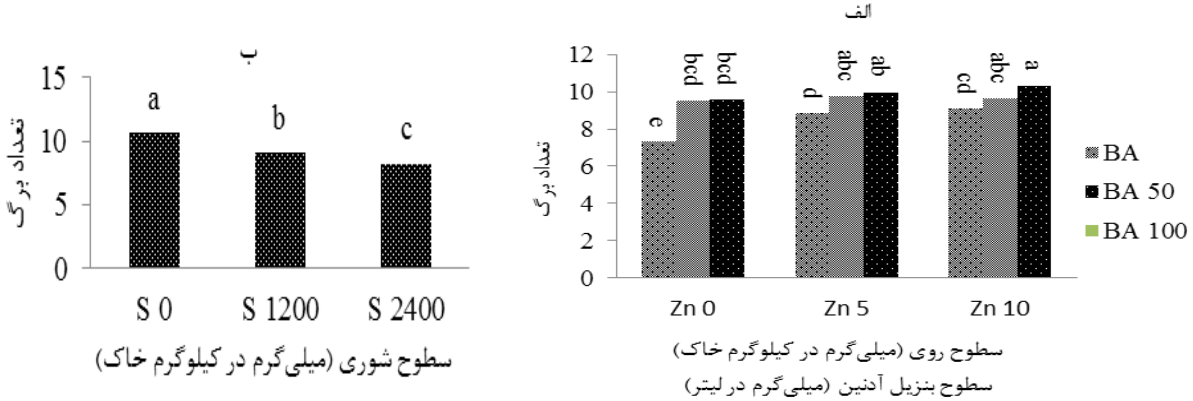
و سبزینگی دانهال‌های پسته PI ،جدول شماره ۲: تاثیر کاربرد شوری، بنزیل آدنین و روی بر ارتفاع، سطح برگ

روی (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	بنزیل آدنین (میلی‌گرم درلیتر)	شوری (میلی گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)		
		۰	۱۲۰۰	۲۴۰۰
		ارتفاع (سانتی‌متر)		
۰	۰	efg ۴/۱۶	r ۶۶/۱۰	qr ۸۱/۹
۰	۵۰	de ۱۳/۱۷	ijk ۰۶/۱۵	mn ۳۵/۱۳
۰	۱۰۰	cde ۲۵/۱۷	hij ۲۱/۱۵	lm ۸۶/۱۳
۵	۰	def ۵۶/۱۶	jkl ۶۸/۱۴	pq ۲/۱۱
۵	۵۰	cd ۴۶/۱۷	gj ۴۶/۱۵	klm ۱۳/۱۴
۵	۱۰۰	b ۲۶/۱۹	fgh ۰۶/۱۶	jkl ۵/۱۴
۱۰	۰	def ۸۶/۱۶	jk ۸۶/۱۴	op ۲/۱۲
۱۰	۵۰	c ۱۳/۱۸	fi ۹۳/۱۵	no ۸۵/۱۲
۱۰	۱۰۰	a ۸۶/۲۳	efg ۲۶/۱۶	jkl ۶/۱۴
		سطح برگ (سانتی‌متر مربع)		
۰	۰	efg ۳۳/۳۴۱	p۱۳۷	p۱۲۵
۰	۵۰	B,e ۳۳/۳۶۹	ij۲۸۸	no ۳۳/۱۹۶
۰	۱۰۰	bcd۶۷/۳۷۶	ij ۶۷/۲۹۹	mno۲۰۵
۵	۰	def ۳۳/۳۵۰	kl ۳۳/۲۵۶	p۳۳/۱۴۴
۵	۵۰	bc۳۸۳	hij۳۰۶	mno۲۱۲
۵	۱۰۰	ab ۳۳/۳۹۷	ghi۳۱۵	mn ۳۳/۲۲۲
۱۰	۰	cde ۶۷/۳۵۹	jk ۳۳/۲۸۲	p ۳۳/۱۵۰
۱۰	۵۰	bc ۶۷/۳۸۳	hij۶۷ /۳۰۹	o ۳۳/۱۸۴
۱۰	۱۰۰	a ۳۳/۴۱۲	fgh ۳۳/۳۲۸	lm ۳۳/۲۳۲
		سبزینگی		
۰	۰	def ۰۶/۵۸	qr۱۶ /۵۲	r ۳۱/۵۱
۰	۵۰	C,f ۶۳/۵۸	G,l ۵۶/۵۶	mno ۸۵/۵۴
۰	۱۰۰	cde ۷۵/۵۸	G,k ۷۱/۵۶	Lmn ۳۶/۵۵
۵	۰	C,f ۳/۵۸	im ۱۸/۵۶	pq ۰۳/۵۳

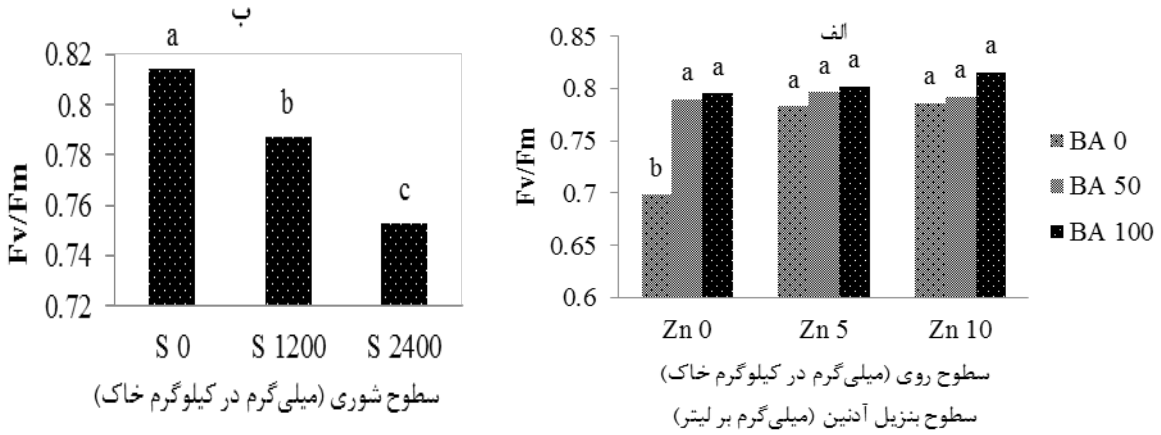
۵	۰	^{cd} ۹۶/۵۸	^{F,j} ۳/۵۷	^{kn} ۶۳/۵۵
۵	۱۰۰	^{b} ۷۶/۶۰	^{e,h} ۵۶/۵۷	^{jm}۵۶
۱۰	۰	^{C,f} ۳۶/۵۸	^{h,l} ۳۶/۵۶	^{op} ۷/۵۳
۱۰	۵۰	^{bc} ۶۳/۵۹	^{E,i} ۴۳/۵۷	n^{op} ۳۵/۵۴
۱۰	۱۰۰	^{a} ۳۶/۶۵	^{D,g} ۷۶/۵۷	^{l,m} ۱/۵۶
			PI	
۰	۰	^{e,h} ۲۳/۹	^{no} ۳۵/۵	^{o} ۱۶/۵
۰	۵۰	^{def} ۸۳/۹	^{ghi} ۴۸/۸	^{l,o} ۳۱/۶
۰	۱۰۰	^{de} ۱۷/۱۰	^{f,i} ۶۳/۸	^{k,n} ۵۴/۶
۵	۰	^{efg} ۳۷/۹	^{hij} ۰۳/۸	^{mno} ۵۴/۵
۵	۵۰	^{cd} ۰۷/۱۱	^{f,i} ۸۳/۸	^{klm} ۶۳/۶
۵	۱۰۰	^{ab} ۴۹/۱۲	^{e,h}۹	^{jkl} ۰۸/۷
۱۰	۰	^{efg} ۵/۹	^{g,j} ۲۸/۸	^{l,o} ۸۷/۵
۱۰	۵۰	^{bc} ۵۳/۱۱	^{e,i} ۹۵/۸	^{l,o} ۱۹/۶
۱۰	۱۰۰	^{a} ۳۶/۱۳	^{e,h} ۱۱/۹	^{ijk} ۷۱/۷

.در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند LSD اعدادی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند، طبق آزمون

نتایج تجزیه واریانس پارامترهای تعداد برگ و Fv/Fm جدول (۱) نشان داد که سطوح روی، بنزیل آدنین، شوری و اثر متقابل دوگانه (بنزیل آدنین×روی) معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها برای تعداد برگ شکل (۱) و Fv/Fm شکل (۲) نشان داد که بیشترین تعداد برگ و Fv/Fm مربوط به بالاترین سطوح بنزیل آدنین و روی بود هم‌چنین افزایش سطح شوری موجب کاهش این پارامترها شد.

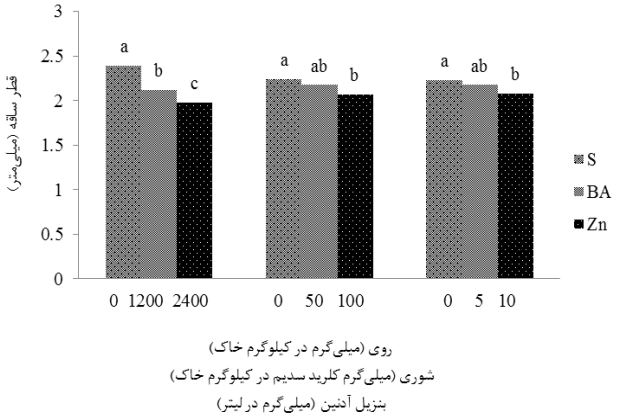


شکل ۱ - تاثیر تیمارهای روی و بنزیل آدنین (الف) و شوری (ب) بر تعداد برگ دانهال‌های پسته



دانهال‌های پسته Fv/Fm شکل ۲- تاثیر تیمارهای روی و بنزیل آدنین (الف) و شوری (ب) بر

نتایج تجزیه واریانس جدول (۱) نشان داد که سطوح روی، بنزیل آدنین و شوری بر قطر ساقه معنی‌دار گردید. هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌ها شکل (۳) نشان داد با افزایش سطوح بنزیل آدنین و روی و کاهش سطح شوری میزان قطر ساقه افزایش یافت.



شکل ۳- تاثیر تیمارهای روی و بنزیل آدنین (الف) و شوری (ب) بر قطر ساقه دانهال‌های پسته

بحث

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش شوری تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع و قطر ساقه، سطح و تعداد برگ، فلورسانس کلروفیل و سبزینگی برگ داشت. نتایج مشابهی توسط فتاحی (۱۳۹۲)، اسداللهی و مظفری (۱۳۹۱)، شهریاری‌پور و همکاران (۲۰۱۰)، اسکندری و همکاران (۲۰۱۴)، زادصالحی ماسوله و همکاران (۲۰۱۴) و حجت نوقی (۲۰۱۴)، روی گیاه پسته به‌دست آمد.

کاهش در پارامتر فلورسانس کلروفیل تحت تنش شوری می‌توانند به‌دلیل تخریب کلروپلاست به‌خصوص غشای تیلاکوئید باشد (Maxwell and Johnson, ۲۰۰۸).

روی نقش مهمی در افزایش رشد و سطح برگ دارد که دلیل آن را نقش روی در تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها دانستند. پژوهش حاضر نشان داد که روی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع و قطر ساقه، سطح و تعداد برگ، فلورسانس کلروفیل، سبزینگی و در نتیجه افزایش مقاومت گیاه پسته به تنش شوری شد. شوری موجب کاهش رشد رویشی می شود ولی با افزایش مصرف روی از اثر شوری به طور معنی داری کاسته شد (طالبی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Alpasalan *et al.*, ۱۹۹۹). بارزترین تأثیر روی بر جذب عناصر غذایی مربوط به جذب فسفر و انباشتگی زیاد فسفر درگیاه است (Parker, ۱۹۹۷).

مصرف بنزیل آدنین باعث کاهش اثرات مخرب شوری بر رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Egamberdieva, ۲۰۰۹) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. هم‌چنین تیمار بنزیل آدنین باعث افزایش نسبت Fv/Fm در بادمجان تحت تنش شوری شد.

افزایش رشد با کاربرد سیتوکینین میتواند به‌دلیل افزایش تقسیم سلولی، تنظیم فرایندهای بیوشیمیایی، فعالیت آنزیم‌ها و جذب مواد غذایی باشد (Magyar-Tabori *et al.*, ۲۰۱۱).

منابع

اسداللهی، ز. و مظفری، و. ۱۳۹۱. تاثیر شوری و منگنز بر رشد و ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته *Pistacia vera* (L.) در محیط کشت پرلیت. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، جلد سوم، شماره‌ی ۱۲، صفحه‌های ۱۳ تا ۲۷.

تاج آبادی پور، ا. ۱۳۸۳. تأثیر کاربرد خاکی پتاسیم بر مقاومت نسبی سه رقم پسته به تنش آبی وشوری. پایان نامه دکتری، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

طالبی، م.، مظفری، و. تاج آبادی پور، ا. ۱۳۸۸. پاسخ دانهال‌های پسته رقم قزوینی (*Pistacia vera* cv. Ghazvini) به سطوح مختلف روی و کلرید سدیم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد بیست و سوم، شماره‌ی ۴۴، صفحه‌های ، ۱۶۱ تا ۱۴۹.

فتاحی، م. ۱۳۹۲. اثر میکوریز آربوسکولار (Glomus mosseae) بر مقاومت به شوری سه پایه پسته سرخس، ابارقی و بنه باغی (*P. mutica* × *P. eurycarpa*). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.

مظفری، وحید. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته. پایان نامه دکتری، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

Alpasalan, M., Inal, A., Gunes, A., Cikili, Y. and Ozcan, H. ۱۹۹۹. Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury tomato (*Lycopersicumesculentum* L. Mill) grown under salinity. Turkish Journal of Botany. ۲۳: ۱-۶.

Criado, M. V., Capato, C., Roberts, N. I., Castro, M. A. and Barneix, A. J. ۲۰۰۹. Cytokinin induced changes of nitrogen remobilization and chloroplast ultrastructure in wheat (*Triticum aestivum*). Journal of Plant Physiology, ۱۶۶: ۱۷۷۵-۱۷۸۵.

Egamberdieva, D. ۲۰۰۹. Alleviation of salt stress by plant growth regulators and IAA producing bacteria in wheat. Acta Physiologiae Plantarum, ۳۱: ۸۶۱-۸۶۴.

Eskandari, S. and Mozaffari, V. ۲۰۱۴. Interactive effect of soil salinity and copper application on growth and chemical composition of pistachio seedlings . Communications in soil Science and plant Analysis, ۴۵: ۶۸۸-۷۰۲.

Gul, B., Khan, M. A. and Weber, D. J. ۲۰۰۰. Alleviation salinity and dark-enforced dormancy in *Allenrolfea occidentalis* seeds under various thermoperiods. Australian Journal of Botany., ۴۸: ۷۴۵-۷۵۲.

Hojjat Nooghi, F., Mozaffari, V., Tajabadipour, A. and Hokmabadi, H. ۲۰۱۴. Effects of salinity and calcium on the growth and chemical composition of pistachio seedlings. Journal of plant Nutrition, ۳۷: ۹۲۸-۹۴۱.

Magyar-Tabori, K., Dobranszki, J. and Hudak, I. ۲۰۱۱. Effect of cytokinin content of the regeneration media on in vitro rooting ability of adventitious apple shoots. ScientiaHorticulturae, ۱۲۹: ۹۱۰-۹۱۳.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. ۲ed. Academic Press, London, United Kingdom.

Maxwell, K. and G. N. Jounson. ۲۰۰۰. Chlorophyll fluorescence: Apractical guide. Journal of Experimental Botany, ۵۱: ۶۵۹-۶۶۸.

Parker, D. R. ۱۹۹۷. Response of six crop species to solution Zn activities buffered with HEDTA. Soil Science Society of America Journal, ۶۱: ۱۶۱-۱۶۷.

Satti, S. M. E., and Lopez, M. L. ۱۹۹۴. Effect of increasing potassium levels for alleviating sodium chloride stress on the growth and yield of tomato. Commun. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۲۵: ۲۸۰۷-۲۸۲۳.

Shahriaripour, R., Tajabadipour, A., Mozaffari, V., Dashti, H. and Adhami, E. ۲۰۱۰. Effects of salinity and soil zinc application on growth and chemical composition of pistachio seedling. Journal of plant Nutrition, ۳۳: ۱۱۶۶-۱۱۷۹.

Zadsalehimasouleh, F., Mozaffari, V., Tajabadipour, A. and Hokmabadi, H. ۲۰۱۴. Pistachio responses to salt stress At varied levels of magnesium. Journal of plant Nutrition, ۳۷: ۸۸۹-۹۰۶.

Abstract

A greenhouse experiment was conducted as a factorial experiment in the form of completely randomized design with three treatments include salinity (۰, ۱۲۰۰, ۲۴۰۰), zinc (۰, ۵, ۱۰) and benzyladenine (۰, ۵۰, ۱۰۰) and three replicates on Seedlings of pistachio. The results showed that salinity significantly decreased the stem Height, stem diameter, leaves area and leaves numbers. Also, the contents of chlorophyll fluorescence (Fv/Fm), photosynthesis index and SPAD were decreased by ۸, ۷۸ and ۱۳ % compared to control, respectively. However, application of the highest levels of BA and Zn significantly increased stem height, leaf area, Fv/Fm and SPAD by ۴۸, ۸۵, ۳ ad ۹%, respectively. In general, the results showed that BA and zinc increased pistachio seedlings tolerate to salinity stress.

اثر منابع مختلف کلسیم بر رشد رویشی و پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه ریحان تحت تنش شوری در کشت بدون خاک

حمید رضا روستا [۱]، میثم منظری توکلی [۲]
۱-دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۲-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده
این پژوهش به منظور بررسی تأثیر کلسیم تکمیلی افزوده شده به محلول غذایی بر رشد گیاه ریحان در غلظت ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در سیستم هیدروپونیک به اجرا در آمد. تیمارها شامل: ۱) فقط محلول غذایی N(N) ۲) + کلرید سدیم ۴۰ میلی‌مولار (NS) ۳) NS + کلرید کلسیم ۵ میلی‌مولار ۴) NS + سولفات کلسیم ۵ میلی‌مولار بودند. سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، F_v/F_m و شاخص SPADتحت تأثیر شوری کاهش یافتند. کلسیم تکمیلی باعث کاهش اثرات شوری بر صفات مذکور شد. بین منابع مختلف کلسیم بر روی گیاه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بر اساس نتایج این پژوهش سولفات کلسیم نسبت به کلرید کلسیم در کاهش اثرات مضر شوری بر روی گیاه مؤثرتر بود.
واژه های کلیدی: کلسیم، ریحان و هیدروپونیک.

مقدمه
تنش شوری از عوامل مهم محدود کننده رشد رویشی و زایشی اکثر محصولات کشاورزی است. شوری عاملی است که بر متابولیسم، آناتومی و مورفولوژی گیاه تأثیر می‌گذارد. سه دلیل عمده کاهش عملکرد محصولات در شرایط شور عبارتند از: ۱- شوری بر فراهمی عناصر غذایی اثر میگذارد، ۲- شوری سبب ایجاد جذب رقابتی میشود و ۳- شوری بر انتقال یا بخش‌بندی عنصر غذایی در گیاه تأثیرگذار است. کاربرد عناصر غذایی میتواند به عنوان یك راهکار برای کاهش اثرات سمیت یونی و ناهنجاریهای تغذیه‌ای گیاهان در خاك‌های شور مورد توجه قرار گیرد. کلسیم نقش مهم و ضروری در فرایندهای حفظ ساختمان دیواره سلولی و تمامیت غشای سیتوپلاسمی گیاه دارد. پایداری ساختمان غشای سلولی، انتقال و انتخاب پذیری یون را تنظیم میکند و رفتار تبادل یونی را به همان خوبی فعالیت‌های آنزیمی کنترل می‌کند. حفظ غلظت کلسیم به میزان کافی در محلول خاك‌های شور، مخصوصاً در محصولاتی که حساس به آسیب کلر و سدیم هستند، عامل مهمی در کنترل شدت سمیت یون‌های ویژه است. کلسیم نقش مؤثری در تعدیل آثار سوء شوری و انتقال یون سدیم و سایر یون‌های معدنی توسط غشا سلولی دارد. به عنوان مثال، در برخی پژوهش‌ها مشاهده شده است که با افزایش غلظت سولفات کلسیم در محیط رشد توت‌فرنگی، غلظت یون سدیم در ریشه‌ها کم و حتی میزان سدیم ساقه کاهش مییابد. لذا پژوهش حاضر در محیط کشت بدون خاك به منظور بررسی اثر شوری و کلسیم تکمیلی و برهم‌کنش آنها بر رشد ریحان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها
در این آزمایش بذور ریحان درگلدان‌های یونولیتی حاوی پرلایت کشت شدند و بعد از مرحله ۴ برگی به گلدان‌های حاوی ۷۵% کوکوپیت+۲۵% پرلایت انتقال داده شدند. محلول‌دهی ۳ بار در روز با محلول هوگلند انجام شد. محلول غذایی شامل: $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ ۵میلیمولار، KNO_3 میلیمولار، KH_2PO_4 ۱میلیمولار، $MgSO_4.7H_2O$ میلیمولار و ریز مغذیها بود.تیمارها شامل: ۱) فقط محلول غذایی (N(N ۲) + کلرید سدیم ۴۰ میلی‌مولار (NS) ۳) NS + کلرید کلسیم ۵ میلی‌مولار (NS۱) ۴) NS + سولفات کلسیم ۵ میلی‌مولار (NS۲)بودند. گیاهان یک ماه بعد از تیماردهی برداشت شدند. آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. در پایان آزمایش سطح برگ و وزنخشک اندام هوایی گیاهان ثبت شد. میزان F_v/F_m و شاخص SPAD به ترتیب بااستفاده از دستگاه فلوریمتر و دستگاه کلروفیل سنج اندازه گیری شد. در پایان داده‌های حاصل از آزمایش با نرم افزار آماری SAS تجزیه آماری شد و مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث
همانطورکه درجدول ۱نشان داده شده است سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، F_v/F_m و شاخص SPADتحت تأثیر شوری کاهش یافتند. کلسیم تکمیلی باعث کاهش اثرات شوری بر صفات مذکور شد. بین منابع مختلف کلسیم بر روی گیاه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بر اساس نتایج این پژوهش سولفات کلسیم نسبت به کلرید کلسیم در کاهش اثرات مضر شوری بر گیاه مؤثرتر بود. بنابراین، این یافته‌ها نشان داد که کاربرد کلسیم میتواند بطور مؤثری اثرات مضر شوری بر گیاه ریحان را کاهش دهد و باعث بهبود رشد گیاه شود.

جدول ۱. اثر شوری و منابع مختلف کلسیم بر رشد ریحان

تیمار	وزن خشک اندام هوایی (گرم در هر گیاه)	SPAD	F_v/F_m	سطح برگ(سانتی‌متر مربع در هر گیاه)
N	a۱۹/۱۷	a۵/۵۵	a۷۷۱/۰	a۷۳/۲۷۵
NS	d۵۵/۴	d۴/۳۹	b۷۱۱/۰	d۶۵/۱۰۶
NS۱	c۱۱/۷	c۷/۴۴	b۷۴۴/۰	c۲۵/۱۴۶
NS۲	b۴۶/۱۲	b۷/۴۹	a۷۷۷/۰	b۲۸/۲۱۱

منابع:

Kaya, C., H. Kirnak, D. Higgs, and K. Saltali. ۲۰۰۲. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. *ScientiaHorticulturae*۹۳: ۶۵-۷۴.

Khayyat, M., S. Rajaee, A. Sajjadinia, S. Eshghi, and E. Tafazoli. ۲۰۰۹. Calcium effects on changes in chlorophyll contents, dry weight and micronutrients of strawberry (*Fragariaananassa*Duch.) plants under salt stress conditions. *Fruits* ۶۴(۱): ۱-۱۰.

Abstract

This study carried out for evaluation of the effects of supplementary calcium added to nutrient solution and applied to the plants grown at high sodium chloride (۴۰ mM) concentration on Basil (*Ocimumbasilicum*) in hydroponic systems. Treatments including of: ۱) sole nutrient solution (N); ۲) N + sodium chloride (NaCl) (۴۰ mM) (NS); ۳) NS + calcium chloride ($CaCl_2$; ۵ mM) (NS۱); ۴) NS + calcium sulfate ($CaSO_4$; ۵ mM) (NS۲).Leaf area, shoot dry mass, F_v/F_m (Maximal quantum yield of PS II photochemistry) and SPAD index were negatively affected under salinity. Supplementary calcium alleviated the harmful effects of NaCl on mentioned variables. There were significant differences between calcium forms. Regards to these results, it was shown that calcium sulfate was better than calcium chloride in ameliorating of the negative effects of NaCl on this plant.

تاثیر تیمارهای روی بر خصوصیت روی کارایی و درصد بازیافت کود سولفات روی در دو رقم لوبیا در یک خاک آهکی

مینا کرمی حمیدآبادی [۱]، بابک متشرع زاده [۲]، غلامرضا ثواقبی [۳]
۱- دانشآموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۳- استاد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده
روی یکی از عناصر کم مصرف ضروری موجود در خاک‌ها، گیاهان و جانوران است. این تحقیق، با هدف بررسی روی کارایی دو رقم لوبیا تحت تاثیر تیمارهای روی، انجام گردید. فاکتورها شامل دو رقم لوبیا چیتی (رقم خمین و رقم ۰۱۴۳۷G) با سه نوع غلظت بذر ۰، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد سولفات روی و ۲ سطح کودی ۰ و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک بودند. نتایج نشان داد رقم ۰۱۴۳۷G تیمار بذر با ۰/۵% سولفات روی، با ۸۰ درصد، روی کاراترین رقم و در مقابل، لوبیا چیتی رقم محلی خمین (شاهد صفر) با ۵۰ درصد روی کارایی قرار دارد. اثر محتوی روی بذر بر درصد بازیافت کود سولفات روی در رقم ۰۱۴۳۷G ۰/۵% (روی کاراترین رقم) باعث افزایش آن به میزان ۳/۳۹% شد و کمترین مقدار درصد بازیافت کود سولفات روی در رقم محلی خمین (شاهد) با کمترین میزان محتوی روی بذر به میزان ۲۳/۲۰ مشاهده گردید.

واژه های کلیدی: لوبیا چیتی، عنصر کارایی، روی، ریزوسفر

مقدمه
یکی از تنش‌های غیر زنده، کمبود روی در خاک می باشد که عامل محدود کننده بسیار مهمی در تولید محصولات کشاورزی است (حاجی صالح اوقلو و همکاران، ۲۰۰۳). حدود ۳۰درصد از خاک‌های جهان با این مشکل مواجه هستند. غلظت روی کل و فعالیت Zn^{2+} در محلول خاک بسیار متغیر بوده و تابع تعدادی از عوامل خاکی (pH، رطوبت خاک، مقدار مواد آلی و...) می‌باشد. در خاک آهکی، فعالیت یون Zn^{2+} تا مقادیر 10^{-9} تا 10^{-10} هم می‌رسد که می‌تواند رشد بهینه محصولات کشاورزی را کاهش دهد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۸۴).
تنها درصد کمی از روی به کار برده شده برای جذب گیاه قابل استفاده بوده و بقیه آن جذب کلوئیدهای خاک شده و غیر متحرک می گردد و یا می تواند در خاک های کشاورزی تجمع پیدا کند که این یک نگرانی زیست محیطی تلقی می شود (کاک ماک و براون، ۱۹۹۹; حاجی صالح اوقلو و همکاران، ۲۰۰۴). روی کارایی توانایی رشد و عملکرد مناسب گیاه تحت شرایط کمبود روی تعریف می شود (کاک ماک و براون ، ۱۹۹۹). ارقام روی کارا نه تنها جذب بیشتری از روی در شرایط کمبود این عنصر در خاک دارند، بلکه عملکرد ماده خشک و دانه آن نیز بالاتر خواهد بود، ولی لزوما بیشترین غلظت روی را در دانه یا بافت ندارند. ارقام روی کارا، کارایی استفاده از کود و شاخص برداشت بیشتری نسبت به ارقام غیر روی کارا دارند. افزایش کارایی کودی در ارقام مقاوم می تواند به عنوان یک عامل مدیریتی در کاشت ارقام مقاوم و در نتیجه کاهش مصرف باشد. رینگل و گراهام (۱۹۹۵) نشان دادند که غلظت روی بذر میتواند عکس العمل عملکرد گیاه نسبت به مصرف روی را افزایش دهد. آنها همچنین به این نتیجه رسیدند که گیاهان رشد یافته از بذرهای دارای غلظت روی زیاد نسبت به گیاهان رشد یافته از بذرهای با غلظت روی کم تعداد بیشتری دانه با وزن هزار دانه بیشتر تولید نمودند. آجوری و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که تیمار کردن بذر به صورت قابل ملاحظه‌ای جذب مواد معدنی (فسفر و روی) و تجمع مواد خشک را در جو و همچنین کارایی مصرف آب را تا ۴۴درصد در مواقع خشکسالی افزایش و بهبود بخشیده است. بیگی و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که در لوبیا ارقام با کارایی روی بیشتر در تیمار کمبود روی ، وزن دانه، تعداد دانه و تعداد غلاف بیشتری دارند؛ درحالی که پاسخ ارقام با کارایی روی کمتر به عرضه کود روی، بیشتر بود. این تحقیق با هدف مقایسه خصوصیت روی کارایی دو رقم لوبیا چیتی و برخی پاسخ های این ارقام به سطوح مختلف روی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها
با توجه به حساسیت گیاه لوبیا به کمبود روی، این گیاه برای انجام این طرح و بررسی محتوی روی بذر انتخاب شد. ارقام مورد نظر که شامل دو نوع رقم با بالاترین روی کارایی(۰۱۴۳۷G)و پایین ترین روی کارایی (خمین) بودند بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات قبلی، از ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای خمین تهیه شدند (بیگی، ۱۳۸۹). برای انجام این تحقیق خاکی با مقدار پایین روی مورد نیاز بود. برای این منظور پس از بررسی نقشه‌های خاک‌های موجود و با توجه به اطلاعات مربوط به تحقیقات گذشته، از منطقه طالقان استان البرز نمونه برداری صورت گرفت و برخی خصوصیات خاک بر اساس روشهای استاندارد اندازهگیری و گزارش شد (اسپارکس ، ۱۹۹۶).

برای اعمال تیمار کودی به نیمی از گلدان‌ها ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، روی به صورت سولفات روی افزوده شد (تیمار کفایت روی). به بقیه گلدان‌ها کود حاوی روی اضافه نگردید (تیمار کمبود روی) (خوش گفتار منش و همکاران،۲۰۰۴; حاجی صالح اوقلو، ۲۰۰۱). این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام گردید. فاکتورها شامل دو رقم لوبیا با سه نوع غلظت بذر ۰، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد سولفات روی و ۲ سطح کودی ۰ و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک بودند که مجموع گلدان‌ها به ۴۶ عدد رسید. بذرهای تهیه شده از دو رقم خمین و ۰۱۴۳۷G به مدت ساعت ۱۲ در سه غلظت سولفات روی ۰، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد قرار گرفت(فاروق، ۲۰۱۲). پس از آن ضدعفونی بذرها در ۲ مرحله انجام گردید(موراگان و کنچ، ۱۹۹۹). پس از انجام کاشت و سپری شدن دوره داشت ۹۰ روزه، برداشت انجام گرفت. در این مرحله، حدود ۸۰ درصد غلاف‌ها رسیده بودند. درصد روی کارایی (ZE%) و درصد بازیافت کود سولفات روی محاسبه گردید (کاک ماک، ۲۰۰۴).

ZE% = ((جذب روی در تیمار بدون روی) / (جذب روی در تیمار کفایت روی)) × ۱۰۰

(میزان روی مصرفی /(جذب در تیمار شاهد-جذب روی در تیمارکود خورده))= درصد بازیافت کود ×۱۰۰

نتایج و بحث

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در کشت گلخانه‌ای در جدول یک ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

خصوصیت	مقدار	خصوصیت	مقدار
کربن الی(درصد)	۸۵/۰	پتاسیم قابل جذب(mg/kg)	۴۰۰
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۵/۲۲	روی قابل استخراج با DTPA (mg/kg)	۷/۰
کلاس بافت خاک	لوم رسی شنی	آهن قابل استخراج با DTPA (mg/kg)	۶
EC(dS/m)	۱۱۵/۱	مس قابل استخراج با DTPA (mg/kg)	۲۴۴/۱
pH	۴/۸	منگنز قابل استخراج با DTPA (mg/kg)	۱/۱۴
نیتروژن کل)درصد)	۰۸۳/۰	رطوبت ظرفیت مزرعه (درصد)	۹/۲۵
فسفر قابل جذب(mg/kg)	۹۵/۲۱	روی قابل استخراج با اسید نیتریک (mg/kg)	۳۸

با توجه به نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده مشاهده می‌شود که خاک مورد مطالعه دارای بافت لوم رسی شنی بوده که در این خاک لوبیا رشد خوبی دارد و همچنین مقدار روی پایین‌تر از حد بحرانی است که با توجه به اهداف این تحقیق انتخاب شده است. بیش از ۸۰ درصد خاک‌های قابل کشت در ایران دارای کمتر از ۱ میلی گرم در کیلوگرم روی قابل استخراج با DTPA بوده و حد بحرانی روی در خاک بین ۱-۰/۷ میلی گرم در کیلوگرم است (برایان ۲۰۰۴).

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول روی کارایی دو رقم بین ۵۰ تا ۸۰ درصد بین غلظت‌های مختلف متغیر بود. بیشترین روی کارایی متعلق به رقم ۰۱۴۳۷G ۵/۰% با درصد روی کارایی ۸۰ و کمترین روی کارایی متعلق به رقم خمین با غلظت صفر با درصد روی کارایی ۵۰ بود و در مورد بازیافت کود سولفات روی که بین ۲۲/۲۰ و ۳/۳۹ درصد متغیر بود که بیشترین و کمترین درصد بازیافت کود مانند روی‌کارایی متعلق به دو رقم ذکر شده می‌باشد.

جدول ۲- انواع رقم و غلظت بذر و درصد روی کارایی و بازیافت کود سولفات روی

انواع رقم و غلظت بذر	روی کارایی (درصد)	بازیافت کود سولفات روی (درصد)
G۰S۰	gh۶۲/۵۳	h۷۸/۲۳
KS۰	۵۰i	۲۲/۲۰f
G۰S۱	d۶۲/۵۹	c۵۲/۲۹
KS۱	f۹۵/۵۵	d۸۹/۲۵
G۰S۲	a۸۰	a۳/۳۹
KS۲	c۱۸/۷۲	b۷۱/۳۱

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند؛ بر اساس ازمون چند دامنه ای دانکن ۵% از لحاظ اماری اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند. =K لوبیا رقم خمین، =G لوبیا رقم ۰۱۴۳۷G، S۰، S۱، S۲، تیمارهای غلظت بذر شاهد، ۰/۲۵% و ۰/۵%، C۰ و C۱ تیمارهای سولفات روی به ترتیب صفر و ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم است.

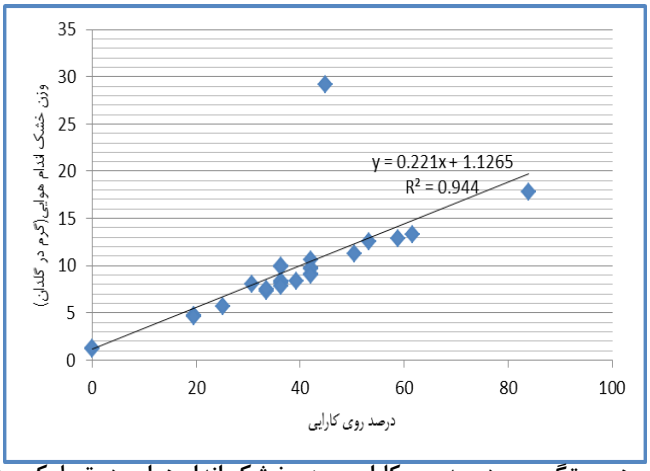
گریول و همکاران(۱۹۹۷) در بررسی روی ۲۵ رقم کلزا گزارش کردند که روی کارایی در ارقام کلزا متفاوت بود. ارقام روی کارای کلزا جذب و انتقال روی بیشتری نسبت به ارقام غیر روی کارا داشتند. حاجی بلند و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان دادند که ارقام برنج در روی کارایی با هم متفاوت هستند. در شرایط کمبود روی، ارقام روی کارای برنج در مقایسه با ارقام غیر روی کارا دارای توانایی بیشتری در انتقال روی به مراکز رشد و قسمت‌های نیازمند روی مانند آنزیم‌ها داشتند. در نخود تیمار بذرها در یک محلول رقیق شده ۰۵/۰درصد سولفات روی موثر بوده و بازده ۱۰ تا ۱۲۲ درصد (به طور متوسط ۴۸ درصد از ۹ آزمایش) در مقایسه با بذرهای شاهد افزایش یافت.در ذرت آماده‌سازی در محلول سولفات روی برای ۱۶ ساعت به طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد دانه و غلظت روی دانه افزایش و بهبود یافت(فاروق ۲۰۰۱۱).

نتایج حاصل از مقایسه وزن ماده خشک در تیمارهای مختلف در جدول ۳ و همبستگی بین ماده خشک و درصد روی کارایی در شکل یک ارائه شده است. بر این اساس رقم خمین کمترین وزن ماده خشک را نشان داد و بیشترین ماده خشک در تیمارهای با مصرف روی و در غلظت های بالاتر روی مشاهده گردید (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه

	تیمار	وزن خشک ریشه(گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)
رقم	G ۰۱۴۳۷	۱۳/۲a	۱۶/۲۲a
	خمین	۸۲/۱b	۹۲/۱۱b
سولفات روی	C۰	۹۱/۱b	۹۶/۱۱b
	C۱	۰۴/۲a	۵۷/۲۲a
غلظت	S۰	۲۳/۱c	۱۷/۱۲c
	S۱	۸۹/۱b	۲۱۸/۲۲b
	S۲	۵/۲a	۱۷/۳۳a

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند؛ بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ۵% از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند.



شکل - همبستگی بین درصد روی کارایی و وزن خشک اندام هوایی در تیمار کمبود روی

تون و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی ۱۶۴ رقم گندم نشان دادند که وزن اندام هوایی در شرایط کمبود روی در ارقام روی کارای گندم بیشتر بود ولی با عرضه کود روی اختلافی در عملکرد ارقام مختلف مشاهده نشد و حتی عملکرد بعضی از ارقام غیر روی کارا بالاتر از ارقام روی کارا بود . ارشد و همکاران (۲۰۰۲ با تیمار کردن بذرها کلزا به مدت ۱۲ ساعت در محلول سولفات روی ۵/۰ مولار به این نتیجه رسیدند که تمام پارامترهای رشد از جمله تعداد شاخه در هر گیاه و عملکرد دانه و وزن هزار دانه و در مجموع وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت. در مجموع با توجه به اختلاف ارقام مختلف از نظر ویژگی روی کارایی، توصیه می شود در توسعه کشت ارقام این ویژگی مورد توجه جدی قرار گیرد.

منابع

- بیگی، م. ثواقبی فیروز آبادی، غ. ر. و متشرع زاده، ب. ۱۳۹۱. بررسی کارایی روی در ارقام مختلف لوبیای چیتی. مجله آب و خاک (علوم و صنایع غذایی). جلد ۲۶، شماره ۱، ص ۳۵-۴۰.
- ملکوتی، محمد جعفر و طهرانی، محمد مهدی. ۱۳۸۴. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران، ایران. ص ۱۰۵-۱۰۷.

- Ackland M.L. and Michalczyh, A. ۲۰۰۶. "Zinc defficiency and its inherited disorders". Genes & Nutr, ۱(۱): ۴۱-۵۰.
- Ajouri A., Asgedom H.and Becker M. ۲۰۰۴. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. J. Plant Nutr. Soil Sci.۱۶۷: ۶۳۰-۶۳۶.
- Alexandratos, N. ۲۰۰۳. World agriculture: Towards ۲۰۳۰. Congress on global food security and the role of sustainable fertilization, Rome, Italy.
- Alloway B.J. ۲۰۰۶. Zinc in soils and crop nutrition. Chap ۱. pp ۶۰-۷۰.
- Alloway B.J. ۱۹۹۰. Soil Processes and the Behaviour of Metals: Chap ۲ in Alloway, B.J. (ed) Heavy Metals in Soils, Blackie Academic and Professinal, Glasgow. pp ۷-۲۸.
- Alloway B.J. ۲۰۰۸. Zinc in soils and crop nutrition. Second edition, published by IZA and IFA,Brussels, Belgium and Paris, France.
- Austin R.B., Longden P.C. and Hatchinson, J. ۱۹۹۶. Some effects of "hardening" carrot seed. Annals Bot. ۳۳: ۸۸۳-۸۹۵.
- Bagheri A. ۲۰۰۱. Common beans research for crop improvement. Jahad Daneshgahi Mashhad University Press.
- Cakmak I. and Braun H.J. ۱۹۹۹. Genotypic variation for zinc efficiency. Breeding for nutritional and soil factors. Chapter ۱۶. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Cukurora University, Adana, Turkey.
- Hajsalehoglu G., Jonathan J., Hart Eduardo Vallejos C. and Kochian Leon.V. ۲۰۰۴. The role of shoot- localized processes in the mechanism of Zn efficiency in common bean. Planta. ۲۱۸: ۷۰۴-۷۱۱.
- Sparks D.L. ۱۹۹۶. Methods of soil analysis.. Part ۳. Chemical Methods. Soil Sci., Inc. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Abstract

Zinc is one of the essential micronutrients existed in soils, plants and organisms. This research was carried out with an objective to assess Zn efficiency in two varieties of *Wax Bean* affected with Zn treatments. Factors comprised two varieties of *Wax Bean* (variety of *Khomein* and variety of *G*۰۱۴۳۷) with three types of Zinc sulphate concentration in seed (۰%, ۰.۲۵% and ۰.۵%) and two levels of fertilizer (۰ and ۱۰ mg per kg soil). Results showed that the variety of *G*۰۱۴۳۷ with the seed treatment of ۰.۵% zinc sulphate containing ۸۰% Zn was the most Zn efficient variety and vice versa *Wax Bean* in variety of *Khomein* in treatment of control containing ۵۰% Zn was the least Zn efficient variety. The effect of seed Zn concentration on the fertilizer recovery percent of zinc sulphate in variety of *G*۰۱۴۳۷ (with ۰.۵% zinc sulphate) caused to increase in Zn content by ۳۹.۳% and the least value of fertilizer recovery percent which was ۲۰.۲۳% was observed in variety of Khomein (Control).

روند تغییرات غلظت عناصر غذایی در تبدیل پوست نرم پسته به کمپوست

مژده حیدری [۱]، رضا عسکری [۱]، محسن اسلامی [۲]
کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات پسته کشور، ۲- کارشناس اداره هواشناسی رفسنجان

چکیده
در فرایند تبدیل کمپوست، موادزائد آلی قابل تجزیه به مواد اصلاح کننده خاك یا کودهای آلی تبدیل می شوند. برای تهیه کمپوست از پوست نرم پسته، سه تیمار شامل، پوست نرم پسته با کود حیوانی، پوست نرم پسته با کود اوره و کود حیوانی به تنهایی در گودالهایی با ابعاد مشخص ریخته شد. نمونهها همیشه مرطوب نگه داشته شدند. در شروع کار و هرماه نمونه برداری از آنها انجام گردید. نمونههای برداشت شده تجزیه گردیدند تا روند تغییرات غلظت عناصر غذایی در آنها بررسی شود. نتایج نشان داد، در طی ۷ ماه نمونه برداری EC و pH کاهش یافت. غلظت عناصر پتاسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس افزایش و غلظت کلسیم و فسفر کاهش یافت. در تیمارهای مختلف نیز، EC در کمپوست کود حیوانی کمتر از کمپوست اوره و pH در کمپوست اوره بیشتر از کمپوست کود حیوانی بود. غلظت بیشتر عناصر بجز روی در هر دو کمپوست تقریباً یکسان و روی در کمپوست کود حیوانی بیشتر از کمپوست اوره بود.

واژه های کلیدی: پوست نرم پسته، کمپوست، اوره، کود حیوانی

مقدمه
استفاده از کمپوست حاصل از ضایعات جامد آلی در خاکهای کشاورزی به طور گسترده ای صورت گرفته و اثرات مثبت آن بر خاك و گیاهان در مطالعات متعددی شناخته شده است.کمپوست سازی یك فرایند طبیعی تسریع شده است که به کمك آن بخشی از مواد آلی بصورت معدنی در می آیند. استفاده از کمپوست سازی بجای سوزاندن مواد زائد یا دفن کردن آنها رو به گسترش است (کوین، ۱۳۸۳). تولید کمپوست یك فرایند بیو شیمیایی است که در آن موجودات ریز، از نوع هوازی و بی هوازی مواد آلی را به محصول نهایی که کود آلی پوسیده است و کمپوست نامیده می شود تبدیل می کنند (سماوات و همکاران، ۱۳۸۳).
از نظر علمی، کمپوست سازی فرایند تبدیل مواد زائدآلی به شکلی است که بتوان از آنها در اراضی کشاورزی استفاده نمود (کوین، ۱۳۸۳). فرایند تولید کمپوست در واقع اکسایش تسریعی مواد آلی بوده و دارای مرحله ترموفیلی (۴۵ تا ۶۵ درجه سانتی گراد) می باشد (ادوارد، ۱۹۹۵). قسمتی ازکمپوست سازی توسط باکتری های مزوفیل شیمیوهتروتروف صورت می گیرد. در اثر تنفس این باکتریها، دما در توده کمپوست افزایش یافته و جای آنها را موجودات ترموفیل می گیرند. در اثر اکسید شدن مواد زائد، گرما تولید می شود. هر چه مقدار مواد زائد قابل دسترسی بیشتر باشد دمای توده کمپوست سریعتر بالا می رود. بیشترین فعالیت باکتری های مزوفیل در کمپوست در دمای (۴۵ تا ۶۰ درجه سانتی گراد) صورت می گیرد (کوین، ۱۳۸۳).
موادی که قابلیت تبدیل شدن به کمپوست را دارا می باشند، اغلب ضایعات حاصل از هرس و خزان باغچه ها، باغ ها، فضای سبز شهرها و همچنین ضایعات حاصل از محصولات کشاورزی می باشند. مواد زائد آشپزخانه ای و آشغال میوه ها و سبزی ها از دیگر موادی هستند که به کمپوست تبدیل می شوند. بیشتر این مواد زائد باستثنای قسمت های چوبی و برگ ها که مقاوم به تجزیه هستند، براحتی در توده های کمپوست خانگی تجزیه شده و به کمپوست تبدیل می شوند(کوین، ۱۳۸۳). در تحقیقی که به بررسی اثر کمپوست بر روی گندم پرداخته بود، نشان داده شد که کمپوست موجب افزایش جوانه زنی و افزایش ماده خشك تولیدی در مقایسه با تیمارهای عاری از کمپوست شده است (مك کالیوم و همکاران، ۱۹۹۸).
تهیه کمپوست از مواد زائد آلی مختلف نیاز به فناوری ویژه و اختصاصی برای هر نوع ماده زائد دارد تا محصول نهایی یعنی کمپوست برای محیط زیست مفید باشد و برای استفاده در اراضی کشاورزی نیز مناسب گردد (رچسیگل[۹۵]، ۱۹۹۵). روش های تهیه کمپوست بر اساس حضور یا عدم حضور اکسیژن به دو روش تقسیم می شوند. در روش هوازی تهیه کمپوست، هوا و اکسیژن در توده کمپوست دمیده می شوند. شایان ذکر است متغیرهای مهم دیگری مثل تنظیم درجه حرارت، هضم شیمیایی اولیه، تفکیك اولیه مواد و خوابانیدن مواد در معرض عمل موجودات ریز نیز وجود دارد (دومینگوئز و دیگران، ۱۹۹۷). هرچند به تعبیر ساده فرایند تبدیل کمپوست تجزیه مواد آلی است ولی انواع بسیار متفاوتی از موجودات ریز در آن دخالت داشته و تا رسیدن به محصول پایدار نهایی، محصولات حد فاصل متعددی تولید می شوند(هاشمی مجد، ۱۳۸۳). با توجه به موارد فوق تصمیم گرفته شد، امکان تولید کمپوست از پوست نرم پسته بررسی شود و روند تغییرات غلظت عناصر در آن در تیمارهای مختلف مقایسه گردد.

۹۵۱- Rechcigl

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق، ابتدا در زمان برداشت پسته (اوایل آبان ماه)، نخاله های پسته در محل مورد نظر (ایستگاه مؤسسه تحقیقات پسته کشور واقع در رفسنجان) جمع آوری گردیدند. بعد از گذشت حدود یك ماه نخاله ها با حجم زیادی آب شسته شدند تا فنل و مواد حلقوی آنها بوسیله شستشو خارج شود و قابل تجزیه توسط میکروارگانیسمها باشد. سپس مقداری از نمونه های مورد نظر برای تجزیه برداشت شده و عناصر آن اندازه گیری گردید (جدول ۱).

جدول ۱- غلظت عناصر پوست نرم پسته قبل از کمپوست شدن بصورت زیر می باشد:

EC (dS/m)	pH	OC %	TN %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe mg/Kg	Zn mg/Kg	Mn mg/Kg	Cu mg/Kg	C/N mg/Kg
۵/۱۳	۹/۵	۲/۵۱	۲/۱	۱۹/۰	۵/۲	۹/۱	۸/۰	۱۶۸۸	۴/۱۳	۲۹	۷/۴	۷/۴۲

سپس نخاله های پسته در گودال هایی با طول ۷ متر، عرض ۲ متر و ارتفاع ۱ متر و در لایه ای به عمق ۱۵ سانتی متر در کف گودال ریخته شد. پس از آنکه لایه ضخیمی از خاك اضافه شد، ۳ الی ۵ سانتی متر از سه کود دامی (گاوی، گوسفندی و مرغی) به نسبت مساوی (برای پائین آوردن نسبت N:C) اضافه گردید و این عمل تا زمانیکه ارتفاع توده کمپوست درون چاله به ۵/۰ تا ۱ متر رسید، ادامه یافت. سطح توده کمپوست با کود دامی به ضخامت ۳ سانتی متر پوشانده شد. در کنار این گودال، گودال دیگری با همین ابعاد حفر گردید و حدود ۱۵ سانتی متر نخاله پسته را در کف گودال ریخته و سپس کمی خاك روی سطح آن اضافه گردید. بعد از آن یك لایه نازك کود اوره روی سطح آن ریخته شد، با اضافه کردن مقداری خاك، دوباره نخاله پسته و سپس کمی خاك و دوباره کود اوره اضافه گردید (مانند گودال قبل ولی بجای اضافه کردن کود دامی، اوره اضافه می شود). گودال دیگری نیز با همین ابعاد در مجاورت این گودال حفر و فقط کود دامی(مخلوط سه کود گاوی، گوسفندی و مرغی) درون این گودال ریخته شد تا تغییرات کود دامی نیز به تنهایی بررسی شود. در هر ماه سه تکرار از هر گودال برداشت و فاکتورهای فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن، روی، منگنز و مس و نیز pH ،EC نمونه های تهیه شده اندازه گیری گردید تا روند تغییرات عناصر غذایی بررسی گردد. در آزمایشگاه فسفر به روش زرد وانادات و با دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم و سدیم به روش نشر اتمی و بوسیله دستگاه فلیم فتومتر و کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس و منگنز به کمك دستگاه جذب اتمی اندازه گیری گردید (امامی، ۱۳۷۵). نمونه برداری تا هفت ماه انجام شد.

در نهایت تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم افزار MSTATC انجام شد. سپس میانگین داده ها با کمك آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با یکدیگر مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می دهد اختلاف pH ،EC، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس هم در زمانهای مختلف نمونه برداری و هم در تیمارهای مختلف معنی دار است. اختلاف سدیم در تیمارهای مختلف غیرمعنی دار ولی در زمانهای مختلف نمونه برداری معنی دار است.

جدول ۲- تجزیه واریانس فاکتورهای اندازه گیری شده طی هفت ماه نمونه برداری کمپوست

فاکتور	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		EC	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
تیمار	۲	۱/۲۹۹**	۹/۸**	۰۲/۰**	۲۵/۳**	۹۱۵/۰**	۲۰۹/۳**	۲۷/۰ns	۱۵۵۱۹۶**	۲/۲۹۷**	۴۱۹۸**	۴/۵۶**
زمان نمونه برداری	۶	۰۵/۳۶۴**	۴/۱**	۳۳۷/۰**	۶/۴۴**	۸/۳۱**	۱۵/۲۶**	۷۶۶/۰**	۲۵۵۹۳۸**	۲/۱۶۳۱**	۴۹۲۸۶۵**	۳۰۷۴**
تیمار * زمان	۱۲	۰۶/۲۴۰**	۳/۲**	۰۲۶/۰**	۲۸/۴**	۳۲/۶**	۵۶/۱۷**	۶۸/۰ns	۳۹۴۵۷۱۱**	۵/۵۸۰**	۱۵۶۰۹۳**	۳۴۸/۵۷**
خطای آزمایش	۳۶	۹۸/۱۲	۴/۰	۰۰۳/۰	۲۵/۰	۴۱۳/۰	۲۹۲/۰	۴۰۳/۰	۱۹۱۹۹۹	۰۴/۳۷	۱۴۴۸	۸۲۸/۱۰
CV	-	۶۹/۴	۳۴/۱	۹۸/۴	۲۵/۷	۶۵/۳	۴۱/۶	۱۳/۴۳	۳/۳	۱۴/۴	۶۵/۱	۶۹/۴

غیر معنی دار : ns در سطح ۰۱/۰ معنی دار * در سطح ۰۵/۰ معنی دار **

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان می دهد، EC، در طی ۷ ماه نمونه برداری شدیداً کاهش یافته است. علاوه براین، غلظت عناصر پتاسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس با گذشت زمان افزایش یافته ولی pH و غلظت کلسیم و فسفر کاهش یافته است. تغییرات سدیم غیر معنی دار بود. نادی (۱۳۸۴)، با استفاده از پوست نرم پسته ورمی کمپوست تولید و بیان کرد، میزان هدیت الکتریکی، کربن آلی و نسبت کربن به نیتروژن پس از فرایند تولید ورمی کمپوست کاهش یافت. میزان عناصر قابل جذب موجود در مواد شامل ازت، فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و مس در طی فرایند ورمی کمپوست افزایش یافت ولی میزان پتاسیم و روی در ورمی کمپوست کمتر از ضایعات اولیه بود که نتایج آن تا حد زیادی با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین فاکتورهای اندازه گیری شده زمانهای مختلف کمپوست

	عناصر اندازه گیری شده										
زمان نمونه برداری	EC	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
ماه اول	A۴/۱۶	A ۲/۸	B۲۰/۰	C ۶/۰	ABC۲/۳	BC۷/۱	A ۳/۰	۱۱۰۶ D	۱۴ C	۳۲۱ D	C ۱/۵
ماه دوم	A۳/۱۵	A ۹/۷	A ۲۸/۰	C ۶/۰	AB۴/۳	DE۸/۰	A ۳/۰	۱۸۲۲ C	۲۲B	۳۳۳ D	C ۰/۶
ماه سوم	AB۵/۱۳	A ۸/۷	A ۲۸/۰	C ۶/۰	ABC۲/۳	DE۷/۰	A ۳/۰	۱۹۸۷ C	۲۲B	۳۹۷B	C ۵/۵
ماه چهارم	BC۳/۱۱	A ۷/۷	C۱۰/۰	C ۷/۰	BC۹/۲	CD۲/۱	A ۲/۰	۲۰۶۰ C	۲۷AB	۵۹۲A	C ۶/۶
ماه پنجم	ABC۱/۱ ۳	A ۱/۸	C ۱۰/۰	C ۷/۰	D۴/۱	E۶/۰	A ۴/۰	۲۸۴۳AB	۳۰ A	۳۷۵BC	A ۷/۲۱
ماه ششم	C۸/۹	A ۱/۸	C ۱۲/۰	A۹/۲	C ۶/۲	AB۱/۲	A ۳/۰	۳۱۵۷ A	۲۵AB	۳۴۵CD	BV/۱۵
ماه هفتم	C۸/۹	A ۰/۸	C ۱۲/۰	B۹/۱	A ۷/۳	A ۳/۲	A ۳/۰	۲۵۳۳B	۲۹A	۳۲۸ D	A ۹/۲۰

.در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۰۵/۰ اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند

در تیمارهای مختلف (جدول ۴) نیز، EC در کمپوست کود حیوانی (۸/۹) کمتر از کمپوست اوره (۵/۱۳) می باشد. pH در کمپوست حاوی اوره (۵/۸) بیشتر از کمپوست شامل کود حیوانی (۷/۷) است. غلظت بیشتر عناصر بجز روی در هر دو کمپوست تقریباً یکسان است. غلظت روی در کمپوست کود حیوانی بیشتر از کمپوست اوره است. بنابراین، با توجه به شرایط شوری و pH بالا در اکثر مناطق کشور تهیه کمپوست با کود حیوانی توصیه می شود.

جدول ۴- مقایسه میانگین فاکتورهای اندازه گیری شده تیمارهای مختلف کمپوست

	فاکتورهای اندازه گیری شده										
تیمار	EC	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
کمپوست کود حیوانی	B۸/۹	BV/۷	A۱۸/۰	B۰۸/۱	A۷/۲	A۷/۱	A ۲۱/۰	۲۲۷۹ A	A ۷/۲۵	۲۹۲ A	A۰/۱۱
کمپوست اوره	A۵/۱۳	A۵/۸	AB۱۵/۰	B۹/۰	A۰/۳	B۲/۱	A ۲۴/۰	۲۱۵۹ A	B۴/۲۱	۳۸۸ A	A۰/۱۱
کود حیوانی	A۹/۱۴	A۷/۷	B۱۹/۰	A۴/۱	A۰/۳	B۲/۱	A ۲۷/۰	۲۲۰۸ A	A ۳/۲۶	۳۷۳ A	A ۰/۱۳

.در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند *

منابع

[۱] سماوات، ع. و ملکوتی، م ج. ۱۳۸۳. ضرورت تولید صنعتی ورمی کمپوست با استفاده از ضایعات آلی. تحقیقات کشاورزی، نشریه فنی، شماره ۳۱۷.

[۲] لکزیان، ا، شیبانی، س. بهادریان، م و شاددل، ل. ۱۳۸۳. میکروبیولوژی خاك (ترجمه). ، انتشارات سخن گستر، مشهد، ایران.

[۳] نادی، م. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر سطوح مختلف چند نوع ورمی کمپوست بر رشد و ترکیب شیمیایی نهال پسته، دانشگاه زنجان.

[۴] هاشمی مجد، ك. ۱۳۸۳. تغییرات ساختمانی مواد زائد آلی در طول فرایند تولید ورمی کمپوست و تأثیر ورمی کمپوست بر برخی از خصوصیات خاك و رشد گیاه، پایان نامه تخصصی دکتری، دانشگاه صنعتی اصفهان.

[۵] C. A. Edwards, and I. Burrows. ۱۹۹۸ The Potential of earthworm composts as plant growth media. In: Earthworms in waste and environmental management, Edwards C. A. and Neuhauser S. P. B. (eds), Academic Publishing, The Hague. The Netherlands, pp. ۲۱۱-۲۲۰.
[۶] C. A. Edwards. ۱۹۹۵. Historical overview of vermicomposting. Biocycle ۳۶ (۶): ۵۶-۵۸.
[۷] E. Rechcigl. ۱۹۹۵. Soil Amendments and environmental quality. Lewis publish Boca Raton.
[۸] J. Dominguez, C. A. Edwards and S. Subler. ۱۹۹۷. A Comparison of Vermicomposting and Composting. Biocycles ۳۸: ۵۷-۵۹.
[۹] K. R. Mc Callum, A. A. Keeling, C. P. Beckwith and P. S. Kettlewell. ۱۹۹۸. Effect of greenwaste compost on spring wheat emergence and early growth. Acta Hrticulturae ۴۶۷: ۱۳-۳۱۸.
[۱۰] L, Sikora, and R.A.K. Szmidt. ۲۰۰۱. Nitrogen soures, mineralization rates and plant nutrient benefits from compost. In :Stoffella at al.(Edits). Compost utilization in horticultural cropping systems. Pub. CRC Press.
[۱۱] P. K, Gupta. ۲۰۰۳. A hand book of oil, fertilizers and anure. ۲ nd ed. Agrobios. pp. ۳۱۳-۳۲۹.

Absract

The transformation process of composting, biodegradable wastes become into organic fertilizers or soil amendments. The compost prepared from pistachio soft skin, Treatments include skin soft manure pistachio, pistachio soft skin with urea and urea alone, The dimensions specified in the pit was discarded. Samples are always kept moist. At the start of each month samples were taken. Samples collected were analyzed, The trends in nutrient concentrations are examined. The results showed that, EC and pH decreased during ۷ months of sampling. The concentration of potassium, magnesium, iron, zinc, manganese and copper increased And decreased levels of calcium and phosphorus. Different treatments, EC of compost manure compost than urea And pH of compost manure compost was more urea. Higher concentrations of both elements with the exception of the same compost And on the composting of manure compost than urea.

عنوان : بررسی تاثیر مواد آلی از منابع مختلف بر حاصلخیزی خاک و عملکرد محصول

انور اسدی جلودار [۱]، سعید سعادت [۲]، رحیم صمدی [۳] و اسماعیل اصغری [۴]
محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل ،۲-عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب،۳- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل ،۴-کارشناس جهاد کشاورزی استان اردبیل

چکیده :
این طرح بمنظور بررسی تاثیر مواد آلی از منابع مختلف بـر خـواص فیزیکوشـیمیایی خـاك و عملکـرد محصـول و پایـداری آن در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی مغان در یك قطعه برای مدت ۳ سال متوالی در کرتهای ثابت با کشـت محصـول چغنـدر قنـد - گنـدم - چغندر قند با نه تیمار مصرف مواد آلی از سه منبع در سه سطح به اضافه تیمار شـاهد، جمعـا ۱۰ تیمـار در سـه تکـرار در قـالب طـرح بلوك کامل تصادفی اجرا گردید . تجزیه واریانس میـانگین عملکـرد محصـول در سـالهای متـوالی و مجمـوعه عملکردهـای سـه سـال نشان داد که بین تیمارها اختلاف بسیار معنیدار است. بیشترین عملکرد در سال اول ، دوم و سوم مربوط بـه تیمـار T۱۰ ، T۴ و T۴ بـه ترتیب ۶/۷۱، ۴۶/۶و ۱/۷۶ تن در هکتار است . وکمترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد به ترتیب ۸/۴۳، ۳/۴ و ۶/۵۸ تن در هکتار که کود آلی مصرف نکرده است می باشد . همچنین مشخص گردید که با افزایش مقدار مواد آلی مصرفی در کرتها، عملکرد محصـول افزایش یافته و به ترتیب بیشترین تأثیر را کود دامی بعد کود سبز و بعد کاه و کلش در عملکـرد از خـود نشـان دادنـد. همچنیـن نتایـج نشان می دهد که پایداری تأثیر کودآلی از منبع دامی در حاصلخیزی خـاك در گذشـت زمـان نسـبت بـه دو منبـع دیگـر (کـود سـبز و کلش) بیشتر است.

واژه های کلیدی : منابع آلی، عملکرد محصول، کرتهای ثابت، پایداری تاثیر، کود سبز

مقدمه:
بی شك یکی از عوامل موثر در عملکرد و کیفیت مطلوب محصولات کشاورزی وجود مواد آلی در خاك است. تخریب خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاك درنتیجه عدم مصـرف کودهـای آلـی وکشـت وکـار بیـش از انـدازه سـبب گردیـده تـا در سـالهای اخیرمصرف این نوع کودها دوباره موردتوجه قرار بگرید. بطوریکه امروزه مدیریت مطلوب ماده آلی درخـاك قلـب کشـاورزی پایـدارنام گرفت است (Stevenson,۱۹۹۴). مـواد آلـی بـدلیل ظرفیـت تبـادل کـاتیونی حـدود ۳۰۰ مـول برکیلـوگرم و سـطح ویـژه ۹۰۰ مـترمربع برکیلوگرم از پتانسیل بالایی در نگهداری وآزاد سازی عناصر غذایی برخورداراست و در بافر کردن PH خـاك نقـش عمـده ای ایفـا مـی نماید (اسدی رحمانی وسماوات،۱۳۷۸).
تحقیقات بسیاری برای مطالعه تاثیر مواد آلی برخواص گوناگون خاك توسط محققین در کشورهای متعدد صورت گرفتـه اسـت (Haynes and Swift, ۱۹۹۰; Zuzel and et al,۱۹۹۰; Glasener and palm,۱۹۹۵; Lieffering and Mclay,۱۹۹۶). نتایج کلیه این تحقیقات تاکید بسیار برتاثیرات مثبت و مفید مواد آلی برخواص مختلف خـاك و میـزان تولیـدات کشـاورزی دارنـد. (Nurenberg and stammel, ۱۹۸۹) گزارش داده که افزایش ۱۲ تن کود مرغی به خاك ، در مقایسه با تیمار مصرف کـود هـای شـیمیای اختلاف معنـی داری بیـن عملکرد محصولات مختلف نشان داده است. همچنین) Sharma and et al,۱۹۸۱ (گزارش دادند که گیاه عدس به عنوان کود سبز می توانـد تـا ۴۰% ازت قابـل جـذب در اختیـار گیـاه قـرار دهـد و افزایـش معنـی داری در عملکـرد ایجـاد نمایـد. درمطـالعه ای دیگـری درخوزستان، بااستفاده از باگاس نیشکر به میزان ۲۰و ۴۰تن درهکتار توانستند به ترتیب ۷و ۱۱درصدجرم مخصـوص ظـاهری خـاك راکاهش دهند (صیاد وکاظمی، ۱۳۸۰).
به طورکلی هدف از کاربرد کودهای آلی بهبود شرایط بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی خاك می باشد و ایـن مـواد بعنـوان منبعـی از انرژی وعناصر غذایی برای اکوسیستم خاك مهم می باشند(Lampkin, ۱۹۹۴). مـواد کربـن دار نظیرکمپوسـت، کودهـای بیولـوژیکی، کودهای دامی و بقایای گیاهی در
صورتیکه به مقدارکافی مصرف شوند می توانند اثرات مفیدی برخصوصیات خـاك و افزایـش حاصـلخیزی آن داشـته باشـند(Erich and et al, ۲۰۰۲). همچنین کاربرد کودهای سبز می تواند باعث تمرکز عناصر غذایی در سطح خاك شده و قابلیت فراهمی آنهارا برای محصول بعدی افزایش دهد. کشت کودهای سبز در پاییز می تواند تلفات نیتراتها را از طریق جذب آنها پیش از آبشویی کـاهش دهـد (ملکوتی،۱۳۷۵).

تأمین عناصرغذایی مورد نیاز گیاهان با استفاده از کودهای آلی نقش کلیدی در نگه داری حاصـلخیزی خـاك و تولیـد گیاهـان زراعی دارد. (Brouwer, and Powell, ۱۹۹۸) . با توجه به تولید روز افزون مواد زاید شهری و از طرفی کاهش موادآلی خاك ها، به علت کشت و زرع مداوم، به گردش درآوردن مجدد این مواد زاید آلی به عنوان مواد اصلاح کننده خاك نسبت به دفن و سوزاندن آنها برتـری

دارد (Felipo, ۱۹۹۶). استفاده از انواع کودهای دامی نیز به طور مؤثری به اصلاح اراضی کشاورزی کمك می کند. کودگاوی موجب افزایش نفوذپذیری خاك، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاك، افزایش فعالی ت میکروبی و مواد غذائی خاك و در نهایت منجر به افزایش جذب عناصر غذائی توسط گیاه می شود

خاکها برای اینکه حاصلخیز باشند می بایستی بطور نسبی بیش از سه در صد مواد آلی داشته باشند مواد آلی موجب تیره شدن رنگ خاك و باعث جذب بیشتر حرارت در خاك می شود، خصوصیات فیزیکی خاك بهبود بخشیده و موجب تشکیل خاکدانه های مناسب وایجاد بستر خوب برای بذر می شود. عملیات خاکورزی را بهبود و در خاک موجب حفظ رطوبت بخصوص در مناطق دیم میگردد .(سالاردینی،۱۳۷۴). به دلیل در نظر نگرفتن اهمیت و تاثیرات مثبت مواد آلی در اراضی کشاورزی، اغلب خاك های کشور از این لحاظ دچار کمبود گشته و باعث کاهش چشمگیری در حاصلخیزی خاک شده است . هدایت و راهنمایی کشاورزان محلی در این ارتباط که سطح زیادی را شامل می شود، می تواند تاثیر بسزایی در افزایش میزان تولیدات کشاورزی داشته باشد و در ثبات و حفظ کشاورزی پایدار مؤثر واقع گردد.

مواد و روشها:

برای اجرای طرح ابتدا مطالعاتی از نظر وجود منابع مختلف مواد آلی در منطقه، همچنین ارزیابی امکانات موجود برای اجرای طرح، گام اول اجرای طرح بود. که بررسی های بعمل آمده در سال اول امکان اجرای طرح را در منطقه مقدور، و روشن گردید که در استفاده از منابع مواد آلی می توانیم از کود دامی به اضافه کاه وکلش وکود سبز (جو کشت شده در اول تابستان) که در منطقه استفاده از آنها بین کشاورزان مرسوم است استفاده نمائیم. برای اجرای طرح ابتدا قطعه زمینی را در مزرعه تحقیقاتی مرکز انتخاب نمودیم سپس نمونه خاك مرکب ، جهت آنالیز وتعیین مقدار عناصر موجود تهیه گردید. بعد طرح برای مدت ۳ سال متوالی در کرتهای ثابت باکشت محصول چغندر قند - گندم - چغندرقند، با نه تیمارمصرف مواد آلی از سه منبع در سه سطح) کود

دامی بمقدار ۵/۲ تن ، ۵ تن و ۱۰ تن در هکتار .کاه وکلش بمقدار ۵/۲ تن، ۵ تن و ۱۰ تن در هکتار. کودسبز (جوسبزشده) ۵/۲ تن ، ۵ تن و ۱۰ تن در هکتار) به اضافه تیمار شاهد، جمعا ۱۰ تیمار (T۱ - شاهد ، T۲ - کود دامی ۵/۲ تن در هکتار، T۳- کود دامی ۵ تن در هکتار، T۴ - کود دامی ۱۰ تن در هکتار ، T۵- کاه وکلش ۵/۲ تن در هکتار ، T۶ - کاه وکلش ۵ تن در هکتار ، T۷ - کاه کلش ۱۰ تن در هکتار، T۸ - کود سبز ۵/۲ تن در هکتار، T۹ - کود سبز ۵ تن در هکتار ، T۱۰ - کود سبز ۱۰ تن در هکتار)در سه تکرار در قالب طرح بلوك کامل تصادفی اجرا گردید .

در اول تیر ماه بعد از برداشت محصول غلات در کرتهای که قرار بود کود سبز مصرف گردد کشت محصول جو با سه تراکم مختلف انجام و در آخر پاییز همان سال بعنوان کود سبز زیر خاك گردید. در اول سال بعد اجرای طرح با ۱۰ تیمار در سه تکرار در کرتهای ثابت با کشت محصول چغندر قند شروع گردید. اجرای طرح بمدت سه سال متوالی (کشت محصول چغندر قند - کشت محصول گندم - کشت محصول چغندر قند) در کرت های ثابت ادامه یافت. کلیه عملیات کاشت، داشت و برداشت هر محصول در سالهای اجرا مطابق اصول و روش کاشت، داشت و برداشت هر محصول انجام و در طول سه سال اجرا طرح، کرتها ثابت و یادداشتهای لازم از عملیات زراعی مختلف از قبیل وجین ،تنك ،آبیاری ، سمپاشی بر الیحه آفات وبیماری، کود دهی، نمونه برداری و... انجام و ثبت گردید.ودر هر سال دادهای محصول بررسی، محاسبه ومورد تجزیه تحلیل آماری قرار گرفت . و بعد از سه سال، تاثیر متفاوت مواد آلی از منابع مختلف روی عملکرد محصول از نظر کمی و پایداری نوع مواد آلی در حاصلخیزی خاک از نتایج قابل توجه این طرح بود.

نتایج و بحث :

این طرح بمنظور بررسی تاثیر مواد آلی از منابع مختلف بر خواص فیزیکوشیمیایی خاك و عملکرد محصول در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی مغان در یك قطعه برای مدت ۳ سال متوالی در کرتهای ثابت با کشت محصول چغندر قند - گندم - چغندر قند با نه تیمار مصرف مواد آلی از سه منبع در سه سطح به اضافه تیمار شاهد، جمعا ۱۰ تیمار در سه تکرار در قالب طرح بلوك کامل تصادفی اجرا گردید . تجزیه واریانس میانگین عملکرد محصول در سالهای متوالی و مجم وعه عملکردهای سه سال نشان داد که بین تیمارها اختلاف بسیار معنیدار است(جدول ۱).

.جدول شماره۱ - تجزیه بررسی عملکرد محصول درسه سال اجرای طرح و تجزیه مرکب مجموع عملکرد محصول سه سال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد محصول سال اول	عملکرد محصول سال دوم	عملکرد محصول سال سوم	مجموع عملکرد محصول سه سال
بلوك	۲	۳۷۴/۷	۰۰۹/۷۸۵۸۴۶	۳۹۰/۱۷	۵۵۵/۱
تیمار A	۶	۹۸۴/۶۱ **	۱۸۱/۱۴۷۸۴۵۹**	۶۱۴/۱۰۸**	۸۵۸/۵۶۱**
خطا	۱۸	۹۳۹/۱۲	۷۸۶/۶۷۳۴۰	۸۸۲/۲۳	۷۱۰/۸۱
c.v (%)		% ۱۱/۱۰	۴۳/۴%	۴۰/۷%	۸۴/۶%

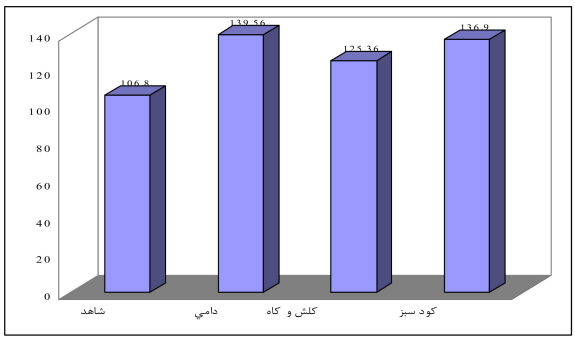
به ترتیب ۶/۷۱، ۴۶/۶و ۱/۷۶ تن در هکتار است. وکمترین عملکرد T۴ و T۱۰ ، T۴ بیشترین عملکرد در سال اول، دوم و سوم مربوط به تیمار .مربوط به تیمار شاهد به ترتیب ۸/۴۳ ،۳/۴ و۶/۵۸ تن در هکتار که کود آلی مصرف نکرده است می باشد(جدول ۲)

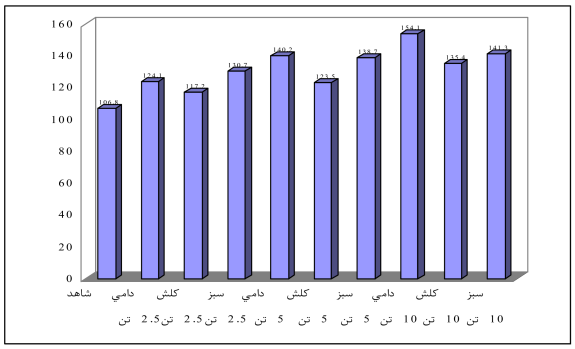
جدول شماره ۲- مقایسه میانگین بررسی عملکرد محصول درسه سال اجرای طرح و تجزیه مرکب مجموع عملکرد محصول سه سال.

تیمار	عملکرد محصول سال اول	عملکرد محصول سال دوم	عملکرد محصول سال سوم	مجموع عملکرد محصول سه سال
T۱	c ۴۳۸۳۰	۴۳۰۵d	c ۶۴/۵۸	d ۸/۱۰۶
T۲	۵۵۴۵۰bc	c ۵۲۷۰	abc ۳۷/۶۳	bcd ۱/۱۲۴
T۳	۶۲۴۵۰ab	۵۸۸۰b	ab ۸۷/۷۱	abc ۲/۱۴۰
T۴	۷۱۶۰۰a	ab ۶۳۶۱	a ۱۰/۷۶	a ۱/۱۵۴
T۵	bc ۵۲۲۸۳	c ۵۳۰۴	bc ۶۴/۵۹	cd ۲/۱۱۷
T۶	abc ۵۸۱۱۶	۵۹۲۴b	bc ۴۵/۵۹	bcd ۵/۱۲۳
T۷	ab ۶۳۷۸۳	a ۶۴۵۶	abc ۱۹/۶۵	abc ۴/۱۳۵
T۸	ab ۵۹۶۱۶	ab ۶۲۶۴	abc ۸۲/۶۴	abc ۷/۱۳۰
T۹	ab ۶۲۳۰۰	ab ۶۳۳۷	abc ۰۷/۷۰	abc ۷/۱۳۸
T۱۰	ab ۶۳۷۱۶	a ۶۴۶۰	abc ۱۳/۷۱	ab ۳/۱۴۱

همچنین با بررسی و مقایسه نمودارهای عملکرد تیمارها در مجموع سالها و و بین منابع مختلف کود آلی مشخص گردید که با افزایش مقدار مواد آلی مصرفی در کرتها، عملکرد محصول افزایش می یابد. واز نظر اثر بخشی به ترتیب بیشترین تأثیر را کود دامی بعد کود سبز و بعد کاه و کلش در عملکرد از خود نشان دادند. همچنین نتایج نشان داد که پایداری تأثیر کودآلی از منبع دامی در حاصلخیزی خاك در گذشت زمان نسبت به دو منبع دیگر (کود سبز و کلش) بیشتر است (شکل ۱ و ۲).

شکل ۱و۲:تفاوت عملکردها بین منابع مختلف کود آلی





منابع :

اسدی رحمانی، هادی . و سعید. سماوات . ۱۳۷۸. مواد آلی، اهمیت وافزایش آن در خاك نشریه فنی شماره ۴۲، موسسه تحقیقات خاك و آب نشر آموزش کشاورزی کرج .

سالاردینی، علی اکبر . ۱۳۷۴ . حاصلخیزی خاك شماره ۱۱۳۹، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، تهران، ایران.

صیاد . غلامعباس و حسین کاظمی . ۱۳۸۰ . بررسی تاثیر کاربرد باگاس نیشکر بربرخی خصوصیات فیزیکی خاك . مجله علوم خاك . جلد ۱۵ . شماره ۱، ۱۵۱-۱۴۴ .

ملکوتی ،محمد جعفر. ۱۳۷۵ . کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران.نشرآموزش کشاورزی،کرج،ایران.

Brouwer, J. and Powell , J. M., ۱۹۹۸. Increasing nutrient use efficiency in West African agriculture: the impact of micro-topography on nutrient leaching fromcattle and sheep manure, Agric. Eco. Environ,. ۷۱: ۲۲۹-۲۳۹.

Felipo, M. T., ۱۹۹۶. Compost as a source of organic matter in Mediterranean soils.P. ۴۰۲-۴۱۲. In: M. Bertoldi et al, (ed.) The science of composting. ۱st ed. Part ۱,Blakie Academic and Professional. Glasgow, UK..

Glasener, K.M.,and C.A. palm. ۱۹۹۵ . Ammonia volatilization from tropical legume mulches and green manures on unlimed and limed soils. Plant and soil . ۱۷۷:۳۳-۴۱ . printed in the Netherlands.

Haynes, R.J.,and R.S. Swift. ۱۹۹۰ . Stability of soil aggregates in relation to organic constituents and soil water content. J . Soi . Sci .۴۱:۷۳-۸۳.
Nuernberg , N . J ., stammel, JG. ۱۹۸۹. Crop yielde and soil chemical properties under different crop rotation . organic and mineral fertilizer treatments . Revista-Brasileira-de-Ciencia-do-solo. ۱۳:۱. ۸۷-۹۳ .
Sharma, R. C., K.C. Sud, and H.C. Sharma. ۱۹۸۱ Effect of soil organic matter on potato production and N.P.K. availability. Indian journal of agricultural chemistery. ۱۴(۱-۲) : ۱۳۳-۱۳۸ .
Stevenson ,F.J.۱۹۹۴.Humuschemistry.P.۱-۲۰ John Wiley and Sons Inc.New york.
Lampkin , N. ۱۹۹۴. Organic farming . published by farming press Booksand videes wharfedale Root . Ipswich o ۴LG - United Kingdom.
Lieffering, R.E.,and C.D.A. McLay . ۱۹۹۶ . the effect of strong hydroxide solutions on the stadility of aggregates and hydraulic conductivity of soil . European j . Soi. Sci . ۴۷:۴۳-۵۰.
Zuzel,j.F.,j.L. Jr. pikul , and P.E.Rasmussen. ۱۹۹۰ . Tillage and fertilizer effects on water infiltration. Soi. Sci . Soc . Am .j. ۵۴:۲۰۵-۲۰۸.

ABSTRACT:

Consumption of organic material from three sources in three levels plus a control treatment, a total of ۱۰ treatments in a randomized complete block design with three replications was conducted. Analysis of the average yield in consecutive years and yields of three years showed that a very significant difference between treatments. The highest yield in the first, second and third for the treatment T۴, T۱۰ and T۴, respectively, ۶/۷۱, ۴۶/۶ and ۱/۷۶ tons per hectare. Lowest yield control, respectively, ۸/۴۳, ۳/۴ and ۶/۵۸ tons of manure per hectare which is not consumed. It was also found that increasing the amount of organic materials used in the plots, yield increase and the highest effect after manure, green manure and straw yield showed. The results show that the stability of the effect of caudal animal source of soil fertility over time than the other two (green manure and straw) is higher.

معدنی شدن کربن آلیبقایای گندمدر خاک‌های آلوده به کادمیوم

زینب بیگدلی [۱]، احمد گلچین [۲]، سعید شفیعی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشدگروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲- استادگروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۳-دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده
به‌منظور بررسی تأثیر آلودگی کادمیوم بر معدنی شدن کربن آلی بقایای گیاهی گندمیک آزمایش به‌روش کیف کلش و به‌صورت گلدانی و با آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرارانجام شد. فاکتورهای موردبررسی شامل سطوح آلودگی خاک به کادمیوم (صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرمکادمیوم در کیلوگرم خاک) و مدت‌زمان خوابانیدن (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بود که تأثیر آن‌ها بر معدنی شدن کربن آلی بقایای گیاهی گندم موردبررسی قرارگرفت.نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کادمیوم هدررفت کربن آلی بقایای گندمکاهش یافت و کمترین درصد هدررفتکربنآلی بقایای گندممربوط به سطح ۸۰ میلی‌گرمکادمیوم در کیلوگرم خاک بود. میزان هدررفت کربن آلی بقایای گندم در ماه اول خوابانیدن ۳۱ درصد ودر سه ماهه بعدی خوابانیدن ده درصد و در مجموع ۴۱ درصد برای یک دوره چهار ماهه بود.
واژگان کلیدی: آلودگی خاک، کادمیوم، معدنی شدنکربن آلی

مقدمه
آلودگی خاک و زوال محیط زیست به‌عنوان یک مشکل جدی و چالش برانگیز مخاطراتی را برای انسان به‌وجود آورده است. در طول قرن گذشته افزایش جمعیت و بهره‌برداری بیرویه از منابع طبیعی، فرسایش و آلودگی خاک‌ها را به‌همراه داشته است. امروزه علاوه آلودگی خاک و زوال محیط زیست به‌عنوان یک مشکل جدی و چالش برانگیز مخاطراتی را برای انسان به‌وجود آورده است. در طول قرن گذشته افزایش جمعیت و بهره‌برداری بیرویه از منابع طبیعی، فرسایش و آلودگی خاک‌ها را به‌همراه داشته است. امروزه علاوه بر آلودگیهای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، مواد نفتی و صنعت، آلودگی خاک و آب با فلزات سنگین یکی از مشکلات زیست محیطی عمده در جوامع بشری است که علاوه بر کاهش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی، پایداری تولید و سلامت انسان را به‌مخاطره میاندازد. در میان فلزات سنگین، کادمیم بدلیل دارا بودن قابلیت تحرک و دوام زیاد دارای خطرات بیشتری است. میزان سمیت کادمیم برای گیاهان ۲۰ برابر سایر فلزات سنگین میباشد (Alloway, ۱۹۹۵; Jali et al, ۱۹۹۵). در مزارع کشاورزی، آلودگی خاک به کادمیوم به‌دلیل مصرف پساب‌های آلوده و استفاده بیرویه از کودهای فسفاته حاوی کادمیم، یک مشکل روبه گسترش است و دوام زیاد این فلز در خاک، سبب انباشته شدن آن در خاک و بر هم خوردن تعادل چرخه عناصر غذایی شده است (Ernest, ۱۹۹۶). کادمیم به‌سهولت توسط بیشتر گیاهان جذب میشود، اما حساسیت گیاهان و موجودات مختلف خاک به‌غلظت‌های بالای آن متفاوت است (McGrath, ۲۰۰۱; Ernest, ۱۹۹۶).

بسیاری از دانشمندان عقیده دارند که مواد آلی خاك، یک عنصرکلیدی در ارزیابی کیفیت خاك است (Gregorich et al, ۱۹۹۴)، چون ارتباط شدیدی با خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن دارد (Larson et al, ۱۹۹۴). هر عاملی که برروی فعالیت موجودات زنده خاک تأثیرگذار باشد می‌تواند بر میزان ماده آلی خاک نیز مؤثر باشد (Rottmann et al, ۲۰۰۹). سرعت تجزیه بقایای گیاهی به‌شدت توسط عوامل محیطی و کیفیت بقایا کنترل می‌شود و یکی از پارامترهای کلیدی که تحت‌تأثیر عوامل محیطی و کیفیت بقایا در خاک تغییر می‌کند جمعیت میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده بقایای گیاهی است (Gallardo and Merino, ۱۹۹۳; Berg et al, ۱۹۹۶). تجزیه کم مواد آلی که از آب و هوای نامناسب، واکنش نامطلوب خاک و آلودگی خاک به فلزات سنگین ناشی می‌شود می‌تواند به تجمع مواد آلی درخاک و بی‌تحرکی عناصر غذایی ضروری منجر شود (Cotrufo et al, ۱۹۹۵). چرخه کربن، از طریق فرایند تجزیه میکروبی، تعامل قوی با دیگر چرخه‌های عناصر، از جمله چرخه نیتروژن و فسفر دارد و مواد معدنی مغذی برای جذب گیاه را آزاد می‌سازد و از این‌رو، برای سلامت خاک ضروری است. فلزات سنگین با تأثیر بر جامعه میکروبی خاک بر سرعت چرخه کربن و سرعت تجزیه مواد آلی تأثیر می‌گذارند (Hendridcks, ۱۹۹۶). فری‌تاس و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه تأثیر آلودگی خاک به اورانیوم بر تجزیه بقایای گیاهی گزارش کردند که شیمی بقایای‌گیاهی و عوامل محیطی نقش مهمی در تجزیه ماده آلی محلول ایفا می‌کنند. مین لیائو و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که در زمین‌های بایر اصلاح شده در اطراف معدن مس، بیومس میکروبی و تنفس پایه تحت تأثیر سطوح بالای فلزات سنگین قرار گرفتند و با افزایش غلظت فلزات، کاهش یافتند. نتایج آن‌ها نشان داد که آلودگی خاک به فلزات سنگین تأثیر قابل‌توجهی بر ساختار جامعه میکروبی دارد و شاخص‌های نامبرده، شاخص‌های خوبی برای ارزیابی کیفیت خاک هستند. اگرچه فلزات سنگین در غلظت‌های بالا برای موجودات خاک مسموم‌کننده هستند و جلوگیری از تجزیه بقایای‌گیاهی ویژگی مشترک خاک‌های آلوده به فلزات سنگین است (Marschner and Kalbitz, ۲۰۰۳) ولی میزان سمیت این فلزات متفاوت بوده و غلظتی که مسمومیت در آن اتفاق می‌افتد، برای هر عنصر متفاوت بوده و لازم است که تعیین گردد. با وجود

ان‌که اطلاعات کلی در مورد کاهش تجزیه بقایای گیاهی در خاک‌های آلوده به کادمیوم وجود دارد اما مشخص نیست که غلظت‌های مختلف کادمیوم خاک چه مقدار دینامیک کربن آلی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. لذا هدف این پژوهش مطالعه تأثیر آلودگی کادمیوم خاک بر معدنی شدن کربن آلی در خاک‌های آلوده به مقادیر مختلف کادمیوم می‌باشد.

مواد و روش ها

یك نمونه مرکب خاک از عمق ۲۰-۰ سانتیمتری یک مزرعه تهیه و به آزمایشگاه منتقل و درهوایآزادخشك گردید. پسازعبور دادن خاك ازالکدومیلیمتر،برخیازویژگیهای فیزیکیوشیمیایی آن توسطروشهایاستانداردتعیین شدند (جدول ۱).بافتخاکبه‌روشهیدرومتری (Gee et al, ۱۹۸۶)وکربن آلی خاک به‌روش واکلی و بلاک با استفاده از بی‌کرومات پتاسیم در مجاورت اسیدسولفوریک غلیظ اندازه‌گیری شد(Nelson and Sommer, ۱۹۸۲).به‌منظوراندازه‌گیری دینامیک کربن آلی، بخش هوایی گیاه گندم برداشت و سپس بقایا به قطعات یک سانتی‌متری خردشدند وبه مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۵۵-۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدو سپس درون کیف های کلش قرار داده شدند.

جدول ۱ -برخي از ويژگي‌هاي في‌زيكي و شي‌مي‌ايي اندازه‌گيري‌شده در خاک مورد استفاده

PHخاک	بافت	کربن	سیلت	رس	شن
			درصد		
۸۸/۸	لوم رسی	۶۹/۸	۲۶	۳۳	۴۱

روش اجرای پژوهش

آزمایشبه‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه اجرا گردید. فاکتورهای موردبررسی شامل سطوح آلودگی خاک به کادمیوم (صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک) از منبع سولفات کادمیوم و مدت‌زمان خوابانیدن (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند که تأثیر آن‌ها بر معدنی شدن کربن آلی بقایای گیاهی گندم موردبررسی قرار گرفت. مقدار ۱۵ گرم بقایای گیاهی گندم با اندازه یک سانتی‌متر در کیف‌های کلش، قرار داده شد و کیف‌ها در عمق ۵ سانتی‌متری خاک‌های آلوده به سطوح مختلف کادمیومقراردادهشدند. برای این منظور از گلدان‌های پلاستیکی حاوی ۲ کیلوگرم خاک آلوده استفاده شد. رطوبت خاک گلدان‌ها با توجه به وزن آن‌ها در حد رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری و گلدان‌ها در رطوبت و دمای ثابت به‌مدت ۴ ماه خوابانیده شد. سپس در فواصل زمانی ۱، ۲، ۳ و ۴ ماه کیف‌های کلش از خاک‌های آلوده گلدان‌ها خارج و مقدار بقایای گیاهی گندم باقی‌مانده در آن‌ها اندازه‌گیری شد. در بقایای گیاهی گندم باقی‌مانده کربن آلی به‌روش خاکستر کردن اندازه‌گیری شد (Murungu, ۲۰۱۱).هدررفت کربن از کسر کربن باقیمانده در هر بازه زمانی از مقدار کربن باقیماندهدر بازه زمانی قبل محاسبه گردید.

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات:

داده‌های حاصل از آزمایش به کمک نرم‌افزار آماری SAS مورد بررسی قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

تأثیر مدت زمان خوابانیدن بر درصد هدر رفت کربن

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیربازه‌های زمانی خوابانیدن بر میزان هدررفت کربن بقایای گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

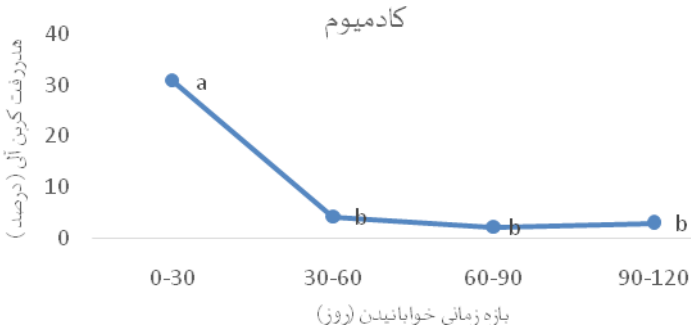
جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف کادمیوم وبازه‌های زمانی خوابانیدن بر هدررفت کربن بقایای گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات درصد هدررفت کربن
غلظت کادمیوم	۴	۲۳۷۶۲۳/۱۷۰ ۷
زمان خوابانیدن	۳	۳۵۷۴۶۲/۱۰۵*
غلظتکادمیوم× زمان خوابانیدن	۱۲	۱۲۳۶۶۵/۸۶*
اشتباه کل	۳۹	۵۵۷۵۸۴/۱

ضریب تغییرات (CV)	۸۸۱۲۶/۱۲

به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد ns و *

بیشترین مقدار هدررفت کربن آلی به میزان ۷۷/۳۰ درصد مربوط به اولین ماه خوابانیدن بقایا و کمترین مقدار هدررفت کربن آلی به میزان ۳۹/۲درصد مربوط به ماهسوم خوابانیدن یا بازه زمانی ۶۰تا ۹۰ روز بود.نتایج نشان داد که بیشترین مقدار هدررفت کربن آلی در اولین ماه خوابانیدن اتفاق افتاد و مقدار هدررفت در سه ماه بعدی خوابانیدن ناچیز بود(شکل ۱).

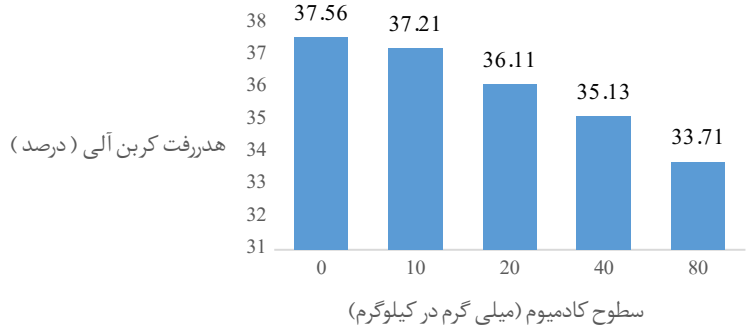


شکل ۱-تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر درصد هدررفت کربن آلی بقایای گندم

تأثیر سطوح مختلف کادمیوم بر درصد هدررفت کربن بقایای گندم

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح آلودگی خاک بهکادمیوم بر میزان هدررفت کربن از بقایای گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش سطوح آلودگی خاک بهکادمیوم درصد هدررفت کربن آلی از بقایای گندم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین درصد هدررفت کربن بقایای گندم مربوط به تیمار شاهد (۵۵/۳۷ درصد) و کمترین درصد هدررفت کربن آلی(۷۱/۳۳ درصد) مربوط به سطح ۸۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک بود(شکل ۲). در صد هدررفت کربن آلی در سطوح ۸۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم، کاهش معنی‌داری (پنج درصد) در برابر تیمار شاهد نشان داد(شکل ۲). کاهش درصد هدررفت کربن آلی می‌تواند ناشی از کاهش فعالیت میکروبی خاک در اثر افزایش غلظت کادمیوم خاک باشد.

چنی و همکاران (۱۹۷۸) گزارش کردند غلظت بالای فلزات سنگین می‌تواند اثرات مضر برتجزیه مواد آلی و فرآیندهای بیولوژیکی خاک داشته باشد.نتایج اغلب مطالعات نشان داده است که افزایش غلظت قابل‌جذب‌فلزات سنگین در خاک سبب کاهش جمعیت و فعالیت می‌کروبی،سرعت چرخه عناصرغذایی،تجزیه مواد آلي و فعالی‌ت آنزیمي خاك مي‌گردد.



شکل ۲ - تأثیر سطوح کادمیوم بر درصد هدر رفت کربن بقایای گندم

اثر متقابل بازه‌های زمان خوابانیدن و سطوح مختلف کادمیوم بر درصد هدررفت کربن بقایای گندم

اثر متقابل بازه‌های زمان خوابانیدن و سطوح مختلف کادمیوم خاک بر درصد هدررفت کربن بقایای گندم معنی‌دار $p<۰۰۰۱/۰$ بود(جدول ۲). بیشترین درصد هدررفت کربن بقایادرماهاول خوابانیدنیا بازه زمانی صفر تا ۳۰ روز و از تیمار شاهد بدست آمد. کمترین درصد هدررفت کربن نیز در ماهسوم خوابانیدن و از سطح ۸۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک اندازه‌گیری شد.در ماه‌های آخر خوابانیدن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد(جدول ۳).

جدول ۳- اثرات متقابل بازه‌های زمانی خوابانیدن و سطوح مختلف کادمیوم خاک بردرصد هدررفت کربن بقایای گندم

بازه‌های زمانی خوابانیدن(ماه)	سطوح کادمیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	درصد هدررفت کربن بقایا
۱	صفر	۰۶/۳۲a
	۱۰	۸۹/۳۱ a
	۲۰	۲۸/۳۱a
	۴۰	۹۹/۲۹ab
	۸۰	۷۳/۲۸b
۲	صفر	c ۶۷/۴
	۱۰	c۵۴/۴
	۲۰	c۰۵/۴
	۴۰	c۰۴/۴
	۸۰	c۸۴/۳
۳	صفر	c ۵۴/۲
	۱۰	c۵۴/۲
	۲۰	c۳۲/۲
	۴۰	c۳۰/۲
	۸۰	c۲۴/۲
۴	صفر	c۸۶/۲
	۱۰	a۵۲/۲
	۲۰	c۵۱/۲
	۴۰	c۲۶/۲
	۸۰	c۷۸/۳

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان دادکهمیزان معدنی شدن کربن آلی بقایای گیاهی گندم تحت تأثیر آلودگی خاک به کادمیوم کاهش می‌یابد.بیشترین میزان هدررفت کربن آلی در ماه اول خوابانیدن اتفاق می‌افتد و میزان هدررفت کربن آلی در ماه‌های بعدی خوابانیدن کم وناچیز می‌باشد.

منابع

Alloway, B. J. ۱۹۹۵. Heavy metals in moils. Blackie Academic and Professional. New York.

Andersson,A.۱۹۹۲. Trace elements in agricultural soils, fluxes and balances. Swedish Enviromental Protection Ageney. Report ۴۰۷۷.

Cotrufo. M. F., Virzo dc Santo, A., Alfani, A., Bartoli, G. and De Cristofaro, A. ۱۹۹۵. Effects ofurban heavy metal pollution on organic matter decomposition in *Quercus ilex* L. woods. Environmental Pollution. ۸۹(۱): ۸۱-۸۷

Chaney W.R., Kelley J.M. and Strickland R.C. ۱۹۷۸. Influence ofcadmium and zinc on carbon dioxide evolution from litterand soil from a black oak forest. Journal of EnvironmentalQuality. ۷: ۱۱۵-۱۱۹.

Ernest, W. H. O. ۱۹۹۶. Bioavailability of heavy metals and decontamination of soils by plants. Applied Geochemistry. ۱۱: ۱۶۳-۱۶۷.

Freitas, A. C., Rodrigues, D., Rocha-Santos, T. A., Gonçalves, F., Duarte, A. C. and Pereira, R. ۲۰۱۴. The impact of uranium mine contamination of soils on plant litter decomposition. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. ۶۷(۴):۶۰۱-۶۱۶.

Gallardo, A. and Merino,J. ۱۹۹۳. Leaf decomposition intwo Mediterranean ecosystems of southwest Spain: influenceof substrate quality. Ecology. ۷۴:۱۵۲-۱۶۱.
Gee, GW. and Bauder, JW. ۱۹۸۶. Physical and Mineralogical Methods. pp. ۳۸۳-۴۰۹. In: Clute A (ed). Methods of Soil Analysis, part ۱. ASA and SSSA, Medison Wisconsin.
Gregorich, E. G., Beare, M. H., Stoklas, U. and St-Georges, P. ۲۰۰۳. Biodegradability of soluble organic matter in maize-cropped soils. Geoderma. ۱۱۳(۳): ۲۳۷-۲۵۲.
Hendricks, C.W., ۱۹۹۶. The Effect of toxic chemicals on nutrient cycling processes in soils. pp. ۲۳۵-۲۷۰. In: Tarredellas, J., Bitton, G.and Rossel, D. (eds.), Soil Ecotoxicology. Lewis, New York.
Jalil, A., Selles, F. and Clark, J. M. ۱۹۹۴. Effect of Cd on growth and uptake of Cd and other elements by durum wheat. Journal of Plant Nutrition. ۱۷:۱۸۳۹-۱۸۵۸.
Larson, W. E. and Pierce, F. J. ۱۹۹۱. Conservation and enhancement of soil quality. pp. ۱۷۵-۲۰۳. In:Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World. IBSRAM Proc., ۱۲th,Bangkok, Thailand.
Liao, M. and Xiao, M. ۲۰۰۷ Effect of heavy metals on substrate utilization pattern, biomass, and activity of microbial communities in a reclaimed mining wasteland of red soil area. Ecotoxicology and Environmental Safety. ۶۶(۲):۲۱۷-۲۲۳.
Marschner, B. and Kalbitz, K. ۲۰۰۳. Control of bioavailabilityandbiodegradation of dissolved organic matter in soils. Geoderma. ۱۱۳ (۳-۴): ۲۱۱-۲۳۵.
McGrath, S. P., Zhao, F. J. and Lombi, E. ۲۰۰۱. Plant and rhizosphere processes involved in phytoremediation of metalcontaminated soils. Plant and Soil. ۲۳۲: ۲۰۷-۲۱۴.
Murungu. F. S., Chiduza, C., Muchaonyerwa. P. and Mnkeni, P. N. S. ۲۰۱۱. Decomposition, nitrogen and phosphorus mineralization from winter-grown cover crop residues and suitability for a smallholder farming system in South Africa. NutrCyclAgroecosyst. ۸۹:۱۱۵-۱۲۳.
Nelson, D. W. and Sommer, L. E. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon, and organic matter. pp. ۵۹۵- ۶۲۴. In: Page,A. L. (eds.). Methods of Soil Analysis. Part ۲. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy. Madison, W I.
Van Nevel, L., Mertens, J., Demey, A., De Schrijver, A., De Neve, S., Tack, F. M. and Verheyen, K. ۲۰۱۴. Metal and nutrient dynamics in decomposing tree litter on a metal contaminated site. Environmental Pollution. ۱۸۹: ۵۴-۶۲.

Abstaract

In order toevaluate the effects ofcadmiumcontaminationoncarbon mineralization ofwheatresiduesafactorial experiment were conducted using acompletely randomized designandthreereplications. Factorswere examinedlevels ofsoil contamination bycadmium(۱۰, ۲۰, ۴۰ and۸۰mgof cadmiumper kg of soil) and incubation periods (۱, ۲, ۳ and ۴ months). The results showed thatby increasing theconcentration of soilcadmium, mineralization oforganic carbon inwheatresiduesdecreased and the lowest percentage oforganic carbonloss were obtained for treatment with۸۰mgcd kg-۱ soil.The amount of organic carbon lost in the first month of incubation was ۳۱% with a total amount of ۴۱% for four months.

بررسی حذف آلودگی فسفات از آب آلوده با استفاده از نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده

شهریار مهدوی [۱] ، مهدی عبدلی [۲]
۱-استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزیدانشگاه ملایر

چکیده
بطور کلی اهداف این تحقیق عبارت است از: ۱) بررسی حذف فسفات از محلول‌های آبی از طریق نانوذرات دی اکسیدتیاتنیوم ساده و اصلاح شده با هومیک اسید ۲) معرفی نانو ذرات بعنوان جاذب جدید برای فسفات ۳) تاثیر عوامل موثر در فرایند جذب شامل: پ‌هاش ، غلظت جاذب ، زمان تماس ۴) سپس با اعمال شرایط بهینه ، ایزوترم در غلظت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰میلی‌گرم در لیتر فسفات مورد مطالعه قرار گرفت و داده‌ها به مدل ایزوترمی فروندلیچ برازش داده شدند.با استفاده از داده‌های ایزوترمی این نتیجه حاصل شد که در محلول ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر فسفات، میزان جذب توسط نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده به ترتیب به ۱/۲۲ و ۴/۴۷ میلی‌گرم در گرم رسید. بنابراین نانو ذره دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده جاذب بهتری نسبت به دی اکسید تیتانیوم ساده می باشد.

واژه های کلیدی: نانو ذره دی اکسید تیتانیوم، فسفات، حذف

مقدمه
آلاینده‌های آلی و غیرآلی متعددی وجود دارند که در آب و خاک حایز اهمیت هستند. اما عمده آلاینده‌های غیرآلی متداول شامل نیترات، فسفات و فلزات سنگین می باشند[۱]. مصرف بی‌رویه فسفات پدیده سرشاری که منجر به مشکلات کوتاه مدت و بلند مدت محیطی می شود را ایجاد می کند][۲.حد مجاز فسفر برای فاضلابهای شهری برای جلوگیری از پدیده سرشاری از ۵/۰ تا ۱ میلی گرم بر لیتر است[۳]. برای حذف فسفات از منابع آلوده روش‌های متعددی همانند: رسوب شیمیا یی، تبادل یونی، تیمار ها ی بیولوژیک و جذب سطحی مورد نظر می‌باشد که یکی از راه‌های کاهش آلودگی، با میزان راندمان حذف بالا و بدون تولید محصولات مضر، جذب سطحی شیمیایی است[۴]. و از بین جاذب های متداول ، یکی از مهمترین جاذب های شیمیایی ذرات نانو میباشند. ذرات نانو دارای قطر کمتر از ۱۰۰ نانومتر در یکی از ابعاد و سطح ویژه بالا می باشند. کاربرد نانو جاذب فقط بعلت ظرفیت بالای جذب نیست بلکه بدلیل توانایی استفاده مجدد از این مواد نیز می‌تواند باشد[۵,۶]. لذا با این توضیح استفاده از نانو ذرات می‌تواند جایگزین مناسبی برای جذب فسفات از محلول‌های آبی باشد. مطالعاتی در مورد حذف آلودگی های موجود در آب با استفاده از نانو جاذب های مختلف انجام شده است: زاچ میور و همکاران جذب فسفات توسط نانو جاذب اکسید آهن را مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند کهجذب فسفات توسط مگنتیت اساسا" با مکانیسم تبادل لیگاند صورت می گیرد [۷].
زانگ و همکارانتثبیت فسفات روی مگنتیت را مورد بررسی قرار دادندو به این نتیجه رسیدند که انواع ذرات مگنتیت قابلیت متفاوتی از جذب فسفات در آب را با توجه به اندازه‌ی مواد و ویژگی‌های سطح دارا می باشند [۸].
هدف از انجام این مطالعه بررسی میزان حذف آلودگی فسفات از منابع آبی با استفاده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم ساده (TiO_2) و دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده با هومیک اسید ($H-TiO_2$) و بررسی عوامل موثر بر آن شامل پ هاش ، دما ، غلظت جذب و زمان و ارائه جاذب مناسب برای حذف فسفات از آب آلوده می باشد.

مواد و روش‌ها
تهیه نانو ذرات دی دی اکسید تیتانیومساده و اصلاح شده
نانوذرهدی اکسید تیتانیوم(TiO_2)تهیه و سطح آن با هومیک اسیدبه روش (مهدوی و همکاران،۲۰۱۴) اصلاح گردید[۹].
اثر پ هاش
محلول‌های ۲۰۰ میلی گرم در لیتر فسفات با پ‌هاش‌های بین ۲ تا ۸ ساخته شد و سپس مقدار ۰۲۵/۰گرم از ذرات نانو به ۲۵سی‌سی از نمونه فسفات اضافه گردید و میزان فسفات نمونه‌ها بعد از ۲۴ ساعت (زمان تعادل) اندازه‌گیری شد تا پ‌هاش بهینه مشخص گردد.
اثر زمان
مقدار ۰۲۵/۰گرم از ذرات نانو به ۲۵ سی‌سی از نمونه فسفات با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در بازه‌های زمانی (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰و ۱۴۴۰) دقیقه نمونه‌گیری و مقدار فسفات تعادلی قرائت گردید و زمان بهینه جذب تعیین گردید.

اثر غلظت جاذب

برای بررسی تاثیر غلظت جاذب در مقدار حذب، مقادیر مختلف نانو جاذب‌ها در غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم بر لیتر به ۲۵سی‌سی محلول فسفات ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اضافه شد ودر زمان تعادل ۲۴ ساعت میزان جذب مورد بررسی قرار گرفت تا غلظت بهینه جاذب تعیین گردد.

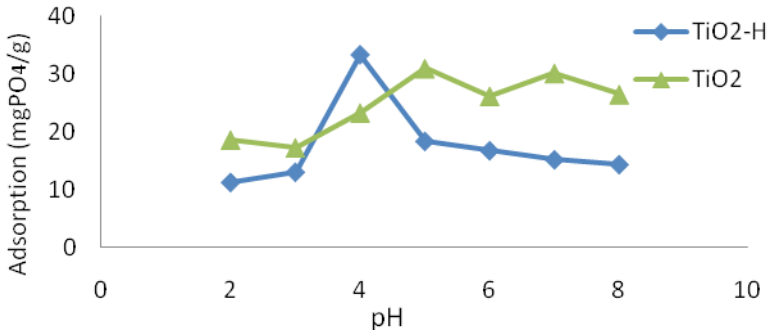
ایزوترم های جذب

در این مرحله با اعمال شرایط بهینه در غلظت‌های مختلف فسفات(۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰میلی‌گرم بر لیتر) مقدار جذب فسفات اندازه‌گیری شد و داده‌ها با مدل های ایزوترمی فروندلیچ و لانگمویر مورد بررسی قرار گرفتند تا میزان و مکانیزم احتمالی جذببرای جاذب‌ها بدست آید.

نتایج و بحث

نتایج اثر پ هاش بر مقدار جذب

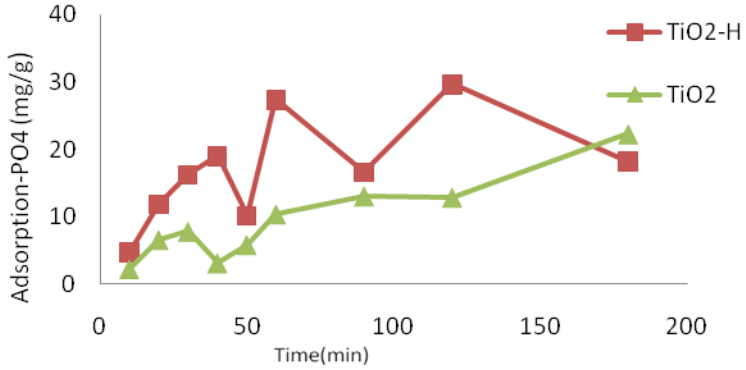
نتایج حاصل اثر پ‌هاش بر مقدار جذب بر حسب میلی گرم بر گرم برای ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده به صورت شکل (۳) بدست آمد. این شکل نشان می‌دهد که پ هاش بهینه برای دی اکسید تیتانیوم ساده ۵ که مقدار جذب ۰/۳۰ میلی‌گرم برگرم و برای دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده ۴ که مقدار جذب ۳/۳۳ میلی‌گرم برگرم می‌باشد.



شکل۳) تأثیر پ‌هاش‌های مختلف بر مقدار جذب فسفات توسط ذرات نانوی ساده و اصلاح شده

نتایج اثر زمان بر مقدار جذب

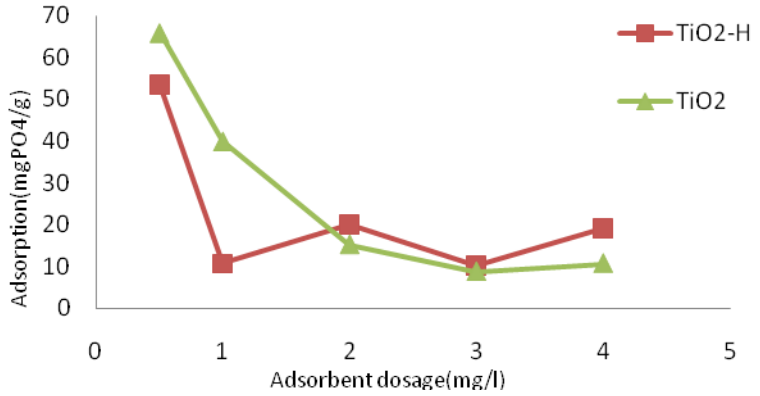
نتایج حاصل اثر زمان (دقیقه) بر مقدار جذب بر حسب میلی‌گرم برگرم برای ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده به صورت شکل(۴) بدست آمد. این شکل نشان می‌دهد که با افزایش زمان مقدار جذب فسفات توسط ذرات نانو افزایش می‌یابد. زمان بهینه برای دی اکسید تیتانیومساده ۱۴۴۰دقیقه که مقدار جذب ۰/۳۹میلی‌گرم برگرم و برای دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده ۱۲۰ دقیقه که مقدار جذب ۷/۲۹ میلی‌گرم برگرم بود.



شکل۴) تأثیر زمان‌های مختلف بر مقدار جذب توسط ذرات نانو

نتایج اثر غلظت نانو ذرات بر مقدار جذب

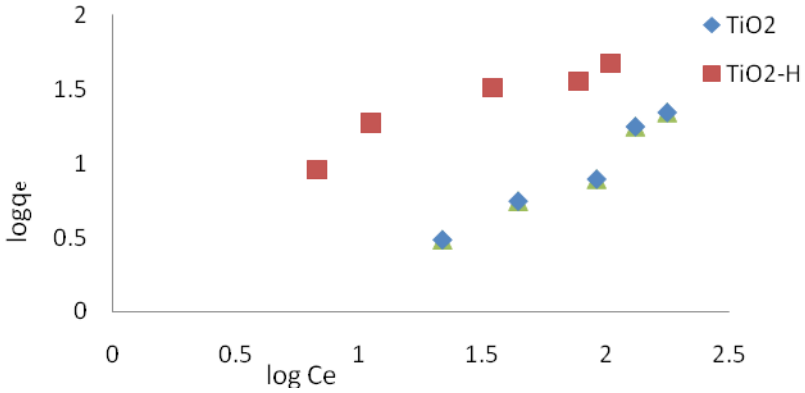
نتایج حاصل اثر غلظت بر مقدار جذب بر حسب درصد برای ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده به صورت شکل(۵) بدست آمد. غلظت بهینه برای دی اکسید تیتانیوم ساده ۱ که مقدارجذب ۳۹.۹و برای دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده ۲ که مقدار جذب ۲۰ میلی گرم بر گرم بود



شکل ۵) تأثیر غلظت‌های مختلف بر مقدارجذب توسط ذرات نانو

نتایج ایزوترم

نتایج حاصل ایزوترم برای ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده نشان داد که با افزایش غلظت فسفات مقدار جذب آن نیز توسط نانو ذرات افزایش می‌یابد به گونه‌ای که در غلظت ۲۰۰میلی‌گرم بر لیتر در هر دو ذره دارای بیشترین مقدار جذب است. که این مقدار در دی اکسید تیتانیوم ساده ۱/۲۲ میلی‌گرمدرگرم و در دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده ۴/۴۷ میلی‌گرمدرگرم است و نشان می‌دهد جذب فسفات توسط دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده بیشتر از دی اکسید تیتانیوم ساده است.



شکل ۸) فرم خطی مدل فروندلیچ

جدول ۱) پارامترهای مختلف معادله فروندلیچ

پارامترهای فروندلیچ		
R^2	(mg/g) K_f	n

۱/۱	۱۶/۰	۹۵/۰	TiO_2
۹/۱	۲۴/۴	۹۱/۰	TiO_2 - H

جدول۲)شرایط بهینه برای نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ساده و اصلاح شده

پ هاش بهینه (مقدار جذب *)	زمان بهینه (مقدار جذب)	غلظت بهینه جاذب (مقدار جذب)	ظرفیت جذب (مقدار جذب)
۱۴۴۰	۵ (۳۰)	TiO_2 دقیقه (۳۹)	۱میلی گرم بر لیتر (۹/۳۹)	۲۰۰ میلی گرم بر گرم (۱/۲۲)
۱۲۰	۴ (۳/۳۳)	TiO_2-Hدقیقه (۷/۲۹)	۲میلی گرم بر لیتر (۲۰)	۲۰۰میلی گرم بر گرم (۴/۴۷)

مقدار جذب: برحسب میلی گرم بر گرم جاذب*

نتیجه گیری کلی

با توجه به داده های بدست آمده از مطالعه میزان جذب دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده با هومیک اسید بیشتر از دی اکسید تیتانیوم ساده است. همچنین نانو جاذب دی اکسید تیتانیوم اصلاح شده در مدت زمان کمتری مقدار بیشتری از فسفات موجود در آب را حذف می کند. بنابراین اصلاح نانو جاذب دی اکسید تیتانیوم با اسید هومیک می‌تواند مقرون به صرفه باشد.

منابع

[۱] اوستان، ش. ۱۳۸۳ . شیمی خاک با نگرش زیست محیطی (ترجمه) . انتشارات دانشگاه تبریز

[۲] E. Oguz, A. Gurses, M. Yalcin, Removal of Phosphate from Waste Waters by Adsorption Water, Air, Soil Pollut. ۱۴۸ (۲۰۰۳) ۲۷۹-۲۸۷.

[۳] Ren. Z, Shao. L, Zhang. G, Adsorption of Phosphate from Aqueous Solution Using an Iron-Zirconium Binary Oxide Sorbent Water, Air, Soil Pollut. ۲۲۳:۴۲۲۱-۴۲۳۱(۲۰۱۲).

[۴] S. Zhang, X.Y. Li, J.P. Chen, An XPS study for mechanisms of arsenate adsorption onto a magnetite-doped activated carbon fiber J. Colloid Sci. ۳۴۳ (۲۰۱۰) ۲۳۲-۲۳۸.

[۵] Labille. J, Brant. J, Stablity of nanoparticles in water, Nanomedicine-UK ۵ (۲۰۱۰) ۹۸۵-۹۹۸.

[۶] F. Cabrera, P. De Arambarri, L. Madrid, C.G. Toca, Desorption of phosphate from iron-oxid in relation to equilibrium PH and porosity Geoderma ۲۶ (۱۹۸۱) ۲۰۳-۲۱۶.

[۷] A. Zach-Maor, R. Semiat, H. Shemer, Adsorption-desorption mechanism of phosphate by immobilized nano-sized magnetite layer : Interface and bulk interactions, J. Colloid and Interface Sci. ۳۶۳ (۲۰۱۱) ۶۰۸-۶۱۴.

[۸] G. Pan, L. Li, D. Zha, H. Chen, Immobilization of non-point phosphorus using stabilized magnetite nanoparticle with enhanced transportability and reactivity in soils, Environmental Pollution. ۱۵۸ (۲۰۱۰) ۳۵-۴۰.

[۹] Mahdavi S, Jalali M, Afkhami A (۲۰۱۴) Heavy metals removal from aqueous solutions by Al_2O_3 nanoparticles modi ed with natural and chemical modi ers. Clean Techn Environ Policy DOI ۱۰.۱۰۰۷/s۱۰۰۹۸-۰۱۴-۰۷۶۴-۱(in press).

Abstract

Overallobjectives ofthisresearchare:۱) study the possibility of removal ofphosphatefrom thewater.۲) The introductionnewnanoparticlesas adsorbentsforphosphate. ۳) Study the impact of different factors inthisprocesssuch as:pH(۲, ۳, ۴, ۵, ۶, ۷, and۸), adsorbentdosage(۰.۵,۱, ۲, ۳and۴g/l), contact time (۱۰,۲۰, ۳۰, ۴۰, ۵۰, ۶۰, ۹۰, ۱۲۰,۱۸۰ and ۱۴۴۰ min).Bycreatingoptimal conditions in isotherms, experiments atconcentrationsof ۰,۲۵, ۵۰, ۱۰۰, ۱۵۰and۲۰۰mg/l phosphate were studied. Isothermresultsshowedin phosphateconcentrationof ۲۰۰mg/l and inoptimalconditions, sorption of phosphate on bare and modify titanium dioxidenanoparticlesreached to۲۲.۱ and ۴۷.۴mg/g, respectively.Sothemodifiedtitanium dioxide nanoparticlescompare to baretitanium dioxide,isbetter adsorbent.

تاثیر بیوچار و ورمی کمپوست بر میزان کلروفیل دو رقم گوجه فرنگی ریوگراندس و روت جرز

ندا محرری [۱]، کامران راهنما [۲] ، امیر لکزیان [۳] علی تهرانی فر [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه غیر انتفاعی بهاران، ۲- دانشیار دانشگاه غیر انتفاعی بهاران، ۳-استاد بخش علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

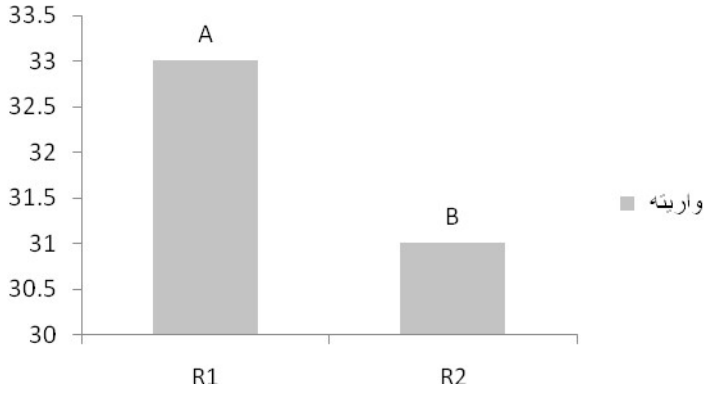
چکیده
بیوچار ماده جامدی است که حاصل تبدیل بیوماس گیاهی است که در شرایط کمبود اکسیژن در دمای ۴۵۰ تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد تولید می‌شود . بیوچار بعنوان اصلاح کننده خاک و یا بمنظور احیای اراضی و همچنین برای محافظت محیط در برابر آلاینده های خاص مورد استفاده قرار می گیرد. آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه انجام شد و تاثیر بیوچار و ورمی کمپوست بر میزان کلروفیل دو کولتیوار گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که واریته ریوگراندس مقدار کلروفیل کمتری نسبت به واریته روت جرز داشت. نتایج آزمایش همچنین نشان داد که ورمی کمپوست تاثیر بسیار مثبتی بر میزان کلروفیل هر دو واریته گوجه فرنگی داشت و محتوی کلروفیل نسبت به سایر تیمارهای اختلاف معنی داری داشت ولی بیوچار تاثیر منفی بر محتوی کلروفیل دو کولتیوار ریوگراندس و روت جرز داشت.

واژه های کلیدی: ریوگراندسوروتجرز ، ورمی کمپوست ، بیوچار

مقدمه
بیوچار نامی برای چارکول بوده زمانی که از آن برای اهداف خاص به خصوص به عنوان اصلاح کننده خاک استفاده می شود. بیوچار از طریق فرآیند پرولسیس زیست توده گیاهی تولید می شود. در طی فرآیند پرولسیس با حرارت دادن زیست توده گیاهی در محیطی عاری از اکسیژن، محصول عمل که شامل ماده جامد بیوچار و مقادیری از مایعات و گازها هستند حاصل می شوند. در چنین فرآیندی حضور اکسیژن مانع از انجام احتراق می‌گردد. عملکرد نسبی محصولات به دست آمده از پرولسیس بسته به درجه حرارت به کار رفته متفاوت می باشد (Winsley ۲۰۰۷). در طبیعت انجام فرآیند پرولسیس از طریق وقوع یکسری اتفاقات طبیعی مانند آتش سوزی جنگل و مراتع انجام شده و در نتیجه بیوچار در خاک‌های سراسر جهان می تواند تولید شود. در مطالعات اخیر بیوچار به عنوان رهیافتی در جهت ترسیب کربن و جلوگیری از نشر دی اکسید کربن در اتمسفر اهمیتیافته است (Woolf ۲۰۰۸). بر این اساس می توان گفت بیوچار از طریق ترسیب کربن پتانسیل کنترل نوسانات آب و هوایی را عهده دار است. در حالیکه تجزیه طبیعی زیست توده گیاهی و ضایعات کشاورزی باعث ورود مقادیر زیادی از دی اکسید کربن به اتمسفر می شود. یکی دیگر از ویژگی های منحصر به فرد این ماده قابلیت افزایش حاصلخیزی خاک و بالا بردن بهرهوری کشاورزی بوده به گونه ای که خاکهای مناطقی که حاوی بیوچار هستند جز حاصلخیزترین خاکها به حساب می آیند. این تحقیق بمنظور مطالعه تاثیر دو اصلاح کننده خاک، ورمی کمپوست و بیوچار بر روی میزان کلروفیل دو رقم ریوگراندس و روت جرز گوجه فرنگی انجام شده است.

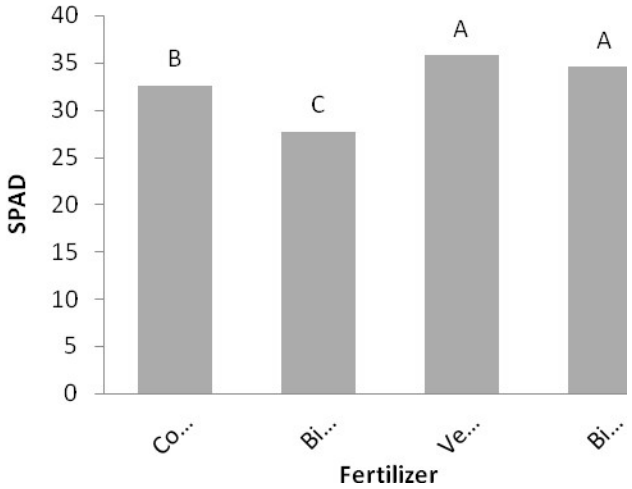
مواد و روش‌ها
مقدار ۱۰۰ کیلو گرم خاک اسیدی از منطقه لاهیجان برای انجام آزمایش جمع آوری شد و سپس مقداری از نمونه خاک هواخشک و از الک ۲ میلیمتری عبور داده و در آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه بیوچار مقدار ۵۰ کیلوگرم چوب درخت چنار تهیه و در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد در عدم حضور اکسیژن قرار داده شد. سپس بیوچار حاصله اندازه ذرات ۲ تا ۴ میلیمتری تفکیک شدند و برای آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. ورمی کمپوست حاصل از کود گاوی از کارخانه کمپوست مشهد خریداری و جهت آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل انجام شد. فاکتور های آزمایش شامل فاکتور اول دو رقم ریوگراندس (R۱) و روت جرز (R۲) گوجه فرنگی، و فاکتور دوم شامل ۳ کود زیستی ورمی کمپوست ، بیوچار ، بیوچار و ورمی کمپوست و شاهد با ۳ تکرارکه جمعا از ۲۴ واحد آزمایشی تشکیل شد.

نتایج و بحث
نتایج حاصل از مقایسه عدد اسپد بین دو رقم گوجه فرنگی نشان داد که میزان این عدد در رقم ریوگراندس در مقایسه با رقم روت جرز بیشتر بوده و این اختلاف بین دو رقم از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار بود (شکل ۱) . اگرچه عدد اسپد دقیقا میزان کلروفیل را نشان نمی دهد اما می تواند شاخص نسبتا قابل قبولی از کلروفیل دو گیاه باشد. مورکووسکی (۲۰۰۱) گزارش کرد که واریته های مختلف گوجه فرنگی در برابر تغییرات درجه حرارت محیط رفتارهای متفاوتی داشته و بر میزان کلروفیل تاثیر داشته است. او همچنین گزارش کرد که رقم روبین از بقیه ارقام در برابر خسارات ناشی از حرارت محیط تحمل بیشتری دارد.



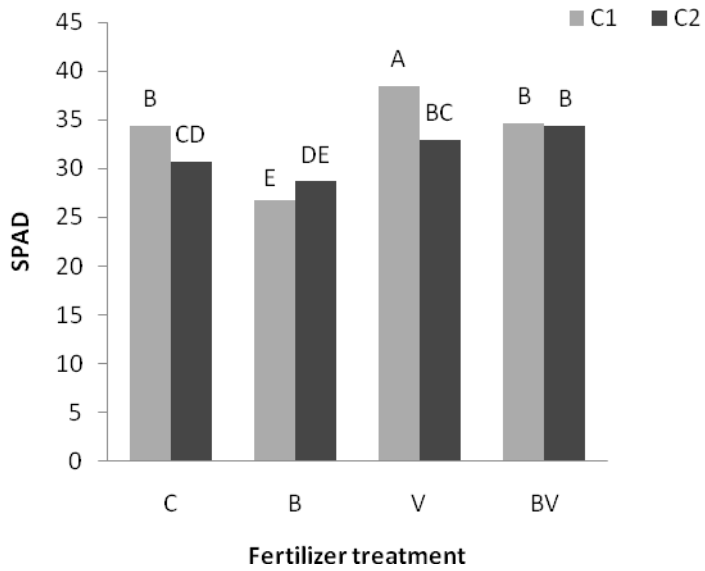
گوجه فرنگی(R۲) و روت جرز (R۱)در دو رقم ریوگراندس (SPAD) شکل ۱ : مقایسه میانگین عدد اسپد

نتایج حاصل از آزمایش همچنین نشان داد که تیمار کودی ورمی کمپوست بالاترین عدد اسپد را در هر دو رقم گوجه فرنگی داشت.. پس از آن تیمار ورمی کمپوست و بیوچار در مقام دوم قرار گرفت ولی اختلاف بین تیمار ورمی کمپوست و ورمی کمپوست همراه بیوچار از لحاظ آماری معنی دار نبود (شکل ۲). تیماهای شاهد و بیوچار به ترتیب در مقام های سوم و چهارم قرار گرفتند . همچنین نتایج آزمایش نشان داد که کمترین عدد اسپد به تیمار بیوچار تعلق داشت . تفاوت بین تیمار بیوچار و شاهد و ورمی کمپوست از نظر آماری در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی داری را نشان دادند. به نظر می رسد که کاربرد بیوچار سبب کاهش عدد اسپد شده است. به عبارت دیگر بیوچار میزان کلروفیل هر دو واریته را به مقدار زیادی کاهش داده و این کاهش از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است. تاتارکوآ و همکاران (۲۰۱۳) مطالعه ای بر روی تاثیر بیوچار حاصل از کاه گندم بر روی جذب علف کش ها و خصوصیات رشدی گیاه آفتاب گردان انجام دادند. نتایج حاصل از پژوهش های آن ها نشان داد که مصرف بیوچار سبب کاهش رنگدانه های کلروفیل a و کلروفیل b شده است که نتایج تحقیق آن ها نتایج حاصل از این آزمایش را تایید می کند.



شکل ۲ : مقایسه میانگین عدد اسپد (SPAD) دو رقم ریوگراندس و روت جرز گوجه فرنگی در تیمارهای کودی

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که اولا رقم ریوگراندس عدد اسپد بالاتری تسبت به رقم روت جرز داشت (شکل ۳) . ثانیا تیمار بیوچار باعث کاهش بیشتری از عدد اسپد در رقم ریوگرانداس نسبت به روت جرز شد و همچنین نتایج نشان داد که تیمار ورمی کمپوست بیشترین تاثیر را بر رقم ریو گراندس داشته است زیرا بالاترین عدد اسپد در این تیمار مشاهده شد .به نظر می رسد که رقم ریوگراندس نسبت به تیمارهای مختلف کودی واکنش بیشتری در مقایسه به رقم روت جرز نشان داده است (شکل ۳) .



شکل ۳ :اثر متقابل دو رقم گوجه فرنگی وچهار تیمار کودی بر عدد اسپد

منابع

Abduli M.A. Amini L. Madadians S. Gitipour S. ۲۰۱۳. Efficiency of vermicompost on uantitative and qualitative growth of tomato plants. *International Journal of Environmental Research*, ۷ : ۴۶۷-۴۷۲

Graber, E.R., Y. Meller-Harel, M. Kolton, E. Cytryn, A. Silber, D. Rav David, L. Tsechansky, M.Borenshtein and Y. Elad, ۲۰۱۰. Biochar impact on development and productivity of pepper and tomato grown in fertigated soilless media. *Plant and Soil*, ۳۳۷ : ۴۸۱-۴۹۶.

Tatarkova.V , Hiller E and MarekVaculiK .۲۰۱۳. Impact of wheat straw biochar addition to soil on the sorption, leaching, dissipation of the herbicide (۴-chloro-۲-methylphenoxy)acetic acid and the growth of sunflower (Helianthus annuus L.). Ecotoxicology and Environmental Safety ۹۲ : ۲۱۵-۲۲۱

Winsley, Peter (۲۰۰۷). "Biochar and bioenergy production for climate change mitigation". New Zealand Science, Review ۶۴

Woolf, D., ۲۰۰۸. Biochar as a soil amendment : A review of the environmental implications In : Swansea

Abstract

Biochar is a solid material which is obtained from thermo chemical conversion of plant biomass in an oxygen-limited environment. Biochar can be used for a range of applications such as soil conditioner, land reclamationand protection against particular environmental pollution. An experiment was conducted (completely randomized design with three replications) to evaluate the effect of biochar and vermicompost on chlorophyll content of two cultivar of tomato, Rio Grande and Rutgers. The results showed that Rio-grande had more chlorophyll content compare to Rutgers cultivar. Vermicompost treatment had a positive effect while biochar had a negative effect on chlorophyll content of two cultivars of tomato.

تأثیرکاربرد سه نوع مادهآلیآزولا،ورمیکمپوستوساقهذرتبررشدگیاهگندم

شرفا، م [۱]،جاوید، ع [۲]و فرحبخش، م [۳]
۱-استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران،
۳- استادیارگروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران،

چکیده
با مصرف روز افزون کودهای شیمیایی، توسعه کشت متراکم، استفاده از ارقام پرمصرف، عدم برگشت بقایای گیاهی به خاک و سوزاندن آن‌ها، سالیانه از میزان ماده آلی خاک به میزان قابل توجهی کاسته می‌شود و در نتیجه باعث کاهش باروری و حاصلخیزی خاک گردیده است. در این مقاله تأثیر سه ماده آلی آزولا، ورمی‌کمپوست و ساقه ذرت با C/Nمتفاوت را روی رشد گندم مورد بررسی قرار دادیم. مواد آلی با سه سطح ۰/۵، ۱ و ۲ درصد در دو عمق ۴ سانتی‌متری گلدان و دیگری کل گلدان به خاک اضافه شد. نتایج نشان داد که تمام تیمارها در مقایسه با شاهد سبب افزایش رشد گندم بصورت معنی دار شده است اما تیمار آزولا در سطح ۲ درصد (با C/N کمتر نسبت به دو ماده آلی دیگر) بیشترین افزایش رشد را داشته است. همچنین در مورد اضافه کردن ماده آلی در دو عمق در مورد ساقه ذرت و ورمی کمپوست اختلاف معنی داری وجود نداشت اما وقتی آزولا در کل گلدان اضافه شد بدلیل نفوذ ریشه در اعماق ، گندم رشد بیشتری نسبت به وقتی که در ۴ سانتی‌متری اول گلدان اضافه گردید، داشت.

واژه‌های کلیدی: آزولا، ساقه ذرت، نسبت کربن به ازت، ورمی کمپوست

مقدمه
ایران از نظر آب و هوائی در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است که بررسی‌ها نشان می‌دهد در بیش از ۶۰ درصد از اراضی زیر کشت میزان کربن آلی کمتر از یک درصد و در بخش قابل توجهی از آن کمتر از ۰/۵ درصد می‌باشد. این در حالی است که با توجه به نقش مواد آلی در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مقدار بهینه کربن آلی در خاک بین دو تا سه درصد برآورد می‌گردد. با مصرف روز افزون کودهای شیمیایی، توسعه کشت متراکم، استفاده از ارقام پرمصرف، عدم برگشت بقایای گیاهی به خاک و سوزاندن آن‌ها، سالیانه از میزان ماده آلی خاک به میزان قابل توجهی کاسته می‌شود و در نتیجه باعث کاهش باروری و حاصلخیزی خاک گردیده است.

امروزه استفاده ازسیستمهای زراعی کم نهاده و ابداع شیوه های نوین مدیریت بهره برداری از منابع به منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار اهمیت ویژه ای یافته است. استفاده ازکودهای بیولوژیک و سبز به منظورکاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکردگیاهان یک مساله، مهم در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌باشد. استفاده مداوم کشاورزان از خاک باعث کاهش میزان مواد آلی آن می‌شود .بسیاری ازمحققان پیشنهاد نموده اند که کشت و بکارگیری گیاهان به عنوان کود سبز در پاییز، باعث ایجاد نیتروژن معدنی در مواد آلی و در نتیجه کاهش شستشوی نیترات می‌شود.

در طی قرن گذشته تغییرات عمده‌ای در تکنولوژی و اقتصاد کشاورزی ایجاد شده است. مصرف نهاده‌های شیمیایی افزایش یافته و عملیات متعدد خاک ورزی به منظور افزایش تولید و بهره‌ی اقتصادی انجام می‌گیرد. افزایش نگرانی‌های مربوط به آلودگی محیط زیست توسط نهاده‌های شیمیایی و ضرورت حفظ منابع برای آیندگان، توجه پژوهشگران را به سوی نظام‌های کشاورزی پایدار معطوف ساخته است. استفاده از برخی گیاهان زراعی به عنوان کود سبز از طریق کاهش فرسایش خاک، کنترل علف‌های هرز، افزایش مواد آلی و حاصلخیزی خاک باعث افزایش پایداری نظام کشت می‌شود(دینس وهمکاران ، ۲۰۰۲ و آلگاناند کلن، ۲۰۱۱)[۹۶]. در این مقاله تأثیر سه ماده آلی آزولا، ورمی کمپوست و ساقه ذرت با C/Nمتفاوت را روی رشد گندم مورد بررسی قرار دادیم.

امان آبادی و همکاران در سال ۱۳۸۸ نیز در بررسی اثر کمپوست آزولا، ورمی کمپوست و زباله شهری بر خصوصیات خاک تحت کشت گندم به این نتیجه رسیدند که طی آزمایش گلخانه‌ای در اثر افزودن مقادیر مختلف ورمی کمپوست، کمپوست زباله شهری و کمپوست آزولا عملکرد گیاه گندم افزایش یافت همچنین اظهار داشت با مصرف کودهای زیستی میزان ماده خشک گیاهان نسبت به حالت بدون مصرف کود افزایش می‌یابد. در مورد آزولا علت افزایش عملکرد وجود هورمون‌ها و محرک‌های رشد گیاهی همچنین افزایش معدنی شدن کربن و نیتروژن و سایر عناصر غذایی است.

مواد و روش‌ها
جهت بررسی اثر سه ماده آلی آزولا و ورمی کمپوست و ساقه ذرت بر رشد گیاه، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه سطح ماده آلی ۰/۵، ۱و ۲ درصد و در دو عمق افزودن ماده آلی در سه تکرار به همراه سه شاهد در ۵۷ گلدان انجام شد.تجزیه‌های اولیه

[۹۶]- Dinnes et al and Alganand Celen

خاک و مواد آلی در آزمایشگاهجهت آماده سازی مواد آلی ابتدا در دمای محیط هوا خشک شده و بدلیل یکنواخت سازی با خاک خرد شده و در نسبت‌های مشخص شده با آن مخلوط گردید. مواد آلی به مدت دو ماه در داخل گلدان‌ها به همراه خاک در رطوبت دو سوم ظرفیت مزرعه و دمای ۵±۲۸ درجه سانتی‌گراد انکوبه گردید و برای جلوگیری از تبخیر از نایلون پلاستیکی در روی آن‌ها استفاده شد. عملیات کشت در گلخانه و آبیاری گلدان‌ها در مدت ۵۵ روز در حد رطوبت ظرفیت مزرعه صورت گرفت.در مرحله پایانی عملیات برداشت گندم انجام شد و داده‌ها در نرم افزارهای SAS و MSTATC مورد آنالیز قرار گرفتند.

۱-۲. آنالیز داده‌ها

مورد مطالعه در جدول ۱ و نتایج در مورد مواد آلی به کار برده شده در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱. نتایج تجزیه ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک

ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار
درصد شن	۲۸/۶۱	ماده الی (درصد)	۸۷/۰
درصد سیلت	۷۲/۲۰	pH	۱۵/۷
درصد رس	۱۸	EC(دسی زیمنس بر متر)	۰۵۶/۰
کلاس بافت خاک	لوم شنی	N(درصد)	۳/۰
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	۶/۱	P(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۳/۹
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۱/۷	K(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰۶۸/۰
ظرفیت تبادلی کاتیونی (سانتی مول بر کیلوگرم)	۴/۱۱		
رطوبت ظرفیت زراعی (درصد)	۱۵		

جدول۳. نتایج تجزیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد آلی

نوع ماده آلی	OC %	pH	EC ((ds/m	N %	C/N
آزولا	۳۳	۵۴/۷	۰۳۲/۰	۸۳۲/۳	۶۱/۸
ساقه ذرت	۴۵	۴۵/۷	۰۳۰/۰	۵۹۳/۰	۸۸/۷۵
ورمی کمپوست	۴۲	۲۶/۷	۰۶۱/۰	۵۵۲/۲	۴۶/۱۶

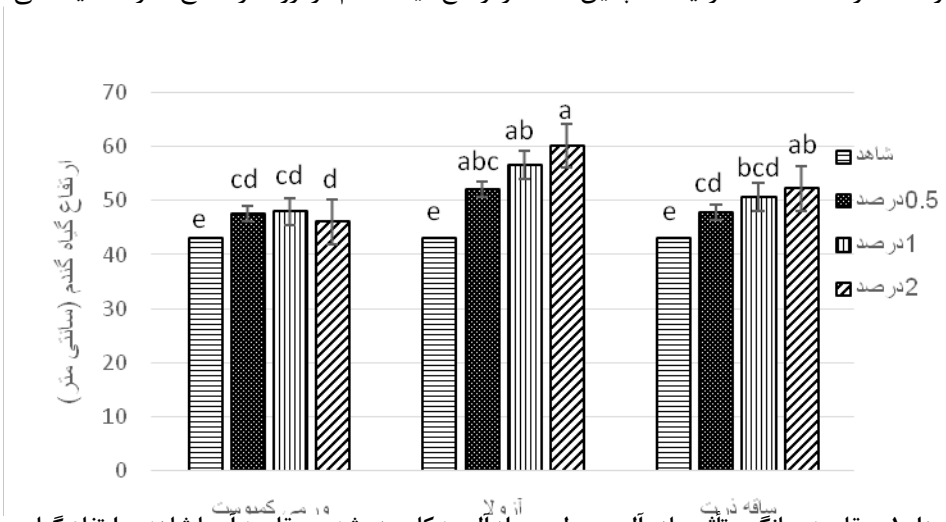
جدول ۳نتایج حاصل از تجزیه واریانس ارتفاع گیاه گندم تحت تأثیر تیمارهای مختلف مواد آلی و عمق افزودن مواد آلی را نشان می‌دهد که این اختلاف در سطح ۰۱/۰ بین تیمارهای مختلف کودی به همراه شاهد معنی دار است

جدول۳-نتایج تجزیه واریانس مربوط به تأثیر تیمارهای مختلف موادآلی و عمق افزودن موادآلی بر ارتفاع گیاه گندم در ستون‌های خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
تیمار	۱۸	۵۳/۱۴۷۲	۸۰/۸۱	۷۹/۴**
خطا	۳۸	۵/۶۴۸	۰۶/۱۷	
کل	۵۶	۰۳/۲۱۲۱		
R^2= ۶۹/۰		CV=۲۷/۸		

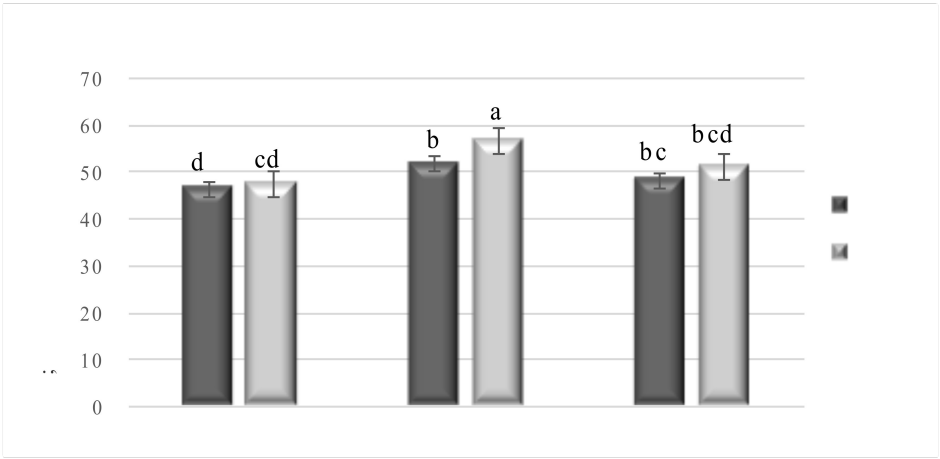
(P< ۰۱/۰) .در سطح ۰۱/۰ معنی دار می‌باشد **

نمودار ۱ نشان دهنده ارتفاع گیاه گندم در سطوح مختلف مواد آلی است که در مقایسه ارتفاع گیاه گندم در سطوح مختلف مواد آلی آزولا و ورمی کمپوست و ساقه ذرت با تیمار شاهد اختلاف معنی دار وجود دارد اما اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف آزولا و ورمی کمپوست و ساقه ذرت مشاهده نگردید همچنین حداکثر ارتفاع گیاه گندم در آزولا در سطح ۲درصد دیده می‌شود.



نمودار ۱ - مقایسه میانگین تأثیر ماده آلی و سطوح مواد آلی به کار برده شده و مقایسه آن با شاهد بر ارتفاع گیاه

از نمودار ۲ که نشان دهنده مقایسه میانگین تأثیر نوع ماده آلی و عمق به کار رفتن مواد آلی بر ارتفاع گیاه گندم است (عمق ۱ نشانگراضافهشدنمادهآلیتاعمق ۴ سانتیمتریخاکوعمق ۲ نشاندهندهافزودنمادهآلیدرعمقکلخاکدرگلدانهااست) می‌توان دریافت در مورد ورمی کمپوست و ساقه ذرت تیمارهایی که در ۴ سانتی متری خاک و تیمارهایی که در کل ستون خاک به کار رفته اختلاف معنی دار در ارتفاع گیاه مشاهده نگردید اما در مورد آزولا به دلیل نفوذ ریشه در کل ستون خاک، ارتفاع گیاه در تیمارهایی که در کل گلدان اضافه شد اختلاف معنی داری با تیمارهایی که در ۴ سانتی متر اول گلدان اضافه شد، مشاهده گردید و حداکثر ارتفاع گیاه در تیمارهای آزولایی که درکل گلدان بکار رفته می‌باشد.



نمودار ۲- مقایسه میانگین تأثیر ماده آلی وعمق مواد آلی به کار شده بر ارتفاع گیاه

۳. نتیجه گیری

مواد آلی سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک می‌شود. ماده آلی منبع عناصر غذایی است، ولی شکل آلی عناصر مستقیماً برای گیاه قابل استفاده نیست. بلکه این شکل آلی باید معدنی شود که به وسیله موجودات زنده خاک صورت می‌گیرد. بعد از معدنی شدن شکل آلی عناصر غذایی آزاد شده مورد استفاده قرار می‌گیرد مثلاً ازت آلی در اثر معدنی شدن به نیترات و آمونیوم تبدیل می‌شود که گیاه می‌تواند آن را مورد استفاده قرار بدهد.

دسترسی گیاهان به نیتروژن به نسبت C/N در کمپوست‌ها و کود دامی بستگی دارد. کمپوست‌هایی که دارای نسبت C/Nبالایی هستند، می‌توانند نیتروژن را تثبیت کنند. هنگامی که نسبت C/N۱۵ و کمتر باشدفرآیندمعدنیشدن نیتروژن رخ می‌دهد در غیر این صورت یعنی در نسبت‌های C/N بالاتر از ۱۵، نیتروژن تثبیت می‌شود (کیچمن، ۱۹۸۵)[۹۷].

در این تحقیق نیز آزولا با نسبت C/Nپایین بهترین رشد گیاهی را نسبت به دو ماده آلی دیگر داشت. همچنین اضافه کردن آزولا در ناحیه نفوذ ریشه و عملکرد بهتر نسبت به اضافه شدن در ۴ سانتی‌متری گلدان، نشان دهنده افزایش حاصلخیزی در صورت وجود مواد آلی می‌باشد.

قدر دانی

بدینوسیله ازمعاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران به خاطر حمایت مالی ازاین پژوهش سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

امان آبادی، س. ۱۳۸۸. بررسی اثر کمپوست آزولا، ورمی کمپوست و زباله شهری بر خصوصیات هیدرولیکی و توزیع اندازه ای خلل و فرج خاک در دو سطح رطوبتی تحت کشت گندم، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

Algan.N., and Celen. A. S. ۲۰۱۱. Evaluation of mung bean (Vignaradiatal) as green manure in aegean condition in terms of soil nutrition under different sowing dates. African Journal of Agricultural Research ۶(۷): ۱۷۴۴-۱۷۴۹.

Dileep. S. N., ۲۰۰۵. Studies on effect of organic manures on the productivty and quality of chilli CV KI, MSN (Hort).Thesis. TNAU, Cbe.

Dinnes, D.L., Karlen, D.L., Jaynes. D. B., Kaspar. T.C., Colvin. T. S., and Cambardella. C. A., ۲۰۰۲. Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tiledrainedmidwestern soil.Agronomy Journal. ۹۴: ۱۵۳-۱۷۱.

Ganwar. K. S., Singh. K. K., Sherman. S. K., and Tomar. O. K., ۲۰۰۶. Alternative tillage and crop residue management in wheat after rice in sandy loam soils of Indo-Gangetic plains.Soil and Tillage and Research. ۸۸: ۲۴۲-۲۵۲.

Kichman. H. ۱۹۸۵. Losses, Plant uptake and utilization of manure nitrogen during production cycle.Acta Agricultural Scandinavia. ۲۴: ۷۶-۹۲.

Tanaka. A. ۱۹۷۸. Role of organic matter in soil and rice.IRRI. Los Banos. Philipines.۶۰۵-۶۲۰.

Abstract

With the increasing use of chemical fertilizers, the development of intensive farming, the use of expensive varieties, lack of crop residue returned to the soil and burning annually of the amount of soil organic matter significantly reduced, As a result soil fertility decreases. In this paper, the effect of three organic Azolla, vermicompost and corn stalks with C / N different were examined on wheat growth. Organic materials, with levels of ۰/۵, ۱ and ۲ percent in both total of pot and ۴ cm of pots were added to the soil. The results showed that all the treatments compared with control plants have a significant increase of growing but in the level of ۲%, azolla treatments (with C / N less than other organic matter) had the highest growth. there was no significant difference in adding organic matter in the depths about corn stalks and vermicompost treatments. But when Azolla was added to total of pot wheat growing more than ۴ cm of pot.

[۹۷]- Kichman

بررسی ایزوترم جذب تتراسایکلین در مونت موریلونایت در حضور ماده آلی

علی لطفی [۱]، امیر فتوت [۲]، امیر لکزیان [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد ۲-دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد ۳- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده
کاربرد کود های دامیباعث تجمع تتراسایکلین در خاک ه ای کش اورزی مـی گـردد. جـذب تتراس ایکلین در رس بـه طـور گسـترده تحرک این ماده را تحت تاثیر قرار می دهد. این تحقیق به منظور بررسی جذب تتراسایکلین در مونت موریلونـایت در حضـور هیومیـک اسید و فولویک اسید انجام شد.نتایج آزمایش همبستگی بالایی را با هر دو مدل جدب لانگمویر و فروندلیچ نشان دادند. مقایسه بیـن مدل های ایزوترم لانگمویر و فروندلیچ نشان داد که مدل فروندلیچ نسبت به مدل لانگمویر برای نشان دادن فراینـد جـذب مناسـب تـر است. حد اکثر ظرفیت جذب برای تتراسایکلین به ترتیب برای تیمارهایبدون ماده آلی ، دارای هیومیک اسید و دارای فولویـک اسـید به ترتیب برابر با ۰۹/۲۳۸، ۱۸/۱۸۵ و ۶۳/۱۱۳ بوده است.مشـاهدات حاصـل از آزمـایش نشـان داد کـه مـاده آلـی در محـدوده pH خنثی جذب تتراسایکلین را کاهش داده و تحرک آن را در محیط افزایش می دهد.

واژه های کلیدی: مدل لانگمویر، مدل فروندلیچ، آنتی بیوتیک، رس

مقدمه
سالانه هزاران تن از انواع آنتی بیوتیک درسراسر جهان جهت اهداف درمانی و غیردرمانی مورد استفاده قرار می گیرند. بیشتر ایـن ترکیبات جذب اندکی در سیستم گوارش انسان و دام داشته به طوری که حدود ۷۵-۲۵ %آنها در نهایت به صورت هضـم نشـده دفـع می گردند. در این میان صنعت دامپروری دومین مصرف کننده عمده آنتی بیوتیک در جهان می باشد(سارما و همکاران، ۲۰۰۶).
استفاده بیش از حد آنتی بیوتیک ها باعث بروز نگرانی هایی در این مورد گردیده است چرا که مقـادیر بـالای ایـن ترکیبـات چـه بـه شکل اولیه و چه به صورت ترکیبات متابولیز شده می تواند به صورت پخش سطحی کود های دامی و یا دفع مستقیم آنهـا توسـط دام ها در هنگام چرا به خاک و محیط زیست وارد شوند (سارما و همکاران، ۲۰۰۶). از طرفی دیگر این مسئله شک و تردید هایی در مـورد احتمال ظهور گونه های جهش یافته باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک که حاصل آن بیماری های غیرقابل درمان دامی و در پـی آن احتمال انتقال آنها به انسان است را بوجود آورده است (کومار و همکاران، ۲۰۰۶).
لازم به ذکر است آنتی بیوتیک های موجود در فضولات دامی نه تنها باعث صدمات زیست محیطی در خاک و تهدید سلامت انسان از این طریق می باشند بلکه کیفیت پیکره های مختلف آب نظیر آب رودخانه ها، دریاچه ها و آب های زیرزمینی را نیز در طـی فراینـد انتقال توسط سیلاب ها و زهکشی تحت تاثیر قرار می دهد (کالپین و همکاران، ۲۰۰۲).
یکی از موثر ترین راه ها به منظور جلوگیری از انتشار آلودگی آنتی بیوتیک ها از محیـط خـاک فراهـم آوردن شـرایط بهینـه جـذب و تثبیت آن ها توسط اجزاء خاک می باشد که تحرک و فعالیت زیستی آن ها را به طور قابل ملاحظه ای کاهش می دهد (تیل، ۲۰۰۳).
تتراسایکلین یکی از مهمترین آنتی بیوتیک ها می باشد و رتبه دوم تولید در جهان را در این گـروه دارا مـی باشـد.تتراسـایکلین هـا قادر به تشکیل کلات با یون فلزات دو ظرفیتی و بتا- دی کتون ها می باشند و نیز پیوند قدرتمندی با پروتئین ها ایجاد می کنند (اوکا و همکاران، ۲۰۰۰). تتراسایکلین ها تحت شرایط اسیدی تا خنـثی بـه راحـتی طـی مکانیسـم هـای تبـادل کـاتیونی و واکنـش هـای کمپلکس سطحی جذب خاک می گردند (گو و کارتیکیان، ۲۰۰۸). این تحقیق به منظور بررسی ایزوترم های جذب تتراسـایکلین در حضور فلز سنگین مس و دو ماده آلی هیومیک و فولویک اسید در رس مونت موریلونایت انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها
نمک تتراسایکلین هیدروکلراید با درجه خلوص ۹۶% از شرکت سیگما آلدریچ تهیه شد. پودر کانی مونت موریلونایت با خلوص بـالا از شرکت سیگما آلدریچ تهیه گردید. هیومیک اسید و فولویک اسید نیز با خلوص آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفتنـد.بـرای تهیـه تمامی محلول ها در تمامی مراحل آزمایش از آب دوبار تقطیر استفاده شد.
به منظور یکسان سازی یونی، ۱۰ گرم رس مونت موریلونایت ۵ بار و هـر بـار بـه مـدت ۱ سـاعت بـا محلـول کلسـیم کلریـد ۱ مـولار شستشو داده شد تا رس تیمار شده با کلسیم حاصل آید و سپس چندین بار با آب مقطر شستشو داده شـد تـا کلسـیم کلریـد اضـافی موجود در محیط حذف گردد. به منظور کسب اطمینان از عدم وجود کلسیم کلرید، محلول پس از هر بار شستشو با آب مقطر توسـط تیتراسیون کلر با نقره نیترات کنترل می گردید و شستشو تا زمان حذف کامل کلر ادامه یافت.
در بررسی تاثیر حضور ماده آلی در جذب تتراسایکلین تحت تاثیر مس به منظور جلوگیری از ایجـاد اختلال در روش طیـف سـنجی تتراسایکلین با اسپکتروفتومتر ناشی از حضور ماده آلی آزاد در محلول، نخست رس اشباع شده با کلسیم ۵ بار و هر بـار بـه مـدت ۲۰

دقیقه با محلول ۱۵۹ میلی گرم بر لیتر فولویک اسید یا هیومیک اسید شستشتو داده شد و سپس نمونه رس چندین بار و تا حذف کامل اثرات و رسوبات فولویک و هیومیک اسید از محیط، با آب مقطر شستشو داده شد. به منظور تهیه نمونه ها، ۵/۷ میلی لیتر محلول تتراسایکلین با غلظتهای مختلف (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰ و ۸۰۰ میلی گرم بر لیتر) به هر لوله سانتریفیوژ حاوی ۰۵۶/۰ گرم مونت موریلونایت اضافه شد. pH تمامی محلول ها به وسیله NaOHو یا HClدر محدوده خنثی ۷pH=ثابت گردیدند. نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد شیک گردیدند و سپس با دور ۴۰۰۰ g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و محلول رویی به منظور اندازه گیری مقدار جذب تتراسایکلین توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مورد استفاده قرار گرفت. طول موج مورد استفاده به منظور انجام طیف سنجی ۳۶۰nm بود. مقدار جذب تتراسایکلین توسط رس از اختلاف غلظت اولیه و غلظت تعادلی تتراسایکلین بدست آمد.

به منظور توصیف داده ها از مدل های ایروترم جذب لانگمویر و فروندلیچ که معادلات آن در زیر توضیح داده شده اند استفاده گردید.

مدل لانگمویر:

$$x/m=\frac{K\,Cb}{1+Kb}$$

که در اینجا x/m میزان یون جذب شده در واحد وزن جذب کننده، b حداکثر جذب، C غلظت تعادلی و K ضریب ثابت می باشند. معادله بالا را می توان بدین روش به شکل خطی تبدیل نمود :

$$\frac{C}{x/m}=\frac{1}{Kb}+\frac{1C}{b}\quad(۲)$$

مدل فروندلیچ

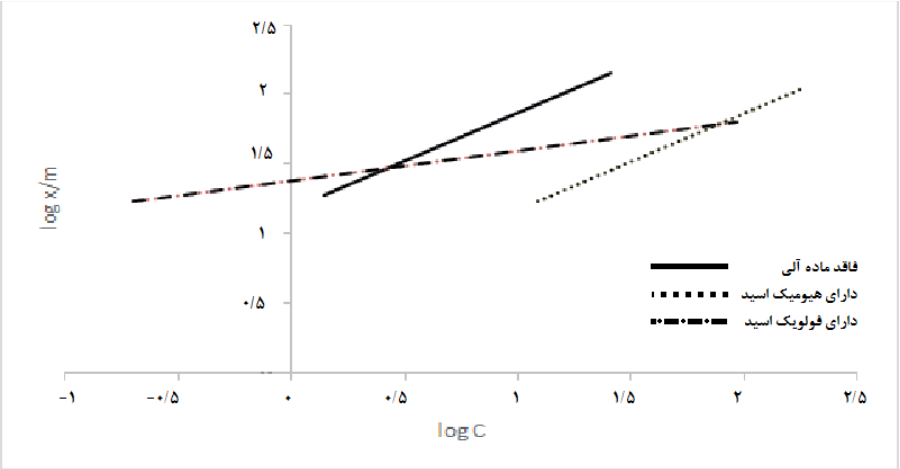
$$x/m=KC^{\frac{1}{n}}\quad(۳)$$

که در این معادله x/mمیزان یون جذب شده در واحد وزن جذب کننده، C غلظت تعادلی و Kو n ثابت های فروندلیچ می باشند که نشان دهنده ظرفیت و شدت جذب هستند. معادله لگاریتمی فروندلیچ عبارت است از:

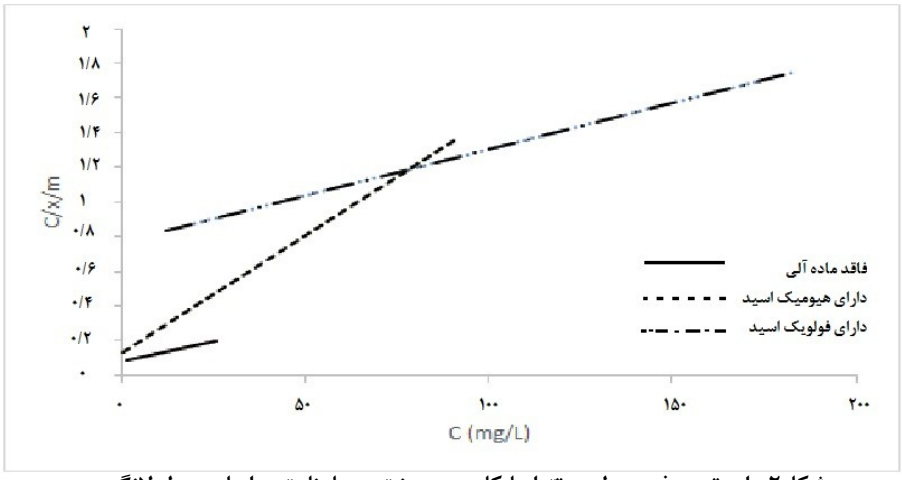
$$\log x/m=\frac{1}{n}\log C+1o\quad(۴)$$

نتایج و بحث

نتایج آزمایش جذب با دو مدل مرسوم جذب به منظور بررسی توزیع تتراسایکلین بین محلول و جاذب مونت موریلونایت که عبارت از مدل جذب ایزوترم لانگمویر و فروندلیچ می باشند آنالیز گردید. در میان بسیاری ار مدل های مختلف جذب مدل های لانگمویر و فروندلیچ به طور گسترده ای به منظور توصیف چگونگی جذب مورد استفاده قرار می گیرند. ایزوترم جذب تتراسایکلین در مونت موریلونایت در حضور و عدم حضور ماده آلی بر اساس مدل های فروندلیچ و لانگمویر به ترتیب در شکل ۱ و شکل ۲ ارائه شده است. مقدار تتراسایکلین جذب شده توسط مونت موریلونایت با افزایش غلظت تتراسایکلین در محلول تعادلی افزایش یافت.



شکل ۱- ایزوترم جذب سطحی تتراسایکلین در مونت موریلونایت بر اساس مدل فروندلیچ



شکل ۲- ایزوترم جذب سطحی تتراسایکلین در مونت موریلونایت بر اساس مدل لانگمویر

همانگونه که در جدول ۱ نشان داده شده است ضریب bدر مدل لانگمویر برای تیمار فاقد ماده آلی بیشتر از بقیه تیمارها بوده است و در مرحله بعد تیمار دارای هیومیک اسید بیشتر از تیمار دارای فولویک اسید بوده است. نتایج آزمایش نشان داد که حداکثر ظرفیت جذب تتراسایکلین بر روی مونت موریلونایت محاسبه شده با مدل لنگمویر به ترتیب برای تیمار فاقد ماده آلی، تیمار دارای هیومیک اسید و تیمار دارای فولویک اسید به ترتیب برابر با ۲۷/۲۲۷، ۱۸/۱۸۵ و ۵۲/۷۳ بوده است.

جدول ۱- ضرایب معادله فروندلیچ و لانگمویر برای جذب تتراسایکلین

	فروندلیچ			لانگمویر			تیمار
	R^2	K	n/۱	R^2	K	b	
فاقد ماده آلی	۹۹/۰	۹۳/۱۴	۷/۰	۹۶/۰	۰۵۳/۰	۲۷/۲۲۷	
هیومیک اسید	۹۹/۰	۹۷/۲	۲۲/۰	۹۳/۰	۰۰۷/۰	۱۸/۱۸۵	
فولویک اسید	۹۵/۰	۷۳/۲۳	۲۱/۰	۹۵/۰	۱/۰	۵۲/۷۳	

ایزوترم جذب فروندلیچ برای جذب تتراسایکلین شامل تیمار فاقد ماده آلی، تیمار دارای هیومیک اسید و تیمار دارای فولویک اسید در جدول ۱ نشان داده شده اند. بر اساس نظریه های آماری جذب، مقادیر n/۱برای تمامی تیمارها کمتر از واحد می باشد که بیانگر سطح نا همگن با حداقل برهمکنش بین مواد جذب شده می باشد.

نتایج آزمایش ایزوترم جذب تتراسایکلین در تمامی تیمارها با هر دو مدل ایزوترم لانگمویر و فروندلیچ سازگاری داشتند ولیکن همبستگی بالاتری را با مدل فروندلیچ نشان دادند.

با توجه به نتایج آزمایش تیمارهای دارای اسید هیومیک و اسید فولویک جذب کمتری را نسبت به تیمار فاقد ماده آلی نشان داده اند. مشاهدات حاصل از این آزمایش با نتایج حاصل از آزمایش تالز (۲۰۰۱) که بیان داشت اسیدهای آلی می توانند تحرک تتراسایکلین را در خاک افزایش دهند همخوانی دارد همچنین کولشرستا و همکاران (۲۰۰۴) بیان داشتند که کاهش جذب تتراسایکلین در حضور ماده آلی می تواند به علت افزایش نیروی دافعه بین ماده آلی و فرم آنیونی تتراسایکلین باشد. عدم وجود پیوند هیدروژنی نیز می تواند عامل دیگری برای این رخداد فرض شود.

جذب تتراسایکلین در رس با مکانیسم های فیزیکی نظیر پیوند هیدروژنی، نیرو های وان در والسی و یا مکانیسم های شیمیایی مانند تبادل کاتیونی، هیدروژن دار شدن، برهم کنش های الکترو استاتیک، کوردیناسیون و تشکیل کمپلکس انجام می پذیرد) بیلی و وایت، ۱۹۷۰). تراسایکلین میتواند از طریق تبادل کاتیونی با H^+و Na^+ و یا از طریق تشکیل کمپلکس با Ca^{2+}موجود در سطح رس جذب مونت موریلونایت گردد.

به طور کلی بر اساس نتایج حاصل از این بررسی می توان چنین بیان کرد که حضور ماده آلی در محدوده pH خنثی می تواند در جذب با تتراسایکلین رقابت کرده و جذب آن را کاهش دهد علاوه بر آن وجود بارهای منفی در ماده آلی باعث افزایش نیروی دافعه شده و باعث کاهش جذب تتراسایکلین می گردد از این رو باید در به کار بردن کودهای دامی حاوی آنتی بیوتیک تتراسایکلین در خاک هایی با سطوح بالای ماده آلی تجدید نظر کرد.

منابع

Bailey, G. W. ; White, L. Residue Rev. ۱۹۷۰, ۳۲, ۲۹-۳۲.

Gu, C., Karthikeyan, K.G., ۲۰۰۸. Sorption of the antibiotic tetracycline to humicmineral complexes. Journal of Environmental Quality ۳۷, ۷۰۴e۷۱۱.

Kolpin, D. W., Furlong, E.T., Meyer, M. T., Thurman, E. M., Zaugg, S. D., Barber, L. B., and Buxton, H. T. (۲۰۰۲): Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in US streams, ۱۹۹۹-۲۰۰۰: A national reconnaissance. Environ. Sci. Technol. ۳۶, ۱۲۰۲-۱۲۱۱.

K. Kumar, S.C. Gupta, Y. Chander, A.K. Singh, Adv. Agron. ۸۷ (۲۰۰۶) ۱-۵۴.

Kulshrestha, P., Giese Jr., R.F., Aga, D.S., ۲۰۰۴. Investigating the molecular interactions ofoxytetracyclinein clay and organic matter: insights on factors affecting its mobility in soil.Environ. Sci. Technol. ۳۸, ۴۰۹۷-۴۱۰۵.
Oka, H., lto, Y., and Matsumoto, H. (۲۰۰۰): Chromatographic analysis of tetracycline antibiotics in foods. J. chromatogr. A ۸۸۲, ۱۰۹-۱۳۳.
Sarmah, A.K., Meyer, M.T., Boxall, A.B.A., ۲۰۰۶. A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. Chemosphere ۶۵ (۵), ۷۲۵-۷۵۹.
Thiele-Bruhn, S., ۲۰۰۳. Pharmaceutical antibiotic compounds in soils e a review. Journal of Plant Nutrition and Soil Science ۱۶۶, ۱۴۵e۱۶۷.
Tolls, J., ۲۰۰۱. Sorption of veterinary pharmaceuticals in soils: a review. Environ. Sci. Technol. ۳۵ (۱۷), ۳۳۹۷-۳۴۰۶.

Abstract

Use of manurelead to accumulation of tetracycline in agricultural soils. Adsorption of tetracycline on clay strongly affects its mobility. This study was conducted to evaluate the adsorption isotherm of tetracycline in montmorillonite in the presence ofhumic and fulvic acids. Results were fitted with both Langmuir and Freundlich isotherms with high correlation. Comparing the Langmuir and Freundlich isotherm for tetracycline adsorption showed that Freundlich isotherm was more fitted than Langmuir isotherm in describing adsorption processes. maximum adsorption capacity for tetracycline without organic matter, tetracycline with humic acid and tetracycline with fulvic acid were ۲۳۸.۰۹, ۱۸۵.۱۸ and ۱۱۳.۶۳, respectively. Results showed that the presence of organic matter at pH=۷ may reduces the adsorption of tetracycline and increases its mobility.

حذف نیترات از خاک با نانوذره اکسید منیزیم

پیمان مولودی [۱]، شهریار مهدوی [۲]، محبوبه ضرابی [۲]، نادره امینی [۱]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه ملایر،۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

چکیده
در این مطالعه نانو ذره اکسید منیزیم تهیه و به عنوان جاذب در حذف آلودگی نیترات از خاک مورد استفاده قرار گرفت ابتدا نمونه‌های خاک تیمار شده با درصدهای مختلف ذرات نانو (۵/۰ ، ۱و ۵/۱) تهیه و جهت بررسی میزان اثرات ذره نانو درخاک در جذب نیترات، غلظت های مختلف (۰، ۲۲، ۴۴، ۱۱۰ و ۲۲۰ میلی گرم در لیتر) از نیترات در مطالعات ایزوترمی استفاده و همچنین به منظور بررسی اثر دراز مدت و بر هم کنش ذره نانو با خاک و نقش این مواد در جذب نیترات، مطالعات انکوباسیون انجام شد و در این تحقیق مشخص گردید که به ترتیب هر چه درصد نانو ذره و مدت زمان تماس آن با خاک بیشتر باشد مقدار حذف نیترات هم بیشتر می‌باشد و نانوذره اکسید منیزیم با ظرفیت جذب ۵۳/۵۰۸ میلی گرم بر کیلوگرم خاک دارای پتانسیل نسبتا مناسبی در حذف نیترات از خاک است.

واژه های کلیدی: حذف نیترات، خاک، نانوذره

مقدمه
خاکهای حاصلخیز دارای مقادیر نیترات است. نیترات یک ماده مهم برای غذای گیاهان محسوب می شود ولی از نظر سلامت یک جامعه در غلظتهای بالا ماده آلوده کننده است(Di et al., ۲۰۰۲). ممکن است نیترات به مقدار زیادی در خاک و منابع آب وجود داشته باشد اما غلظت طبیعی آن در منابع آب زیرزمینی معمولا کمتر از ۱۰ میلی گرم در لیتر می باشد(Li et al., ۲۰۰۶). نیترات به دلیل عدم جذب در سطوح خاک دارای توان انتقال زیاد از طریق آبشویی و ورود به محصولات کشاورزی را دارا می‌باشد (Nahouglu et al., ۲۰۰۲). همچنین می‌تواند از لحاظ بهداشتی به عنوان یک مشکل جدی در سلامت انسان‌ها محسوب گردد (Kapoor et al., ۱۹۹۷). نیترات اغلب در آب‌های آشامیدنی غیر سالم وجود داشته و دلیل آن فعالیت‌های بشری مانند استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی مانند نیترات پتاسیم و نیترات آمونیوم ، کامل نبودن سیستم سپتیک و دفع نامناسب زباله های صنعتی ، انسانی و حیوانی است (Kladivko et al., ۲۰۱۰). این موارد منبع اصلی تولید نیتروژن بوده که در خاک به نیترات تبدیل می‌شوند و از آنجا که نیترات در آب به صورت محلول است از طریق باران وارد آب های زیر زمینی و در نهایت آب‌های آشامیدنی می‌شود. نیترات موجود در آب تبخیر نشده و به صورت پایدار در آب باقی می‌ماند. نیترات به طور معمول برای سلامتی خطرناک نبوده اما مصرف مداوم و بیش از اندازه آن می‌تواند اثرات زیادی بر سلامتی انسان به خصوص نوزادان داشته باشد. نیترات با هموگلوبین خون ترکیب شده و سبب اختلال در حمل اکسیژن توسط آن شده و نوزاد از کمبود اکسیژن رنج برده و سبب نارسایی در نوزاد می‌شود (Zhao et al., ۲۰۱۰). روش های زیادی برای حذف نیترات وجود دارد اما به دلیل هزینه بر بودن، اکثر آنها صرفه ی اقتصادی ندارند. یکی از بهترین روش های حذف نیترات، استفاده از جاذب های شیمیایی هستند. جدیدترین جاذب استفاده شده در سال های اخیر مواد نانو هستند. ذرات نانو دارای سطح ویژه زیاد، سطوح فعالی برای جذب کاتیون ها و آنیون ها و همچنین قیمت مناسب می باشند لذا به عنوان یک جاذب جدید می توانند مطرح باشند (Zhao et al., ۲۰۱۰). تا کنون در خصوص حذف نیترات از خاک مطالعه ای صورت نگرفته است.
هدف از از این تحقیق بررسی کارایی حذف نیترات از خاک به وسیله نانو ذره اکسید منیزیم(MgO) است.

۲- مواد و روش‌ها
۲-۱- مواد شیمیایی و خصوصیات ذرات و خاک
نانو ذره اکسید منیزیم(MgO) از شرکت Tecnan تهیه شد. کلیه مواد شیمیایی استفاده شده با درجه خلوص بالا و ساخت کارخانه های مواد شیمیایی مرک و سیگما-آلدریچ انتخاب گردیدند. یک نمونه خاک لومی شنی از جنوب استان همدان، منطقه ازندریان جهت مطالعه انتخاب شد.همچنین خصوصیات کلی فیزیکی و شیمیایی خاک مورد نظر اندازه گیری شد.
۲-۲ - ایزوترم نمونه های خاک با ذرات نانوی ساده
الف- آماده کردن نمونه‌ها
برای بررسی اثرات ذره نانو در خاک برای جذب نیترات تیمارهای مختلف وزنی/وزنی از ذرات نانو و خاک تهیه شد.ذره نانوی مورد مطالعه شامل: اکسید منیزیم بود که درصدهای آن وزنی ۵/۰، ۱، ۵/۱ درصد به نمونه های خاک اضافه گردید. سپس نسبت وزنی /حجمی ۱ به ۱۰ خاک به آب ایجاد و نمونه ها به مدت ۲ ساعت شیک گردید، و در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک و مجددا کوبیده و در ظروف مخصوص نگهداری شد.

ب - ایزوترم های جذب :

جهت بررسی میزان اثرات متقابل ذره نانو و خاک با یکدیگر در جذب نیترات، در غلظت های مختلف ۰، ۲۲، ۴۴، ۱۱۰ و ۲۲۰ میلی گرم در لیتر از نیترات و محلول ها تهیه و سپس تیمارهای ۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد از نمونه ها در نسبت ۱ به ۱۰، خاک به آب، انتخاب گردید و در کلیه حالات این نسبت ثابت بود. پ هاش محلول های نیترات بدون تنظیم مورد استفاده قرار گرفت.

ج - برازش مدل های جذب :

فرم خطی معادلات جذب فروندلیچ و لانگ موير جهت بررسی مکانیزم احتمالی جذب خاک بر داده ها برازش و ثابت های معادلات مذکور محاسبه گردید و بهترین معادله برازش یافته انتخاب شد.

۳-۲- انکوباسیون خاک وذرات نانو

به منظور بررسی اثر دراز مدت و بر هم کنش ذره نانو با خاک و نقش این مواد در جذب نیترات، در بالاترین غلظت ایزوترمی ۲۲۰میلی گرم در لیتر و با همان نسبت یک به ده خاک با آب در تیمارهای ۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد وزنی ذره اکسید منیریوم و در بازه زمانی ۸هفته (۵۶روز)، اثر زمان بر مقدار جذب مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه نمونه ها قبل از انکوباسیون ۲ساعت شیک و سپس در دمایی ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. ودر پایان یک هفته، دو هفته، چهار هفته وهشت هفته نمونه ها یک ساعت شیک وسانتریفوژ و صاف شدند و میزان غلظت تعادلی توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر به روش رنگ سنجی قرائت شدسپس نمونه ها توسط مخلوط آب مقطر والکل خالص سه مرتبه (هر بار ۳۰سی سی) شستشو شدند(Liu and Zhao., ۲۰۰۷a, b).

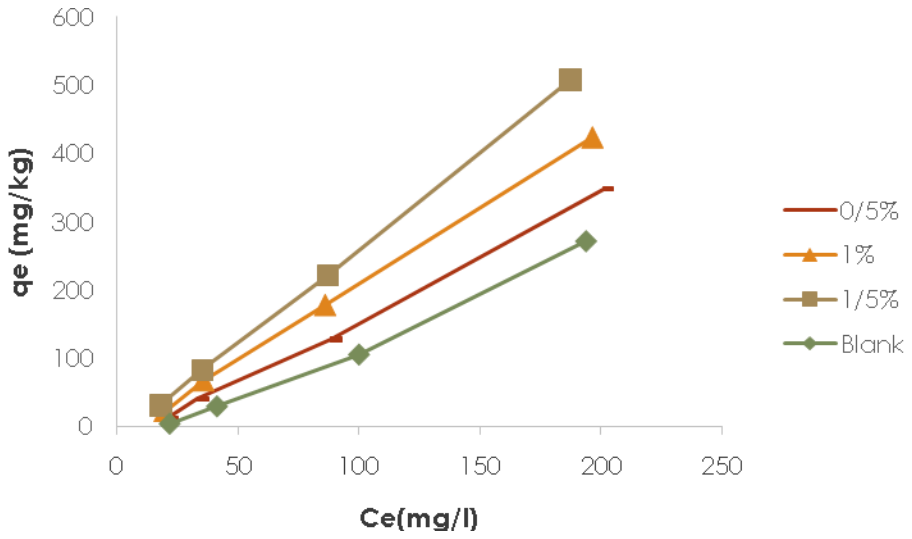
۳-نتایج وبحث

۳-۱- خصوصیات ذرات

PZC (نقطه با بار صفر) نانو ذرات اندازه گیری به روش گوبتا و نایاک (۲۰۱۲) شد و مشخص شد که PZC اکسید منیزیم ۶/۱۱ می‌باشد از روی معادله شرر و بر اساس پیک های XRD اندازه کریستال های اکسید منیزیم ۱/۴۰نانومتر بدست آمد(Mahdavi et al., ۲۰۱۲).

۳-۲- ایزوترم‌های جذب

نتایج حاصل از ایزوترم نشان داد که هرچه غلظت نیترات در خاک بیشتر باشد مقدار حذف نیترات هم بیشتر خواهد بود و همچنین مشاهده گردید که هر چه درصد مقدار نانو ذره(جاذب) مورد استفاده در خاک بیشتر باشد مقدار جذب نیترات توسط نانو ذره بیشتر و در نتیجه مقدار حذف نیترات بیشتر است در شکل ۱ مقدار حذف نیترات در درصدهای ۰/۵، ۱و ۱/۵ و شاهد ذره اکسید منیزیم با هم مقایسه شده اند. همانطور کهدر شکل ۱ مشاهده می‌شود هرچه مقدار نانو ذره اکسید منیزیم بیشتر باشد مقدار جذب نیترات هم بیشتر شده به گونه ای که مقدار جذب در ۰/۵ درصد بیشتر از شاهد و در ۱درصد بیشتر از ۰/۵ و در ۱/۵ درصد بیشتر از ۱ درصد شد بنابراین با توجه به شکل ۱ معلوم شد که هرچه درصد نانوذره اکسید منیزیم بیشتر باشد مقدار جذب نیترات هم بیشتر می‌شود. به گونه ای که بیشترین مقدار حذف نیترات توسط اکسید منیزیم در غلظت ۲۲۰میلی‌گرم بر لیتر و در حالت ۱/۵ درصد، که ۵۳/۵۰۸میلی گرم بر کیلوگرم بود و مقدار خاک شاهد ۳۳/۲۷۲میلی گرم بر کیلوگرم بود که مقدار حذف توسط خاکی که ذرات نانو به آن اضافه شده نسبت به خاک به مقدار قابل توجهی بهتر بود.



MgO شکل ۱- مقایسه مقدار حذف نیترات در درصدهای مختلف

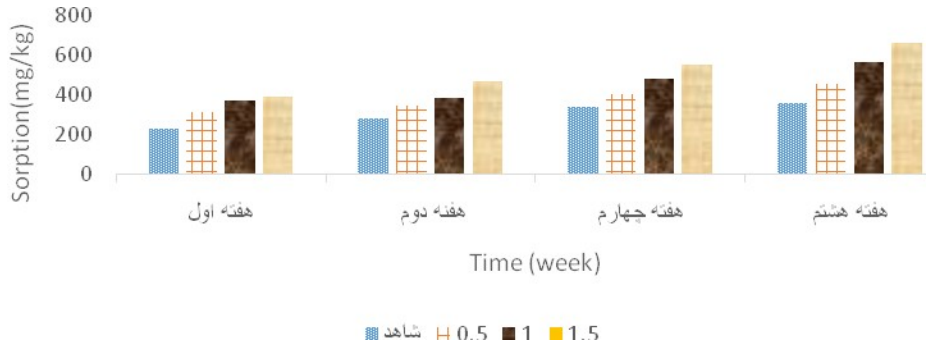
با برازش منحنی های جذب مشخص گردید که جذب نیترات توسط اکسید منیزیم به خوبی توسط معادله فروندلیچ در هر سه مقدار درصد توضیح داده می‌شود که پارامترهای مختلف معادله فروندلیچ در جدول ۱ بیان شده است:

جدول ۱- ضرایب معادله‌ی فروندلیچبرای ایزوترم‌های جذب سطحی نیترات در خاک های اصلاح شده و شاهد

نانو ذره و مقدار درصد	R^2	n	k_f
MgO -۰.۵%	۹۷۷/۰	۷۶/۰	۲۵/۰
% MgO- ۱	۹۸۵/۰	۸۱/۰	۷۵/۰
MgO-۱.۵%	۹۹۵/۰	۸۵/۰	۱۶/۱
خاک شاهد	۹۷۱/۰	۵۶/۰	۰۳/۰

۳-۳- انکوباسیون خاک و ذرات نانو:

نتایج به‌دست آمده از انکوباسیون خاک و ذرات نانو نشان داد که هرچه مدت زمان تماس ذره نانو و خاک با محلول نیترات بیشتر باشد نانوذرات مقدار بیشتری از نیترات را جذب کرده به گونه‌ای که نمودار ستونی بدست آمده برای ذره اکسید منیزیم به صورت زیر به دست آمد:



شکل۲- انکوباسیون خاک با نانو ذره اکسید منیزیم

همانطور که در شکل۲ مشاهده گردید مقدار حذف نیترات با افزایش زمان افزایش یافت و همچنین هرچه درصد نانو ذره بیشتر گردید مقدار حذف هم متناسب با آن افزایش یافت به گونه ای که در هفته هشتم و در حالت ۵/۱ درصد نانوذره بیشترین مقدار حذف نیترات مشاهده گردید که مقدار حذف نیترات در هفته هشتم برای نانوذره اکسید منیزیم ۹/۶۶۲ میلی گرم برکیلوگرم و برای خاک شاهد ۴/۳۶۰میلی گرم برکیلوگرم به دست آمد، خاکهای حاوی ذره نانو مقدار بیشتری از نیترات را حذف کردند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق مشخص شد که هرچه مقدار نانوذره در خاک بیشتر باشد مقدار حذف آن هم بیشتر می‌باشد به گونه‌ای که در غلظت ۲۲۱ میلی گرم بر لیتر اکسید منیزیم در حالتی که بیشترین درصد نانوذره را داشتیم بیشترین میزان جذب صورت گرفت طوری که در ذره اکسید منیزیم بیشترین حذف در ۵/۱ درصد برابر با ۵۳/۵۰۸ میلی گرم بر کیلوگرم خاک(خاک شاهد: ۳۳/۲۷۲ میلی گرم بر کیلوگرم) و همچنین در بررسی اثر زمان نانو ذرات مشخص گردید که با افزایش مدت زمان تماس نانو ذرات با نیترات مقدار حذف هم بیشتر می‌شود به گونه‌ای که بعد از هشت هفته(۵۶ روز) بیشترین جذب در ذره اکسید منیزیم ۹/۶۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم که در مقایسه با خاک شاهد با ۴/۳۶۰ میلی گرم بر کیلو گرم جذب مقدار قابل توجهی بیشتر

جذب کرده بود. البته قبل از عملی نمودن تحقیق پیشنهاد می‌شود که کلیه جوانب از جمله هزینه ها برآورد شود و در صورت مشخص شدن داشتن صرفه اقتصادی از ذرات نانو در درصدهای بالا استفاده شود. شایان ذکر است که تا کنون هیچ مطالعه ای درباره حـذف نیترات از خاک از طریق ذرات نانو صورت نگرفته است.

منابع

A. Liu, M. Ming, R.O. Ankumah, Nitrate contamination in private wells in rural Alabama, United States, Sci. Total Environ. ۳۴۶ (۲۰۰۵) ۱۱۲-۱۲۰.

A. Nuhoglu, T. Pekdemir, E. Yildiz, B. Keskinler, G. Akay, Drinking water denitrification by a membrane bio-reactor, Water Res. ۳۶ (۲۰۰۲) ۱۱۵۵-۱۱۶۶.

A. Kapoor, T. Viraraghavan, Nitrate removal from drinking water. A review, J. Environ. Eng., ASCE ۱۲۳ (۱۹۹۷) ۳۷۱-۳۸۰.

Di H.J., and K.C. Cameron. ۲۰۰۲. Nitrate leaching and pasture production from different nitrogen sources on a shallow

Gupta, R.K., and Nayak, A. (۲۰۱۲) "Cadium removal and recovery from aqueous solution by novel adsorbents prepared from orange peel and Fe_2O_3 nanoparticles". Chem. Eng. J. ۱۸۰: ۸۱-۹۰.

Kladivko, E.J. ۲۰۰۸. Nitrate leaching to subsur face drains as affected by drain spacing and changes in crop production system, j. Environ. Qual. ۳۳: ۱۸۰۳- ۱۸۱۳.

Liu, R., Zhao, D. (۲۰۰۷a) "Reducing leachibility and bioaccesibility of lead in soils using a new class of stabilized iron phosphate nanoparticles". Water Res. ۴۱: ۲۴۹۱-۲۵۰۲.

Liu, R., Zhao, D. (۲۰۰۷b) "Insitu immobilization of Cu(II) in soils using a new class of iron phosphate nanoparticles". Chemosphere. ۶۸: ۱۸۶۷-۱۸۷۶.

Li X D, Elliott W, Zhang XW. Zero-valentiron nanoparticles for abatement of environmental pollutants: Materials and engineering aspects. Critical reviews in solid state and materials sciences ۲۰۰۶; ۳۱(۴): ۱۱۱-۱۲۲.

Mahdavi S, Jalali M, Afkhami A (۲۰۱۳) Heavy Metals Removal from Aqueous Solutions Using TiO۲ , MgO, and Al_2O_3Nanoparticles. DOI: ۱۰.۱۰۸۰/۰۰۹۸۶۴۴۵.۲۰۱۲.۶۸۶۹۳۹.

Sonmez, O., and Pierzynski, G.M. (۲۰۰۵) "Phosphorus and manganese oxides effects on soil Lead bioaccessibility: PBET and TCLP". Water, Air, Soil Pollut. ۱۶۶: ۳-۱۶.

X. Zhao, J. Wang, F. Wu, T. Wang, Y. Cai, Y. Shi, G. Jiang, Removal of fluoride from aqueous media by Fe۳O۴@Al(OH)۳ magnetic nanoparticles, J. Hazard. Mater. ۱۷۳ (۲۰۱۰) ۱۰۲-۱۰۹.

X. Zhao, J. Wang, F. Wu, T. Wang, Y. Cai, Y. Shi, G. Jiang, Removal of fluoride from aqueous media by Fe۳O۴@Al(OH)۳ magnetic nanoparticles, J. Hazard. Mater. ۱۷۳ (۲۰۱۰) ۱۰۲-۱۰۹.

Abstract

In this study, ThenoparticleMgO were prepared as adsorbents for the removal of nitrate from the soil. Samples were used in the soil treated with different concentrations of nanoparticles (.۵, ۱, ۱.۵ % w/w). To study the effects of nanoparticles on soil nitrate uptake, different concentrations (۰, ۲۲, ۴۴, ۱۱۰ and ۲۲۰ mg per liter) of nitrate in isotherm studies were performed. To determine the long-term use as well as the interaction of nano particle materials with nitrates and the soil, incubation studies was used in this study. Results showed that as the percentage of nanoparticles and duration of exposure increased, the greater the amount of soil nitrate removal was taken placeandadsorption capacity of MgO nanoparticle estimated ۵۰۸.۵۳ mg/kg of soil and this nanoparticles has a good potential for removal of nitrate from soil.

ارزیابی کارایی ارقام گلرنگ در جذب فسفر در خاک‌های اصفهان

مجتبی یحیی‌آبادی [۱]، فریدون نورقلی پور [۲]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، ۲- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
به منظور بررسی کارایی دو رقم گلرنگ در جذب و مصرف فسفر (فسفر کارایی ارقام) آزمایشی مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوکهای تصادفی در سه تکرار در منطقه اصفهان اجرا گردید. فاکتور رقم شامل دو رقم پدیده و گلدشت بوده و فاکتورتیمار فسفر شامل پنج مقدارمختلف ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپلدر آزمایش مزرعه ای اجرا گردید. نتایج نشان داد تیمارهای فسفر اثر معنی داری بر برخی صفات گیاه گلرنگ مثل وزن تر و خشک گیاه، ارتفاع بوته و میزان جذب فسفر، نداشته‌اند. با این حال تاثیر رقمهای کاشت شده بر اوزان تر و خشک گیاه بی معنی اما بر ارتفاع گیاه و درصد فسفر در سطح ۱% و مقدار جذب آن توسط گیاه در سطح ۵% معنی‌دار شده است. با افزایش میزان مصرف فسفر، تغییر معنی دار در وزن تر و خشک گیاه و ارتفاع آن حاصل نشده است. در این حال با تغییر و افزایش مصرف فسفر، تغییر در میزان درصد فسفر اندازه‌گیری شده گیاه معنی دار شده است. نتایج نشان داده‌اند که ارقام پدیده و گلدشت از لحاظ وزن تر و خشک گیاه گلرنگ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند اما این رقمها بر ارتفاع گیاه، درصد فسفر و میزان جذب کل فسفرتاثیر معنی داری داشته‌اند همچنین مقدار جذب کل فسفر در گلدشت با اختلاف معنی داری بیش از رقم پدیده بود. نتایج نشان داده‌اند که ارقام پدیده و گلدشت از لحاظ تعداد دانه در غوزه، عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند اما این رقمها بر تعداد غوزه در متر مربع و وزن هزار دانه تاثیر معنی داری داشته‌اند بطوریکه رقم پدیده با میانگین ۳/۱۰ و گلدشت با میانگین ۲/۷ غوزه داشتند.

واژه های کلیدی: گلرنگ، فسفر، جذب ، رقم، کارایی

مقدمه
نیاز کودی گلرنگ با توجه به عملکرد مورد انتظار متفاوت بوده و در مورد گلرنگ دیم بین ۴۰ تا ۶۰ درصد کمتر از گلرنگ آبی است (Naser و همکاران، ۱۹۷۸). مشخص شده است که گلرنگ توان تولید بیش از ۴ تن دانه در هکتار را دارد که در این میان عوامل به زراعی نقش حیاتی را برعهده دارند. آنچه در بین عوامل به زراعی مهم به نظر میرسد، نقش تغذیهٔ مطلوب و بهینه میباشد و در میان عناصر غذائی، فسفر بعنوان یکعامل اساسی رشد مهم تلقی میشود. با توجه به اینکه عکس‌العمل ارقام گلرنگ به مقادیر مختلف فسفر مشخص نمیباشد، لذا تعیین مقدار مناسب فسفر برای حصول عملکرد مطلوب و کیفیت قابل قبول، ضروری به نظر میرسد(خواجه پور، ۱۳۷۱). فسفریکی از عناصر مهم در تغذیه گیاهی بوده و پس از نیتروژن بیشترین مصرف را در دنیا دارد بطوریکه سالانه بیش از ۱۶ میلیون تن فسفر در دنیا(Batten, ۱۹۹۲) و ۸۰۰ هزار تن کود فسفره در ایران مصرف میشود(ملکوتی، ۱۳۸۴). اما به دلیل شیمی پیچیده فسفر در خاك، تقریبا ۲۰% فسفر مصرف شده در کشت اول مورد استفاده گیاه قرار میگیرد و ۸۰% آن در خاك تثبیت شده و به شکل غیرقابل دسترس گیاه تجمع مییابد(Grotz & Guerinot, ۲۰۰۲). تجمع بیش از حد فسفر منجر به کاهش عملکرد و پروتئین دانه گندم میگردد، همچنین ورود ذرات خاك حاوی فسفر زیاد به آبهای سطحی موجب ایجاد پدیده یوتریفیکاسیون میگردد (کریمیان، ۱۳۷۷). از طرفی رفتار خاص این عنصر در اغلب خاکها، هم خاکهای آهکی و هم خاکهای اسیدی ایجاب مینماید که جهت حفظ تولید، همه ساله کودهای حاوی فسفر مصرف شوند. امروزه توانایی ژنوتیپ های مختلف گیاهی در جذب و مصرف عناصر غذایی توسط دانشمندان بسیاری مورد توجه قرار گرفته استکه تفاوت کارایی آنها در استفاده از عناصر غذایی بخاطر جذب بوسیله ریشه‌ها، یا مصرف توسط گیاه و یا هر دو متاثر میشود، که اهمیت نسبی این استراتژیها بسته به نوععنصر و نوع گونه گیاهی میتواند متفاوت باشد(Marschner, ۱۹۹۸). Gahoonia و (۱۹۹۶) Nielsen عقیده دارند که از نقطه نظر تغذیه گیاهی، ژنوتیپ کارا در جذب فسفر ژنوتیپی است که بتواند فسفر خاك را بیشتر محلول کرده و جذب نماید و یا بتواند از فسفر جذب شده برای تولید محصول به نحو مطلوب استفاده نماید.(۱۹۹۲) Batten انتخاب ارقام کارا را یك متغیر مکمل و حتی جایگزین برای مصرف کودها در کشاورزی بیان کرد. Ozturk و همکاران (۲۰۰۵)، در بررسی ژنوتیپهای مختلف گندم نان و دوروم دریافتند که تفاوتهای زیادی بین ارقام از لحاظ فسفر کارایی وجود دارد و در میان ارقام مورد بررسی، کارایی در جذب، مهمترین و موثرترین مکانیسم فسفر کارایی معرفی شد و از عملکرد نسبی اندام هوایی هم بعنوان شاخص فسفر کارایی استفاده کرده و نشان دادند که پارامترهای غلظت کل فسفر در گیاه و عملکرد اندام هوایی در حالت فسفر ناکافی نیز می توانند بعنوان شاخص قابل اطمینان برای ارزیابی فسفر کارایی باشند.

مواد و روش‌ها
آزمایش در منطقه محمدآباد جرقویه واقع در ۶۸ کیلومتری جنوب شرقی اصفهان انجام شد. آزمایش بصورت طرح بلوکهای کامل تصادفی در قالب فاکتوریل در سه تکرار اجرا گردید. این تحقیق دارای دو فاکتور می باشد. فاکتور اول رقم شامل دو رقم پدیده و

گلدشت می باشد و فاکتور دوم شامل پنج مقدار متفاوت کود سوپرفسفات تریپل(۰ ، ۵۰ ، ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتارکود) میباشد. عناصر دیگر بر اساس آزمون خاک مصرف شدند.برای تامین ازت خاک، از کود اوره به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد که این میزان بصورت ۲۵% مصرف خاکی، و دو بار مصرف سرک شامل ۴۰% قبل از گلدهی (ارتفاع بوته ۵۰ سانتیمتر) و ۳۵% باقیمانده در زمان گلدهی اعمال گردید.

کشت به وسیله دست انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط به طول ۵ متر با فاصله خطوط ۵۰ سانتیمتری، فاصله بین کرتها یک متر و بین تکرارها نیز چهار متر در نظر گرفته شد بطوریکه تراکم کشت در هر کرت آزمایشی ۲۵ بوته در متر مربع بود. میزان آب مصرفی بر اساس نیاز آبی و شرایط اقلیمیمنطقه بود. کلیه عملیات زراعی در مرحله داشت شامل مبارزه با علفهای هرز، دفع آفات، کنترل بیماریها، وجین، سله شکنی و غیره به طور منظم و یکنواخت برای کرتها انجام گرفت. از سم دیازینون با غلظت ۵/۱ در هزار برای مبارزه با شته در اواخر اسفند ماه استفاده شد. در مرحله قبل گلدهی ۵ نمونه گیاه از اندام هوایی تهیه و غلظت و جذب فسفر در کل آن اندازه گیری شد.برداشت پس از حذف دو خط کناری و نیم متر از بالا و پائین هر کرت در سطح ۱۰ متر مربع انجام شد. قبل از برداشت، از هر تکرار تعداد غوزه های بارور در متر مربع (در سه کادر یک متر مربعی از هر کرت)، تعداد دانههای پر در غوزه (با شمارش دانه های پر در ۲۰ غوزه بارور در داخل هر کادر) و پس از برداشت، وزن هزار دانه (با سه بار شمارش از سه گروه تصادفی هزار دانه ای در هر کرت)، محاسبه شد و مقدار عملکرد دانه نیز اندازه گیری شد. از آنجا که در محاسبه میزان فسفر جذب شده پتانسیل ژنتیکی ارقام برای تولید محصول نقش موثری دارد بنا براینبه منظور حذف اثر این عامل از ترم نسبی آن به عنوان شاخص کارایی در جذب فسفر (P_{acqeff}) استفاده خواهد گردید. این شاخص از تقسیم مقدار جذب کل فسفر در شرایط P. به مقدار جذب کل فسفر در تیمارهای دیگر حاصل میشود.

شاخص کارایی در مصرف فسفر(P_{ueff}.): این شاخص از تقسیم ماده خشك به کل فسفر جذب شده در تیمارهای مختلف بدست می آید که نشان دهندة تولید ماده خشك گیاهی به ازای واحد فسفر جذب شده میباشد و رقمی که بتواند فعالیتهای متابولیکی خود را در غلظت پایین فسفر تنظیم نماید و ماده خشك بیشتری نسبت به واحد فسفر جذب شده تولید نماید رقم کارا در مصرف فسفر شناخته میشود. شاخص فسفر کارایی (P_{eff}): عبارتست از نسبت عملکرد در حالت محدودیت فسفر به مقدار آن در حالت کفایت فسفر میباشد. در این آزمایش، این شاخص از تقسیم ماده خشک اندام گیاهی در حالت P. به ماده خشک اندام گیاهی در تیمارهای مختلف فسفر ($p_{۵۰}$. $p_{۱۰۰}$. $p_{۱۵۰}$. $p_{۲۰۰}$.) بدست آمد.نتایج بر اساس موازین آماری پروژه به وسیله نرم افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین ها به روش آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

جدول مقایسه میانگین صفات بررسی شده گیاه گلرنگ قبل از گلدهی نشان میدهند که با افزایش میزان مصرف فسفر، تغییر معنی دار در وزن تر و خشک گیاه و ارتفاع آن حاصل نشده است. در این حال با تغییر و افزایش مصرف فسفر، تغییر در میزان درصد فسفر اندازه‌گیری شده گیاه معنی دار شده است. اگر چه تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند اما با تیمار شاهد دارای اختلاف هستند. در این میان تیمار ۲۰۰ کیلو گرم سوپر فسفات بیشترین اختلاف معنی دار را با شاهد نشان داده است. در خصوص جذب کل فسفر، تیمارهای مختلف ، علی رغم داده های مختلف، اثر معنی داری از خود بر جای نگذاشتند.نتایج نشان داده‌اند که ارقام پدیده و گلدشت از لحاظ وزن تر و خشک گیاه گلرنگ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند اما این رقمها بر ارتفاع گیاه، درصد فسفر و میزان جذب کل فسفرتاثیر معنی داری داشته‌اند بطوریکه رقم پدیده با میانگین ۱۰۳ سانتیمتر و گلدشت بطور میانگین ۸۴ سانتیمتر ارتفاع داشتند. در این حال غلظت فسفر در رقم پدیده با میانگین ۱۳/۰ درصد کمتر از مقدار آن در رقم گلدشت با ۲/۰ درصد مشاهده شد همچنین مقدار جذب کل فسفر در گلدشت با اختلاف معنی داری بیش از رقم پدیده بود. بررسی مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکردگیاه گلرنگ در تیمارهای فسفر (جدول ۱) نشان میدهند که سطوح مختلف تیمارهای کودی فسفر نسبت به شاهد تاثیر معنی داری بر تعداد غوزه در متر مربع، تعداد دانه پر در غوزه، وزن هزار دانه، عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک، نداشته اند اما داده‌های حاصله حاکی از آنست که بیشترین تعداد غوزه در متر مربع در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم فسفر با عدد ۳/۹۵، بیشترین دانه پر در غوزه در مترمربع در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم فسفر با عدد ۵/۳۴، بیشترین وزن هزار دانه در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم فسفر با عدد ۵/۴۶، بالاترین عملکرد اقتصادی در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم فسفر با مقدار ۳۷۷۱ در هکتار و بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد با مقدار ۱۴۹۱۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمده‌اند.

جدول۱- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکردگیاه گلرنگ در تیمارهای فسفر

تیمار فسفر	تعداد غوزه m^2/	تعداد دانه در غوزه /m^2	وزن هزار دانه g/m^2	عملکرد اقتصادی kg	عملکرد بیولوژیک kg
۰	a ۵/۹۴	۷/۳۱ a	۳۳/۴۵a	۳۶۹۱ a	۱۴۹۱۷ a
۵۰	a ۷/۹۴	۲/۳۱ a	۲۳/۴۵ a	۳۶۵۳ a	۱۴۶۶۷ a
۱۰۰	a ۲/۹۱	۵/۳۴ a	۳۳/۴۴ a	۳۲۳۷ a	۱۳۳۳۳ a

۱۵۰	۸/۹۳ a	۳/۳۳ a	۶۷/۴۴ a	۳۶۰۲ a	۱۴۷۵۰ a
۲۰۰	۳/۹۵ a	۸/۳۳ a	۵۰/۴۶ a	۳۷۷۱ a	۱۴۳۳۳ a
کل	۹/۹۳	۹/۳۲	۱۷/۴۵	۳۵۹۱ a	۱۴۴۰۰

.میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

نتایج نشان داده‌اند (جدول ۲) که ارقام پدیده و گلدشت از لحاظ تعداد دانه در غوزه، عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند اما این رقمها بر تعداد غوزه در متر مربع و وزن هزار دانه تاثیر معنی داری داشته‌اند بطوریکه رقم پدیده با میانگین ۳/۱۰ و گلدشت با میانگین ۲/۷ غوزه داشتند. همچنین وزن هزار دانه در رقم پدیده با میانگین ۱۳/۳۷ گرم کمتر از مقدار آن در رقم گلدشت با ۲/۵۳ گرم مشاهده شد.

جدول ۲-مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکردگیاه گلرنگ در ارقام مختلف

تیمار فسفر	تعداد غوزه m^2/	تعداد دانه در غوزه/m^2	وزن هزار دانه G	عملکرد اقتصادی kg	عملکرد بیولوژیک kg
پدیده	۳/۱۰ a	۵/۳۲ a	۱۳/۳۷ b	۳۶۴۵ a	۱۵۵۳۳ a
گلدشت	۲/۷ b	۳/۳۳a	۲/۵۳ a	۳۵۳۷ a	۱۳۲۶۷ a
کل	۸/۸	۹/۳۲	۱۷/۴۵	۳۵۹۱	۱۴۴۰۰

.میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

تجزیه واریانس کارایی فسفر نشان داد که اثر تیمارهای کودی فسفر بر کارایی مصرف فسفر، کارایی جذب فسفر و فسفر کارایی در سطوح احتمال ۵ و یک درصد، معنی دار نشده اند.با این حال نتایج، نشاندهنده تاثیر معنی دار رقم بکار رفته در آزمایش بر کارایی مصرف فسفر، کارایی جذب فسفر در سطح احتمال ۵ درصد بوده اما بر صفت فسفر کارایی تاثیر معنی داری نشان نداده‌اند. اثر متقابل تیمارهای فسفر و رقم نیز بر هیچ یک از صفات کارایی مصرف فسفر، کارایی جذب فسفر و فسفر کارایی تاثیر معنی داری از خود به نمایش نگذاشته‌اند.بررسی مقایسه میانگین صفات کارایی فسفر در تیمارهای فسفر نشان میدهند که سطوح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم کودی فسفر نسبت به شاهد تاثیر معنی داری بر کاهش کارایی مصرف فسفر داشته‌اند اما داده‌های حاصله حاکی از آنست که بیشترین کارایی مصرف فسفر در تیمار شاهد با عدد ۴/۸ دیده شد. همچنین نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف فسفر بر کارایی جذب فسفر و فسفر کارایی اثر معنی داری نداشته و در یک گروه آماری قرار میگیرند. اما بیشترین کارایی جذب فسفر در تیمار ۵۰ کیلوگرم فسفر و بالاترین فسفر کارایی در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم فسفر حاصل شده است. نتایج نشان داده‌اند که ارقام پدیده و گلدشت از لحاظ کارایی مصرف فسفر با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشته و رقم پدیده با میانگین کارایی مصرف فسفر ۹/۷ بیش از کارایی مصرف رقم گلدشت با میانگین ۹/۵ میباشد. با این حال ارقام فوق اختلاف آماری معنی‌داری از نظر کارایی جذب فسفر از خود نشان ندادند. بررسی داده‌های خام نشان داد کارایی جذب فسفر رقم پدیده با میانگین ۸/۰ بیش از کارایی جذب رقم گلدشت با میانگین ۶/۰ بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارقام فوق از نظر فسفر کارایی نیز در گروه آماری مشابه قرار میگیرند و با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

منابع

خواجه‌پور. م. ر. ۱۳۷۱. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحة ۶۶-۵۱

کریمیان، ن. ع. ۱۳۷۷. پیامدهای زیاده‌روی در مصرف کودهای شیمیایی فسفر. مجله خاك و آب، جلد ۱۲، شماره ۴، تهران، ایران.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. چاپ سوم با بازنگری کامل، انتشارات سنا. تهران، ایران

Batten, G. D. ۱۹۹۲. A review of phosphorus efficiency in wheat. Plant Soil. ۱۴۹: ۱۶۳-۱۶۸

Gahoonia, T. S., and N. E., Nielsen. ۱۹۹۶. Variation in acquisition of soil phosphorus among wheat and barley genotypes. Plant Soil. ۱۷۸: ۲۲۳- ۲۳۰.
Grotz, N., and M. L., Guerinot. ۲۰۰۲. Limiting nutrients: An old problem with new solutions. Plant Biol. ۵: ۱۵۸-۱۶۳.
Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. ۲nd Edition. London. Academic Press.
Marschner, H. ۱۹۹۸. Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition. Field Crops Res. ۵۶: ۲۰۳-۲۰۷.
Naser, H. G., N. Katkhud and L. Tannir. ۱۹۷۸. Effect of fertilization and population rate- spacing on safflower yield and other characteristics. Agron. J. ۷۰ : ۶۸۳- ۶۸۴.
Ozturk, L., S. Eker, B. Torun, and I. Cakmak. ۲۰۰۵. Variation in phosphorus efficiency among ۷۳ bread anddurum wheat genotypes grown in a phosphorus-deficient calcareous soil. Plant Soil ۲۶۹: ۶۹-۸۰.

Abstract

In order to investigate the phosphorus uptake and use efficiency of two safflower varieties, a field experiment with a factorial randomized block design with three replications was conducted in Isfahan region. Varieties factor were Padideh and Goldasht and Phosphorus treatment factors were ۰, ۵۰, ۱۰۰, ۱۵۰ and ۲۰۰ kg ha triple superphosphate fertilizer. Results showed no significant effect of phosphorus treatments on plant traits, such as safflower plant dry weight, plant height and phosphorus absorption. However, the effect of sowing varieties on fresh and dry weights were meaningless but on plant height at ۱% and P uptake by plants is significant at ۵% level. With increasing concentrations of phosphorus, significant changes in dry weight and plant height has not been reached. However, by change in phosphorus consumption, change in the amount of phosphorus in plants was significant. Results have shown that effect of Padideh and Goldasht varieties on fresh and dry weights were not significantly different with each other, but these varieties of Safflower have significantly effect on plant height, total P uptake rates. The amount of total phosphorous uptake in Goldasht was significantly more than the Padideh. Phosphorus levels compared to control treatments had no significant effect on boll number per square meter, number of filled grains per head, grain weight, biological and economic yield. Results have shown that Padideh and Goldasht had no significant effect of the number of seeds per boll, economic and biological yield, but show significant difference of the figure of boll number and seed weight per square meter as Padideh have a significant effect on average ۱۰.۳ and Goldasht with mean ۷.۲ had heads.

بررسی امکان تولید کود آلی ورمی کمپوست از زباله های آلی سطح شهر رفسنجان

سمیه صدر [۱]
۱- عضو هیئت علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور استان کرمان، کشکوئیه

چکیده
از دیرگاه تنها روشیکه در جهت دفع و حذف مواد زائد و زباله پیش روی بشر بوده است، دفن زباله‌ها و یا سوزاندن آنها بوده که امروزه این روش‌ها مشکلات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی بسیاری را بوجود میآورند از جمله آلودگیهای شدیدی که آبهای زیر سطحی و سطحی را تهدید میکند. از سوی دیگر خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک از بحران شدید ماده آلی رنج می‌برد و کشاورزی پایدار در این مناطق را منوط به تامین مواد آلی کرده است بنابراین حرکت در جهت مدیریت بهینه پسماندها با نگاهی به توسعه پایدار از اهداف اصلی جوامع توسعه یافته و در حال توسعه میباشد. در این زمینه تولید ورمی‌کمپوست به عنوان تکنیکی با ارزش، سریع و بصرفه برای مدیریت بهره برداری از بقایای آلی توصیه شده است. این روش تضمین کننده حفظ محیط زیست و تامین بخشی از مواد آلی مورد نیاز خاک مناطق خشک و نیمه خشک است.
کلمات کلیدی: بازیافت زباله، ورمی کمپوست،رفسنجان،پسماند آلی

مقدمه
شاید باور این واقعیت که خودمان با دست خودمان در حال نابود کردن محیط زیست خود هستیم، کمی برای ما سنگین و غیر قابل قبول باشد اما با رشد روز افزون جمعیت، افزایش سطح رفاه و مصرف مواد غذایی، توسعه صنایع تبدیلی و رشد پدیده شهرنشینی، جوامع انسانی روز به روز به سمتی پیش میرود که نهایت آن مرگ و میر غیرطبیعی و نابودی است. چرا که این رشد بیحساب، روزانه باعث تولید میلیون‌ها تن مواد زائد و پسماندهایی میشود که دفع غیر اصولی و غیربهداشتی این مواد، مشکلات زیست محیطی زیادی را به دنبال خواهد داشت و بهداشت و سلامت افراد جامعه را به خطر خواهد انداخت.

اگر کل جمعیت شهرنشین کشور را حدود ۳۰ میلیون نفر و سرانه تولید زباله با دید خوشبینانه ۳۵۰ گرم در روز باشد، مقدار زباله تولید شده بالغ بر ۱۰ هزار تن در روز و ۳/۶ میلیون تن در سال خواهد بود(صفرخانلو و ترکمانی، ۱۳۸۵). تحقیقات نشان میدهد که ۹۰ درصد از این پسماند قابل‌تفکیک و بازیافت میباشد یعنی ۷۰ درصد از این پسماندها را مواد آلی تجزیه‌شونده شامل میشود و نزدیک به ۲۰ درصد را مواد زائد جامد مانند شیشه، پلاستیک، کاغذ و فلزات تشکیل میدهند و تنها ۱۰ درصد از پسماندهای شهری زباله یا مواد دور انداختنی هستند. بنابراین بیش از ۸/۳ میلیون تن کود آلی مرغوب را میتوان از بقایای آلی تولید شده در کشور تولید نمود که نقش قابل توجهی در افزایش غلظت عناصر غذایی و باروری خاک دارد(صفرخانلو و ترکمانی، ۱۳۸۵). طبق آمار، خسارات سالانه زباله به بخش‌های مختلف از جمله منابع طبیعی با حدود دو درصد تولید ناخالص ملی کشور برابر است. بازیافت صحیح زباله علاوه بر این‌که نقش اساسی در کاهش خطرات زیست محیطی به دنبال دارد، میتواند گام بسیار مهمی در تولیدات صنعتی و کشاورزی بر دارد به طور مثال مواد زائد آلی میتواند منبع غنی برای تقویت خاک باشند چرا که مواد آلی به علت اثرات سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حاصلخیزی خاک دارند، به عنوان یکی از ارکان باروری خاک شناخته شده‌اند در حالی که خاک‌های خشک و نیمه خشک از نظر مواد آلی بسیار فقیر هستند و مقدار مواد آلی در بیشتر از ۶۰ درصد خاک‌های زیر کشت ایران کمتر از ۱ درصد و در بخش قابل توجهی کمتر از ۵/۰ درصد است. با توجه به دستیابی عملکرد بالقوه خاک‌های تحت کشت بدون تامین مواد آلی در خاک امکان پذیر نمیباشد لذا مطالعه کلیه راه‌هایی که بتواند مواد آلی را در خاک افزایش داده و مواد آلی موجود در آن را حفظ کند، از الویت خاصی برخوردار است(صفا و قفقازی، ۱۳۸۵). بقایای گیاهی و فضولات حیوانی در حفظ کشاورزی پایدار و فعال، عمومیت بیشتری دارد و انهدام صحیح این پسماندهای آلی طی چرخه‌هایی میتواند مواد غذایی گیاهی را تامین و شرایط فیزیکی خاک را بهبود ببخشد. بروز مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و نابودی میکروارگانیسم‌های موجود در خاک موجب شده که یکی از مهمترین و کاربردیترین زمینه‌های مورد تحقیق در مطالعات علمی امروز، تلاش برای تولید کود بیولوژیک باشد. کودهای بیولوژیک به مواد حاصلخیزکننده‌ای اطلاق میشود که حاوی تعداد کافی از یک یا چند گونه از ارگانیسم‌های مفید خاکزی باشد(عبدلی و مجلسی، ۱۳۷۰). در این میان ورمی‌کمپوست را می‌توان مدرن‌ترین گونه کود آلی در نظر گرفت. ورمیکمپوست محصول تجزیه زیستی مواد آلی از طریق عمل متقابل بین گونه‌های خاصی از کرم خاکی و موجودات ریز زنده مانند قارچ‌ها، باکتریها و اکتینومایست‌ها است(Edwards,۱۹۹۴) که در واقع یک کود گیاهی با تخلخل و نفوذپذیری و قابلیت دارا بودن هوای کافی و بالا، ظرفیت نگهداری آب مناسب و فعالیت میکروبی است. در طبیعت سرانجام تمام مواد آلی به طور طبیعی تجزیه میشوند در فرایند تولید ورمیکمپوست شما به این روند سرعت بخشیده و به یک نتیجه مطلوب که همان مدفوع کرم است دست میبابید. فضولات کرم‌های خاکی در حقیقت محصول جانبی طبیعی کرم‌های خاکی هستند که از نظر مواد غذایی مورد نیاز گیاه غنی بوده و به عنوان یکی از بهترین مواد اصلاح کننده خصوصیات خاک میتوانند بکار روند(Smith, ۱۹۹۸). بیش از سه هزار گونه کرم خاکی وجود دارد اما تنها نیمی از آنها برای کشت و پرورش مهم هستند. محیط زیست این موجودات شامل مزارع، جنگل‌ها، شهرها و پارکها هستند این موجودات علاقه زیادی به بافت‌های مرده و اندکی تجزیه شده گیاهی دارند و در مکان‌های

جمع‌آوری مواد زائد آلی مانند توده‌های کود دامی، مواد زائد آشپز خانه و سبزیجات تکثیر میبابند. زمان نگهداری مواد در بدن کرم‌های خاکی نسبتاً کوتاه است و آنها قادرند روزانه چندین برابر وزن خود مواد زائد مصرف کنند ولی در عمل آنها قادر به تجزیه یک چهارم تا نصف وزن بدن خود هستند(Buckerfield, ۱۹۹۴).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

از آنجا که ایران در بخش‌های وسیعی از اراضی خود دارای اقلیم گرم و خشک است و به شدت تحت تأثیر مقدار کم ماده آلی خاک است این موضوع محققان و دلسوزان بخش کشاورزی و محیط زیست را بر آن داشته است که تمام تلاش خود را در جهت افزایش هر چند ناچیز ماده آلی خاک انجام دهند. در این میان شهرستان رفسنجان که از نظر جغرافیایی در یکی از خشک ترین مناطق ایران قرار دارد و نقش بسیار فعالی در تولید پسته کشور ایفا می‌کند، نیازمند توجه خاص در این زمینه است. شهرستان رفسنجان با وسعتی حدود ۶۷۸/۱۰ کیلومتر مربع در شمال غرب استان کرمان واقع شده است و شامل بخش‌های مرکزی، نوق، کشکوئیه، فردوس و شهرهای رفسنجان، سرچشمه، کشکوئیه، بهرمان، امین شهر(حسین آباد) میباشد. جمعیت شهرستان بنا بر سرشماری سال ۱۳۸۵ مرکز آمار ایران، برابر ۱۷۵/۲۹۵نفر بوده است و ۴۵ درصد از جمعیت شهرستان در مناطق روستایی زندگی میکنند و مهم‌ترین فعالیت اقتصادی آنها باغداری (کشت پسته) است. جمعیت شهر رفسنجان بالغ بر ۱۳۷ هزار نفر است که در هر ۱۰۰۰۰ متر مربع حدود ۱۷ نفر ساکن هستند. در حال حاضر تعداد ۷۰ واحد میوه و تره بار، ۲۱ واحد سبزی و گل فروشی، ۱۹۰ واحد اغذیه فروشی و ۱۶ سالن پذیرایی در شهر رفسنجان به ثبت رسیده است. انباشت روزانه بیش از ۷۸ تن انواع زباله‌هایخانگی و صنعتی و ۶ تن در هفته زباله‌های عفونی و بیمارستانی در شهر رفسنجان توجه و تلاش بیشتر برای ساخت کارخانهبازیافت را در این منطقه، ضروری میسازد.علاوه بر این شرایط ویژه شهر رفسنجان در فصل برداشت پسته و تولید صدها کیلوگرم پوست تازه پسته که معمولاً چندین روز در محل تولید باقی میمانند، مشکلات جدی را در زمینه بهداشت شهری و تولید مناظر نازیبا در منطقه به وجود آورده است. در حالی که همین مواد به‌ظاهر بیخاصیت در صورت مدیریت صحیح میتوانند به گنجینه‌ای گرانبها تبدیل گردند و اگر از زباله با عنوان طلای کثیف یاد میشود، سخنی گزاف و بیهوده نمیباشد. در زمان حاضر زباله‌های رفسنجان در منطقه‌ای به وسعت بیش از ۱۰ هکتارکه در فاصله ۱۵ کیلومتری رفسنجان قرار دارد، به صورت غیربهداشتی انباشت و دفن میشود. از سوی دیگر با توجه به این‌که تعدادی افراد دوره‌گرد با گاری چهارچرخ و یا وانت در سطح شهر مبادرت به جمع آوری مواد بازیافتی میکنند، مشکلاتی از قبیل پاره کردن کیسه‌های زبالهو پخش کردن زباله‌ها در سطح معابر و در نتیجه نازیبا کردن فضای شهر و از آن مهم‌تر مشکلات بهداشتی درسطح شهر به وجود میآورند.

نتایج و بحث

معضلات پیش رو در مسیر بازیافت زباله‌های آلی شهرستان رفسنجان به روش ورمی‌کمپوست

شهرستان رفسنجان با توجه به جمعیتی که در آن ساکن هستند و حجم بالای زباله تولید شده می‌تواند بستر مناسبی باشد در جهت توسعه صنعت تولید ورمی‌کمپوست، اما با توجه به نتایج حاصل شده از این پروژه آنچه به عنوان معضل در این عرصه می‌تواند چالش ایجاد نماید به ترتیب ذیل جمع بندی میشود.

با توجه به تمامی تلاش‌های شبانه‌روزی مسئولین شهرداری رفسنجان، تفکیک زباله‌ها در این شهر فقط در چند منطقه و آن هم بدون نظارت و بسیار ضعیف صورت می‌گیرد. عدم تفکیک کامل زباله می‌تواند در مسیر فرایند تولید ورمی کمپوست مشکلات زیادی ایجاد نماید چرا که در حجم زیاد زباله شهری، برخی از اجزاء غیرآلی زباله، در صد بسیار بالایی را به خود اختصاص می‌دهد و جداسازی این بخش می‌تواند به عنوان یک فرایند سودآور در نظر گرفته شود که در حال حاضر در شهرستان رفسنجان، این بخش نصیب برخی افراد غیربومی و افاغنه شده و این سرمایه عظیم از شهر خارج می‌شود. از این موارد می‌توان به آهن‌آلات و فلزات اشاره نمود. پلاستیک و ظروف یک بار مصرف نیز از این قائده مستثنی نیستند. این مواد در حال حاضر مهمترین معضل زیست محیطی در طبیعت به شمار می‌روند. تولید این ترکیبات در جهان و ایران (به دلیل منابع عظیم نفت) روز به روز در حال افزایش است. ۳۰ تا ۵۰ درصد از ضایعاتی که وارد پسماندها و زباله‌ها می‌شود، شامل ترکیبات پلاستیکی است که اکثراً از فرآورده‌های نفتی و زغالسنگ تولید شده و غیر قابل بازگشت به محیط می‌باشند. به گزارش سایت همشهری بر اساس برآوردهای صورت گرفته همه ساله بیش از صد میلیون تن پلاستیک در دنیا تولید می‌شود. پسماندهای شهری شهرستان رفسنجان نیز از این آمار مستثنی نیست. این مواد غیر قابل تجزیه که نمی‌توانند توسط کرم مورد تغذیه قرار گیرند از یک سو باعث می‌شوند که سطح زیادی از سایت تولید ورمی‌کمپوست به مواد غیر مفید اختصاص داده شود و از سوی دیگر به دلیل ایجاد تخلخل زیاد در بستر کرم، خشک شدن بستر را سرعت می بخشد همچنین پس از تبدیل اجزاء آلی زباله به ورمی‌کمپوست، حجم کار کارگری را جهت جداسازی ورمی‌کمپوست و کرم خاکی از بستر بالا می‌برد. بنابراین جداسازی و تفکیک این حجم بالای ناخالصی در پسماندهای آلی علاوه بر آموزش عمومی و بسیج عمومی مردم، نیاز به جذب تکنولوژی تفکیک زباله در شهرستان دارد که به عنوان قدم اول در پیشبرد تکنولوژی ورمی‌کمپوست مورد نیاز است.

مسئله بعدی پسماندهای پاک است که شامل مواد پسماند حاصل از مشاغل پر زباله است این مشاغل را در شهر رفسنجان می‌توان به میوه فروشی‌ها، گلفروشی‌ها، سبزی فروشی‌ها و رستوران‌ها نسبت داد. در این پروژه یکی از اهداف اصلی جهت تأمین

پسماند میوه، میدان تره بار شهر بود اما آنچه با آن رو به رو شدیم این بود که اولاً مسئولین میدان تره بار به محض جمع‌آوری پسماند و جاروب کف میدان، مواد را می‌سوزانند با این توجیه که" مگس جمع می‌شود" اما با مدیریت درست در جمع آوری به موقع و ساماندهی به پسماندهای این محل ها، روزانه بخشی از مواد اولیه مورد نیاز تأمین می‌شود.

بخش قابل توجه‌ی از پسماندهای میوه‌فروشیها و سبزی‌فروشی‌ها توسط دامداران خرده‌پا یا ساکنین نواحی حومه شهر که در بخشی از منزل خود دام و طیور نگهداری می‌کنند و از تأمین علوفه کافی برای آنها عاجزند، به عنوان غذای دام در عوض شیر و تخم مرغ یا با قیمت کمتر از قیمت تازه میوه، خریداری می‌شوند که این موضوع در شهرستان رفسنجان نسبتاً فراگیر است.

پسماند هتل‌ها و غذاخوری های شهر نیز غالباً حاوی غذاهای ادویه‌دار، تند و چرب است که کرم‌ها شدیداً از آن گریزانند. این ترکیبات غذایی به دلیل اسیدیته پائین می‌توانند مشکلاتی را برای بستر ایجاد کنند مثلاً جذب مگس، کپک زدن بستر، ایجاد بوی نامطبوع، حمله موشها و رشد انواع کرم‌های سفید و قرمز در بستر. برخی از این موارد مانند موش‌ها و کرم‌های قرمز به عنوان شکارچی کرم‌ها هستند و جذب مگس و بوی نامطبوع نیز باعث افت کیفیت هوا می‌گردد. لازم به ذکر است که درصد خیلی پائین این مواد در انبوه بستر سایر مواد، نگران کننده نخواهد بود و پیشنهاد می‌گردد که این مواد را با تکنیک تولید کمپوست بازیافت نمود.

تا حد امکان بهتر است سایت تولید ورمیکمپوست به صورت روبسته باشد سایت رو باز ورمی‌کمپوست به علت نوسانات شدیدی که در منطقه اتفاق افتاد بسیار آسیب پذیر بود. مهمترین این نوسانات، دمای هوا و کاهش رطوبت بستر است. در سایت روباز به دلیل گرمای تابستان و سرمای زمستان کرمها شدیداً آسیب پذیر بودند. در تحقیق حاضر بستر کرم نوسط کاه پوشانده شد تا از گزندگرمای تابستان و سرمای زمستان در امان بماند. بهتر است از سیستم آبیاری قطره ای جهت تامین رطوبت استفاده شود تا رطوبت به صورت یکنواخت توزیع شود همچنین توصیه می شود کف بستر، به صورت بتن کاری همراه با سیستم زهکش مناسب طراحی شود تا علاوه بر خروج عصاره ورمی کمپوست که با نام چای کمپوست معروف است و برای گیاه بسیار مغذی است، رطوبت کف بستر را کنترل نموده و از صدمه به زیست توده بستر جلوگیری شود.

اقدامات زیربنایی جهت راه اندازی کارگاه های تولید ورمی‌کمپوست از پسماندهای آلی شهری

راه اندازی یك بخش و یا گروه فعال تحت نظارت شهرداری برای رسیدگی به امور مربوط به جمع‌آوری، بازیافت و تنظیف شهر.

تا حد امکان باید به منظور فرهنگ سازی برای سازماندهی زباله های شهری فعالیت کرد و در برنامه بلند مدت این کار را از مدارس آغاز کرده و با تشویق کودکان و نوجوانان مسیر را برای پیشبرد این هدف هموار نمود از جمله این برنامه ها میتوان به موارد ذیل اشاره کرد:

جداسازی ظروف مربوط به زباله‌های تر و خشك در مهدهای کودك و دبستان‌ها و مقاطع بالاتر، برگذاری جشن‌های آشنایی برای کودکان در مدارس و در شهر، اجرای نمایش‌های عروسکی خیابانی در مناطق شلوغ و پر رفت وآمد شهر مانند برج شیشه‌ای، پارك معلم و ... واعطای جوایز به منظور تشویق افرادی که با شهرداری همکاری میکنند با عناوینی مانند یاوران زمین ، سبزآوران و ...

به کارگیری سبدهای زباله با دو یا سه رنگ (با توجه به بودجه اختصاص داده شده برای جداسازی زباله‌ها از مبدأ) در این حالت شهرداری باید طی دوره‌های ۱۵ روزه تمام سبدهای مختلف در کل شهر را جمع‌آوری کرده و به منظور بازیافت در اختیار ارگان مربوطه قرار دهد. در این حالت لازم است برنامه جمع‌آوری زباله قابل بازیافت در هر منطقه از شهر به صورت کتبی در اختیار مردم قرار گیرد. این برنامه علاوه بر جمع‌آوری زباله‌های روزانه خانگی است که نیاز به برنامه ریزی دارد البته لازم به ذکر است که این مورد با دقت و توجه در شهر در حال اجرا است اما با اجرای این طرح علاوه بر کاهش حجم زباله خانگی میتوان موادی مانند شیشه، پت و ظروف یك بار مصرف، کاغذ و مقوا، ظروف حلبی مربوط به کنسرو جات را جدا کرد.

تا حد ممکن زباله‌های عفونی را در بیمارستان‌ها به حداقل رسانده و از نفوذ زباله‌های آشپزخانه‌ای و باغچه‌ای به این زباله‌های مشکل‌ساز جلوگیری شود برای استمرار در این موضوع هر از گاهی از سوی شهرداری بازرسی برای بازدید به این مراکز بهداشتی اعزام و در صورت مشاهده تخلف مراتب را گزارش و به واحد مربوطه تذکر شدید داده شود.

کارگذاری مخازن بزرگ زباله در مراکز خرید به منظور تفکیک و جمع‌آوری انواع زباله فروشگاه‌ها.

قرار دادن سبدهای مخصوص کاغذ در مراکز تولید کاغذ باطله(بانکها، مدارس، دانشگاه‌هاو ...) با شعار" کاغذ زباله نیست" و جمع‌آوری کاغذها به صورت مجزا توسط یک دستگاه ماشین جمع آوری زباله به منظور پرس، بسته‌بندی و انتقال به مراکز مربوطه.

اعطای هدایایی از قبیل بن کتاب، اسباب بازی فکری کودکان، پلاستیك زباله، کتابهای داستان و ... در ازای تحویل زباله های بازیافتی از سوی مردم.

استفاده از تابلوهای تبلیغاتی، پارچه نوشته‌ها و ... جهت‌آشنایی مردم با روند جمع‌آوری زباله و ورمیکمپوست.

راه اندازی راکتورهای خانگی و شهری بخصوص در مراکز پرزباله مانند پارک‌ها، میادین میوه و تره بار. این راکتورها در انواع مختلف طراحی و ساخته شده است و نوع و اندازه آن بستگی به مکان قرار گرفتن راکتور، تعداد جمعیت میدان تولید پسماند یا میزان سرانه تولید پسماند دارد. تنوع راکتورها بسته به میزان بودجه و گستردگی طرح میباشد. در هر صورتنسبت تراکم جمعیت، میزان مواد آلی و همچنین حجم راکتور ساخته شده از اهمیت ویژه ای برخوردار است. نگهداری از بستر راکتور بسیار حائز اهمیت بوده و در صورت عدم رعایت هر یك از شرایط گفته شده ممکن است منجر به مرگ و میر کرمها و یا آلوده شدن محیط بستر گردد.

در شهرستان رفسنجان در سالهای اخیر افراد زیادی در جهت راه اندازی کارگاه تولید ورمی‌کمپوست اقدام کرده و سرمایه های زیادی را در این راه به کار گرفته‌اند اما آنچه مسلم است این است که تمامی این اقدامات در جهت کارآفرینی بوده و جنبه اقتصادی داشته است لزا برای این هدف بسترحاوی پهن حیوانی بهترین بستر تولید ورمیکمپوست معرفی شده است. اما اگر از جنبه زیست

محیطی و بازیافت زباله به موضوع توجه شود، قطعا زمانی این اقدامات به نهایت بازدهی می‌رسند که در ابتدا زمینه سازی‌های لازم جهت تفکیک از مبدأ و تفکیک نهایی زباله‌های تر از خشک انجام گیرد، آموزش‌های لازم و کافی جهت تفکیک زباله‌ها به مردم داده شود و امکانات زیر بنایی مناسب در نظرگرفته شود. در غیر این صورت تولید ورمی‌کمپوست با شرایط کنونی از زباله‌های شهری اقتصادی نیست و توصیه نمی‌شود.

منابع

صفا، م. و. قفقازی، ل. ۱۳۸۵. تولید کمپوست گامی در جهت توسعه سیستم مدیریت پسماند روستایی. صفحه های ۳۵۷-۳۶۹.سومین همایش ملی مدیریت پسماند. سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور و سازمان حفاظت محیط زیست. تهران.

صفر خانلو، ل. و ترکمانی بجدنی، ح. ۱۳۸۵. تولید ورمی کمپوست؛ روش نوینی در مدیریت پسماند.صفحه های ۴۷۹-۴۸۸.سومین همایش ملی مدیریت پسماند. سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور و سازمان حفاظت محیط زیست. تهران.

عبدلی، م. ع. ومجلسی، م. ۱۳۷۰. مدیریت مواد زاید جامد، اصول مهندسی و مباحث مدیریتی. شهرداری تهران. سازمان بازیافت و تبدیل مواد. ۸۲۷ صفحه.

علیدادی، ح. ۱۳۸۷. بررسی و انتخاب بستر مناسب جهت تهیه ورمی کمپوست از پهن حیوانی. صفحه های ۱-۷. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. اصفهان.

Edwards C. A. ۱۹۹۵. Historical overview of vermicomposting. BioCycle. ۳۶ (۶): ۵۶-۵۸.

Buckerfield J.C. ۱۹۹۴. Appropriate earthworms for agriculture and vermiculture. Technical report۲/۱۹۹۴. CSIRO Australia. Division of soil. Adelaide.

Smith K. ۱۹۹۸. Practical guide to raising earthworm (Basic vermiculture information). K.W.Rabbit and Worm. Farm, U.S.A.

Abstract

Of late, sometimes only to find that in order to repel and remove waste material and human waste has been on before, landfill or burn them has been that environmental problems which, today, many of the economic and social situation, including the serious pollution of surface and subsurface waters that make the threat. On the other hand the semi-arid and arid soils of severe crisis suffered organic matter and sustainable agriculture in these areas is subject to the supply of organic material has therefore move towards the optimal management of wastes with a view to the sustainable development of the main goals of developed and developing countries, respectively. In this context the production of valuable Vermicompost as technical, management and operation of the fast payload of organic residues has been recommended. This method ensures the preservation of environment and part of the organic material needed is arid and semiarid soils.

ارزیابی وضعیت آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های اراضی تحت کشت پسته (مطالعه موردی:کارخانه زغال‌شویی زرند)

مرضیه آیینه حیدری [۱]، مجید حجازی مهریزی [۲]، اعظم جعفری [۳]، مریم یوسفی فرد [۴]
دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲-استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۳- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۴-استادیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه پیام نور، تهران

چکیده
هدف از این پژوهش، ارزیابی آلودگی خاك تحت کشت پسته به فلزات مس، روی، سرب و کادمیوم می‌باشد. تعداد ۳۹ نمونه مرکب به طور سیستماتیک در منطقه مورد مطالعه انتخاب و از سطح خاك جمع‌آوری شد. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دومیلی‌متری به آزمایشگاه انتقال یافتند. غلظت کل فلزات مس، روی، کادمیوم و سرب با استفاده از اسید نیتریک ۵ نرمال و به کمک دستگاه جذب اتمی تعیین شد. نتایج نشان داد که شاخص زمین انباشتگی برای عناصر مس و کادمیوم به ترتیب ۱۶/۱، ۴۵/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در محدوده غیرآلوده تا کمی آلوده و برای عناصر روی و سرب به ترتیب ۹۲/۳ و ۵۱/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم در محدوده خیلی آلوده تا شدیدا آلوده قرار داشت. مقادیر به دست آمده برای فاکتور آلودگی بیشتر از یک و شاخص بار آلودگی برابر با ۵/۱۰، نشان دهنده غلظت بالای این فلزات و تاثیر عوامل انسانی علاوه بر عوامل طبیعی است.

کلمات کلیدی : شاخص‌های آلودگی، پسته، کارخانه زغال‌شویی، فلزات سنگین

مقدمه
رشد روز افزون جمعیت جهان، افزایش تقاضا برای مواد غذایی و دیگر محصولات و فرآورده‌های کشاورزی را به همراه آورده است. از سوی دیگر گسترش شهرنشینی و افزایش کارخانجات صنعتی، باعث افزایش آلودگی محیط زیست، آب و خاك‌های زراعی به مواد سمی حاصل از فاضلاب‌های صنعتی و یا زباله‌های خانگی شهرها شده و تولید پایدار محصولات و فرآورده‌های کشاورزی و امنیت غذایی افراد جامعه را با خطر جدی روبرو کرده است(مهدی صدوری و نجمه قرچه، ۱۳۹۲). یکی از آلاینده‌های مهم محیط زیست فلزات سنگین میباشند که در سالیان اخیر به دلیل خصوصیات آلایندگیشان و عدم تجزیه در محیط زیست شدیداً مورد توجه قرار گرفته‌اند. اگر چه این فلزات به طور طبیعی در اثر هوادیدگی مواد مادری به خاك وارد می‌شوند، اما فعالیت‌های انسانی از جمله فعالیت‌های صنعتی، حفاری و استخراج معادن و حتی فعالیت‌های کشاورزی منجر به تجمع غلظت بالای فلزات سنگین در خاك می‌شود (Yalcin et al., ۲۰۰۷). آلودگی فلزات سنگین اغلب پنهان، مداوم و به صورت غیر قابل برگشت می‌باشد (Wang et al., ۲۰۰۱). از میان فلزات سنگین فلزاتی مانند سرب و کادمیوم زنوبیوتیک هستند، به این مفهوم که این عناصر برای متابولیسم بدن مورد نیاز نبوده و حتی مقادیر کم آن‌ها نیز برای بدن مضر است. مهم ترین اثر سوء مصرف کادمیوم در انسان بیماری ایتای ایتای است که اولین بار به علت مصرف برنج آلوده به این فلز در ژاپن گزارش شد .از دیگر اثرات سمی این فلز می‌توان به تخریب بافت کلیه اشاره کرد (Żukowska and Biziuk, ۲۰۰۸). از اثرات مخرب فلز سرب نیز می‌توان به آسیب جدی به سیستم عصبی مرکزی و محیطی اشاره نمود (Zhang et al., ۲۰۱۲). اما دسته دیگر فلزات سنگین مانند مس و روی عناصری هستند که به مقدار کم برای بدن مورد نیاز بوده و در مقادیر بالاتر از حد استاندارد می‌توانند منجر به اثرات سوء گردد (Esmaili Sari, ۲۰۰۲). بهویان و همکاران (۲۰۱۰) آلودگی فلزات سنگین در خاك‌های کشاورزی اطراف معدن زغال سنگی در بنگلادش را با استفاده از شاخص فاکتور غنی‌شدگی[۹۸]، زمین انباشتگی[۹۹] و شاخص بار آلودگی[۱۰۰] مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها غنیشدگی معنیدار خاك‌ها با فلزات تیتانیم، منگنز، روی، سرب، آرسنیك، آهن، استرانسیم و آنتیموان در نتیجه فعالیت‌های معدنی را نشان داد. با توجه به رابطه تنگاتنگ اکوسیستم‌های کشاورزی و سلامتی انسان، آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های کشاورزی حایز اهمیت میباشد (Bermudez et al., ۲۰۱۲; Liu et al., ۲۰۱۴). در سال‌های اخیر آلودگی فلزات سنگین در خاك به مشکل عمده‌ای تبدیل شده که تجمع آن‌ها در گیاه، مستقیم یا غیر مستقیم بر زندگی حیوانات و انسان اثر میگذارد. بنابراین برای نیل به توسعه پایدار خصوصا در بخش کشاورزی جمع‌آوری اطلاعات پایهٔ زیست محیطی برای منابع حیاتی از جمله خاك ضروری است. در این مطالعه خاک باغ‌های پسته اطراف کارخانه زغال شویی زرند از نظر میزان آلودگی به فلزات سرب، کادمیم، مس و روی مورد ارزیابی قرار گرفت.

[۹۸] Contamination factor
[۹۹] Geoaccumulation index
[۱۰۰] Pollution load index

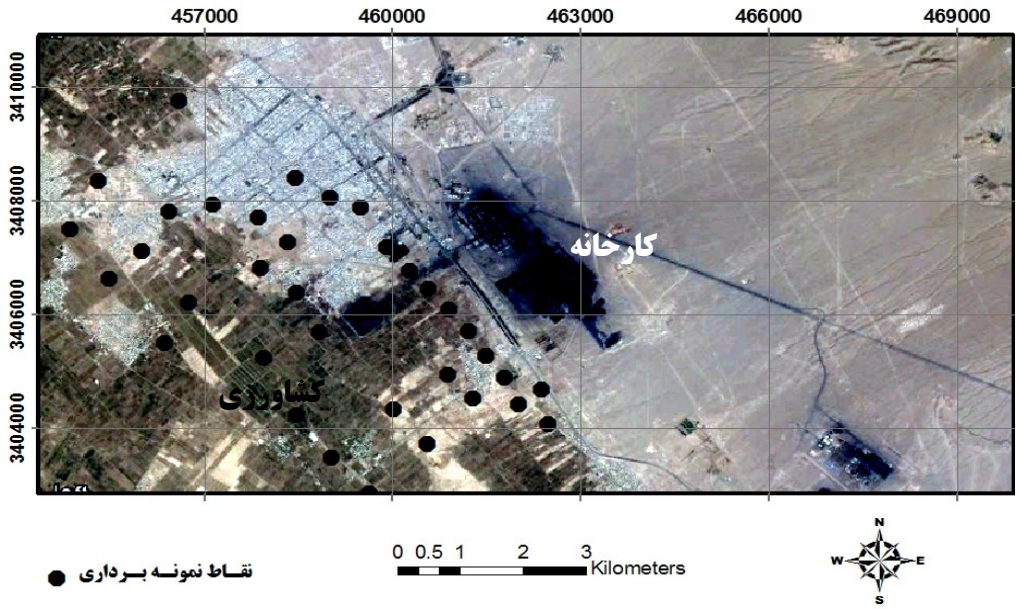
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

معادن زغال سنگ کرمان در قسمت شرق ایران مرکزی در محدوده‌ی چین‌خوردگی کرمان- یزد واقع شده‌اند. این معادن به فاصله‌ی ۵۰ تا ۲۲۰ کیلومتری شمال غرب کرمان واقع‌اند و از نظر زمین ساختی جزء ناودیس کرمان بهاباد محسوب میشوند.
منطقه مورد مطالعه (کارخانه زغال‌شویی زرند) در ۷۵ کیلومتری شهرستان کرمان و در ۱ کیلومتری زرند قرار گرفته است (حمزه و زریسفی، ۱۳۸۹). این کارخانه بزرگ‌ترین کارخانه فرآوری زغال‌سنگ ایران است و در در سال ۱۳۵۷ برای شستشوی زغال‌سنگ‌های منطقه کرمان مورد بهره‌برداری قرار گرفته است) حمزه و زریسفی، ۱۳۸۹). هدف از تغلیظ یا شستن زغال سنگ، پایین آوردن درصد خاکستر و ناخالصیهای موجود در زغال سنگ و در نتیجه افزایش نسبی در صد کربن میباشد.

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری به صورت شبکه‌بندی تصادفی انجام شد(شکل ۱). تعداد ۳۹ نمونه مرکب (در هرنقطه ۵ نمونه) از سطح خاک (عمق ۳۰-۰) از منطقه ریزوسفری باغ‌های پسته برداشت و پس از هوا خشك كردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل شدند. برای تعیین غلظت کل عناصر سنگین از روش (۱۹۸۳) Ajayi and Kamson استفاده شد. بدین منظور ۲/۰ گرم خاک با ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۵ نرمال تیمار به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده و ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگه‌داری شد. غلظت فلزات موجود در عصاره‌ها پس از عبور از کاغذ صافی با دستگاه جذب اتمی قرائت گردید (Ajayi and Kamson, ۱۹۸۳).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و پراکنش نقاط نمونه برداری

تعیین شاخص‌های آلودگی

شاخص زمین انباشتگی

شاخص زمین انباشتگی قادر به بیان درجه آلایندگی خاك بوده و از رابطه زیر محاسبه میشود (Muller et al., ۱۹۶۹):

$$Igeo = log_2((Cn)/1.5 \times Bn)$$

رابطه (۱):

در این رابطه، Igeo شاخص زمین انباشتگی، Cn، غلظت در رسوب یا خاک و Bn، غلظت زمینه می‌باشد. ضریب ۵/۱ نیز برای حذف تغییرات احتمالی زمینه به علت تاثیرات زمین شناختی اعمال می‌شود (Chen et al., ۲۰۰۷). شاخص زمین انباشتگی شامل هفت گروه از غیر آلوده تا به شدت آلوده میباشد که براساس غلظت فلزات سنگین این طبقه‌بندی صورت میگیرد(Gonzales- Macias et al, ۲۰۰۶).

فاکتور آلودگی

فاکتور آلودگی از تقسیم کردن غلظت عنصر در نمونه برداشت شده به غلظت همان عنصر در نمونه زمینه به‌دست میآید (رابطه ۲) و بیانگر میزان آلودگی رسوبات به عناصر سنگین است (Abrahim et al., ۲۰۰۸).

$$CF = [C]heavy\ metal/[C]background$$

رابطه (۲):

که در آن CF : فاکتور آلودگی، $C_{heavy\ metale}$: غلظت عنصر در نمونه، $C_{background}$: غلظت عنصر در نمونه زمینه است. سطوح آلودگی را می‌توان براساس درجه آلودگی بین ۱ تا ۶ تقسیم بندی کرد. اگر فاکتور آلودگی بیشتر از یک باشد نشان‌دهنده وجودآلودگی و اگر فاکتور آلودگی کمتر از یک باشد نشان دهنده عدم وجود آلودگی در منطقه مورد مطالعه میباشد.

شاخص بار آلودگی

شاخص بار آلودگی (PLI) از رابطه (۳) محاسبه گردید. اگر PLI نزدیك به عدد یك باشد نشان‌دهنده این است که بار یا غلظت فلزات سنگین نزدیك به غلظت زمینه بوده و نشان از عدم آلودگی خاك دارد. در صورتیکه این شاخص از یك بیشتر باشد نشان دهنده این است که خاک دارای آلودگی میباشد.

$$PLI = (CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \times \dots\dots\dots CF_n)^{1/n}$$

رابطه (۳) :

در این رابطه CF شاخص آلودگی برای هر فلز و n تعداد فلزات مورد مطالعه در خاك میباشد

نتایج و بحث

منطقه مورد مطالعه با کاربری کشاورزی و پوشش غالب پسته در جهت غرب و جنوب غربی کارخانه زغال‌شویی قرار گرفته است (شکل ۱). مقادیر محاسبه شده شاخص زمین انباشتگی فلزات سنگین مس، روی، سرب و کادمیوم برای این منطقه در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین شاخص زمین انباشتگی نشان داد که شاخص زمین انباشتگی برای عناصر مس (۱۶/۱) و کادمیوم (۴۵/۱) میلی‌گرم بر کیلوگرم در محدوده غیرآلوده تا کمی آلوده و برای عناصر روی (۹۲/۳) و سرب (۵۱/۴) میلی‌گرم بر کیلوگرم در محدوده خیلی آلوده تا شدیدا آلوده قرار دارد. شاخص زمین انباشتگی بالا برای عناصر روی و سرب در منطقه مورد مطالعه را شاید بتوان ناشی پساب خروجی از کارخانه دانست که برای آبیاری باغات پسته استفاده می‌شود (حمزه و زریسفی، ۱۳۸۹).

جدول ۱- مقادیر شاخص زمین انباشتگی فلزات سنگین در ریزوسفر پسته

عنصر	شاخص زمین نباشتگی	شدت آلودگی منطقه
مس	۱۶/۱	کمی آلوده
کادمیوم	۴۵/۱	کمی آلوده
روی	۹۲/۳	خیلی آلوده
سرب	۵۱/۴	خیلی آلوده تا شدیدا آلوده

میانگین غلظت کل، فاکتور آلودگی و بار آلودگی در جدول ۲ نشان داده شده است. میانگین غلظت کل مس، کادمیوم، روی و سرب به‌ترتیب ۳۵/۵۷، ۴۶/۸۸، ۰۹/۶ و ۹۲/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین شد. ژوانگ و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادن که میانگین غلظت مس، روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های کشاورزی ده برابر بیشتر از حد استاندارد کیفیت محیط زیست برای کشور چین در اطراف معدن داباشان بوده است. نتایج فاکتور آلودگی نشان داد که تمامی فلزات در محدوده آلودگی زیاد قرار دارند. مقدار فاکتور آلودگی برای فلزات مس ۵۸/۳، کادمیوم، ۴۲/۴، روی، ۰۹/۶ و سرب، ۴۴/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین شد. بر اساس این نتایج بیشترین فاکتور آلودگی مربوط به سرب و کمترین مربوط به مس می‌باشد.

جدول ۲- غلظت میانگین و فاکتور آلودگی تعدادی از فلزات سنگین در ریزوسفر پسته

عنصر	غلظت میانگین	فاکتور آلودگی
مس	۳۵/۵۷	۵۸/۳
کادمیوم	۴۶/۸۸	۴۲/۴
روی	۰۹/۶	۳۶/۲۴
سرب	۹۲/۶	۴۴/۳۸
شاخص بار الودگی	-	۵/۱۰

شاخص بار آلودگی در مناطق پسته کاری نشان داد که این شاخص تحت تأثیر آلودگی کارخانه قرار گرفته است (جدول ۲). مقدار شاخص بار آلودگی برای ارزیابی خاک‌های کشاورزی اطراف معدن زغال سنگی در بنگلادش نشان داد منطقه مورد مطالعه تحت تاثیر معدن به شدت آلوده شده است (Bhuiyan et al., ۲۰۱۰).

نتیجه گیری

در مطالعات زیست محیطی به ویژه زمانیکه توزیع ژئوشیمیایی عناصر در محیط، حاصل ترکیبی از عوامل انسانی و طبیعی باشد، باید روند تغییرات با استفاده از شاخص‌های آلودگی ارزیابی شود. شاخص زمین انباشتگی، فاکتور آلودگی و شاخص بار آلودگی از معیارهای هستند که با در نظر گرفتن غلظت عناصر در نمونه زمینه روند آلودگی را نشان می‌دهند. در پژوهش حاضر، از شاخص‌های آلودگی شامل شاخص زمین انباشتگی، فاکتور آلودگی و بار آلودگی برای ارزیابی فلزات مس، روی، سرب و کادمیوم در ناحیه ریزوسفری باغ‌های پسته اطراف کارخانه زغال‌شویی استفاده شد. براساس شاخص زمین انباشتگی، خاک ریزوسفر پسته دارای آلودگی شدید فلزات روی و سرب می‌باشند. این آلودگی می‌تواند ناشی از کاربرد پساب کارخانه در اراضی پسته کاری باشد. فاکتور آلودگی برای فلزات مورد مطالعه بیشتر از یک به دست آمد که نشان دهنده غلظت بالای این فلزات و تاثیر عوامل انسانی علاوه بر عوامل طبیعی است.

منابع

حمزه، ع.، م. و زریسفی، ا.، م. ۱۳۸۹. مطالعه هیدروژوشیمی برخی عناصر سمی در پساب کارخانه‌ی زغال‌شویی زرند و روش‌های پاکسازی آن. فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، شماره ۳، صفحه‌های ۱۸۲ تا ۱۹۴.

صدوری، م. و قرچه، ن. ۱۳۹۲. نقش قارچ‌های همزیست ریشه در احیای زمین‌های آلوده به مواد سمی. دانش بیماری شناسی گیاهی، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۴۵ تا ۶۰.

Abrahim G.M.S. and Parker R.J. ۲۰۰۸. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand, Environ Monit Assess, ۱۳۶: ۲۲۷-۲۳۸.

Ajayi A. and Kamson O.F. ۱۹۸۳. Determination of lead in roadside dust in Lagos City by atomic absorption spectrophotometry. Environ. Int. ۹: ۳۹۷- ۴۰۰.

Bermudez G.M.A., Jasan R., Pla R. and Pignata M.L. ۲۰۱۲. Heavy metals and traceelements in atmospheric fall-out: their relationship with topsoil and wheatelement composition. J. Hazard. Mater. ۲۱۳-۲۱۴: ۴۴۷- ۴۵۶.

Bhuiyan M. A., Parvez L., Islam M. A., Dampare S. B. and Suzuki S. ۲۰۱۰. Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of Bangladesh. Journal of Hazardous Materials, ۱۷۳: ۳۸۴-۳۹۲.

Bhuiyana M. A. H., Parvez L., Islam M. A., Dampare S. B. and Suzukia S. ۲۰۱۰. Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of Bangladesh, Journal of Hazardous Materials, ۱۷۳: ۳۸۴-۳۹۲.

Chen C.W., Kao C.M., Chen C.F. and Dong, C.D. ۲۰۰۷. Distribution and accumulation of heavy metals in the sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan. Chemosphere, ۶۶(۸): ۱۴۳۱- ۱۴۴۰.

Esmaili Sari A. ۲۰۰۲. Pollution Health and Environmental Standards. ۱st ed. Tehran: Naghsh Mehr Publications, (Persian).

Gonzales - Macias C., Schifter I., Liuch- Cota D.B., endez- Rodriguez L. and Hernandez- Vazquez S. ۲۰۰۶. Distribution, enrichment and accumulation of heavy metals in coastal sediments of Salina Cruz Bay, Mexico. Environmental Monitioring and Assessment, ۱۱۸: ۲۱۱- ۲۳۰.

Liu G., Yu Y., Hou J., Xue W., Liu X., Liu Y. and Liu Z. ۲۰۱۴. An ecological risk assessment of heavy metal pollution of the agricultural ecosystem near a lead-acid battery factory. Ecological Indicators, ۴۷: ۲۱۰-۲۱۸.

Muller G. ۱۹۶۹. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. Geo. J., ۲:۱۰۸-۱۱۸.

Wang Q.R., Dong Y., Cui Y. and Liu X. ۲۰۰۱. Instances of soil and crop heavy metal contamination in China. Soil Sediment Contam, ۱۰: ۴۹۷-۵۱۰.

Yalcin M. G., Battaloglu R. and Ilhan S. ۲۰۰۷. Heavy metal sources in Sultan Marsh and its neighborhood, Kayseri, Turkey. Environ Geol, ۵۳: ۳۹۹ - ۴۱۵.

Zhang X.W., Yang L.S., Li Y.H., Li H.R., Wang W.Y. and Ye B.X. ۲۰۱۲. Impacts of lead/zinc mining and smelting on the environment and human health in China. Environ Monit Assess, ۱۸۴: ۲۲۶۱-۷۳.

Zhuang P., Zou B., Li N.Y. and Li Z.A. ۲۰۰۹. Heavy metal contamination in soils and food crops around Dabaoshanmine in Guangdong, China: implication for human health. Environ Geochem Health, ۳۱:۷۰۷-۱۵.

ukowska J. and Biziuk M. ۲۰۰۸. Methodological evaluation of method for dietary heavy metal intake. J Food Sci, ۷۳ : ۲۱ -۲۹.

Abstract

The objective of this study was to assess soil Cu, Zn, Pb and Cd pollution in pistachio cultivated lands. Composite samples from ۳۹ points were collected systematically from ۰-۳۰ cm of soil, air dried and passed from a ۲ mm

sieve. The total concentration of heavy metals Cu, Zn, Pb and Cd were extracted with ۵N HNO_3 and measured their concentration was measured by atomic absorption spectrophotometer. The geo-accumulation index for Cu, Cd, Zn and Pb were ۱.۱۶, ۱.۴۵, ۳.۹۲ and ۴.۵۱ mg Kg^{-1}, respectively. Based our results, Cu and Cd were in none or slightly polluted range, and Zn and Pb were in highly polluted range. In this study, contamination factor was determined more than one and pollution load index was ۱۰.۵,,showing high heavy metal pollution in agricultural lands due to natural and coal factory activities.

ارزیابی بسترهای کاشت جدید در کشت خیار گلخانه ای

فرهاد دهقانی [۱]، محمد زارع مهرجردی [۲]، اسماعیل صابری مقدم [۳]، احمد رضا اخوتیان اردکانی [۳]
۱- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد، ۲- مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد، ۳- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد

چکیده
امکان کنترل شرایط تغذیه ای و دستیابی به پتانسیل بالاتر عملکرد حذف مسائل مرتبط با خاکهای آهکی برخی از گلخانه‌داران را به استفاده از روش بدون خاك سوق داده است. به منظور ارزیابی بسترهای جدید کشت، آزمایشی در قالب طرح بلوك های کامل تصادفی در گلخانه مرکز یزد روی محصول خیار انجام گرفت. سه بستر کشت شامل: ۱) مخلوط کوکوپیت- پرلیت، ۲) ضایعات پوست چوب و ۳) ضایعات نخل خرما در کارتن پلاست قرار گرفته و خصوصیات کمی و کیفی محصول تولیدی ارزیابی شد. نتایج نشان داد هرچند بین بسترهای مختلف کشت تفاوت معنی‌داری در پارامترهای عملکرد وجود ندارد لیکن بیشترین عملکرد کل، تعداد میوه و میانگین وزن میوه در هر بوته در تیمار بستر ضایعات چوب بدست آمد. همچنین در هیچک از سه بستر کاشت، تفاوت معنی‌داری بین میزان نیترات میوه وجود نداشت. بنابراین، بسترهای کشت تولید داخل (ضایعات چوب و خرما) می‌تواند جایگزین مناسبی برای بسترهای کشت وارداتی در کشتهای گلخانه ای باشند.

واژه های کلیدی: گلخانه هیدروپونیک، بستر کاشت، خیار سبز.

مقدمه
عمده محصول گلخانه ای در کشور خیارسبز می باشد. سطح زیر کشت محصولات گلخانه ای کشور حدود ۸۰۰۰ هکتار می باشد که بالغ بر ۹۵ درصد آنها کشت به روش های خاکی است. حذف خاک و استفاده از بسترهای غیر خاکی در محیط های گلخانه ای یکی از روش های تولید محصول سالم در ایران و دنیا می باشد. بررسی ها نشان می دهد که اکثر مواد بکار رفته بعنوان بستر کاشت در گلخانه ها مواد طبیعی و قابل دسترس هستند. در حال حاضر عمده بسترهای کشت مورد استفاده در گلخانه های هیدروپونیک مانند کوکوپیت و پیت ماس وارداتی می باشند که به دلیل گرانی قیمت تمام شده، هزینه تولید را به میزان قابل توجهی افزایش می دهد. در حال حاضر واردات کوکوپیت بیش از ۱۰۰۰ تن در سال می باشد که این حجم از واردات، تولید بسترهای جدید داخلی و مناسب برای گلخانه های کشور را گوشزد می کند. ضمن آنکه استفاده از بسترهای جدید می تواند تا حد بسیار زیادی مشکلات بسترهای خاکی بویژه شیوع بیماریها و مصرف بالای سموم را کاهش دهد. از دیگر معایب بسترهای وارداتی خطر شیوع عوامل قرنطینه ای به خصوص انواع نماتد در کشور می باشد. استفاده از منابع داخل کشور هزینه تمام شده را کاهش می‌دهد. هزینه حمل و نقل و انتقال از کشور مبدا را کاهش داده و می‌تواند موجب کاهش هزینه تولید محصولات گلخانه‌ای در کشور شود و سود آوری بخش گلخانه‌ها را افزایش دهد.

از طرفی تولید محصول سالم و با کیفیت از اهداف کشاورزی پایدار است. هرچند غلظت بالای نیترات در محصولات کشاورزی برای انسان مضر و خطرناک است ولی با این وجود، غلظت این ترکیب در محصولات گلخانه ای کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. حد مجاز نیترات بر اساس استاندارد تعیین شده سازمان بهداشت جهانی ۱۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه است. ایجاد توازن در فرمولاسیون تغذیه کشت های هیدروپونیک برای تولید محصول سالم از اهمیت ویژه ای برخوردار است. نیترات شکل متداول نیتروژن مورد استفاده گیاهان است و کودهای نیتروژنی کاربرد زیادی جهت افزایش بهره وری گلخانه دارند. از طرفی غلظت بالای نیترات منجر به ایجاد ترکیبات خطرناک و مضر برای انسان می شود. بنابراین مدیریت تغذیه گیاه و اندازه گیری نیترات در کیفیت محصول تولیدی تاثیر غیر قابل انکاری دارد. از این رو ارزیابی و کاربرد بسترهای جدید کشت ضایعات داخلی علاوه بر صرفه جویی ارزی و کاهش هزینه های تولید می تواند در تولید محصولات سالم نقش بسزایی ایفا نماید.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی بسترهای کشت ضایعات فیبری تولید داخل کشور (تولید شده توسط موسسه تحقیقات خاک و آب)، آزمایشی به روش هیدروپونیک بر روی محصول خیارسبز در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد انجام گرفت. این آزمایش در قالب بلوک کاملا تصادفی برای محصول خیارسبز گلخانه ای با سه تیمار و چهار تکرار انجام پذیرفت. تیمارها شامل: ۱) مخلوط کوکوپیت- پرلیت، ۲) مواد لیگنین و فیبری حاصل از ضایعات چوب و ۳) مواد لیگنین و فیبری حاصل از ضایعات نخل خرما بودند. ترکیب و فراوری بسترهای داخلی در موسسه تحقیقات خاک و آب صورت گرفته بود. به منظور آبیاری و تغذیه بوته ها در کلیه تیمارها از محلول غذایی با میزان عناصر به شرح جدول ۱ استفاده شد. در این تحقیق به شناسایی پتانسیل‌های کاربرد بسترهای جدید کشت و قابلیت جایگزینی آنها با بسترهای وارداتی پرداخته شده است. برای این منظور صفات کمی و کیفی محصول از قبیل:

تعداد میوه، وزن میوه و عملکرد کل هر تیمار بررسی و اندازه گیری شد و اطلاعات بدست آمده در نهایت، با نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین قرار گرفت.

جدول ۱. مقادیر عناصر غذایی در محلول مصرفی در بسترهای کشت

عنصر غذایی	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
مقدار (ppm)	۲۲۴	۱۶/۳۲	۲۳۱	۷۵/۲۳۱	۵/۴۸	۷۴۳/۱	۲/۲	۵/۱	۲۸۲/۰

همچنین برای ارزیابی کیفیت میوه، اقدام به نمونه برداری از میوه خیار گردید. بدین منظور از هرکدام از تیمارها ۱۵ میوه رسیده و سالم از بوته های مختلف برداشته شد. میوه ها پس از انتقال به آزمایشگاه با آب مقطر شسته و توزین شدند. سپس پوست آنها جدا شده، میوه ها قطعه قطعه و وزن گردیدند و به صورت جداگانه در آون خشک شدند. در نهایت درصد رطوبت میوه ها به دست آمد.

برای اندازه گیری نیترات از روش کالریمتری بعد از احیاء (روش دی آزو) استفاده شد. بدین صورت که ۵/۰ گرم از نمونه آسیاب شده در ارلن ۱۰۰ میلی لیتر ریخته و ۵۰ سی سی اسید استیک ۲% به آن افزوده شد. پس از نیم ساعت شیکر شدن و عبور از کاغذ صافی ۱۰ میلی لیتر از محلول حاصل در لوله آزمایش ریخته و ۵/۰ گرم از پودر مخلوط به آن اضافه و ۳۰ ثانیه به هم زده شد. سپس از کاغذ صافی عبور داده و در طول موج ۵۴۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید (۵).

برای نمونه برداری برگ، از برگ پنجم (از بالای) بوته ها نمونه برداشت شد. سپس برگ ها شسته و در آون خشک و مورد آزمایش قرار گرفتند.

نتایج و بحث

در جدول شماره (۱) نتایج تجزیه برگی مربوط به تیمارهای مختلف بستر کاشت آمده است.

.جدول ۱. نتایج تجزیه برگی تیمارهای بستر کاشت

مشخصات	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cu ppm	B ppm
کوکوپیت- پرلیت	۱۶/۵	۶۴۳/۰	۱۶/۴	۲۵/۱	۵۰۸/۰	۸۵/۷۸	۳/۱۲۲	۶/۴۲	۸/۱۴	۴۹
ضایعات خرما	۶۹/۵	۷۲۷/۰	۴۹/۴	۸۹/۱	۴۹۱/۰	۷۵/۸۹	۵/۸۰	۶/۴۸	۷/۱۶	۵۲
ضایعات چوب	۴۸/۵	۷۸۴/۰	۲۸/۴	۲۳/۱	۳۹۳/۰	۵۵/۷۳	۴/۹۲	۰/۳۰	۸/۱۸	۴۷

هرچند بستر ضایعات چوب نسبت به سایر تیمارها دارای بیشترین عملکرد کل، تعداد میوه و میانگین وزن میوه بود ولی از لحاظ آماری اختلاف معنی داری بین سه تیمار هر سه بستر (کوکوپیت- پرلیت، ضایعات خرما و ضایعات چوب) در پارامترهای عملکرد وجود نداشت (جدول ۲).

.جدول ۲. مقایسه میانگین اثر بسترهای کشت روی برخی پارامترهای عملکرد خیار رقم کیهان

بستر کاشت	میانگین وزن هر عدد میوه خیار (گرم)	میانگین تعداد میوه / هر بوته	عملکرد کل (گرم/ هر بوته)
کوکوپیت- پرلیت	[a]۳۹۲/۸۱	[a]۳۳/۲۴	[a]۰/۱۹۷۰
ضایعات خرما	[a]۸۲۷/۸۱	[a]۴۲/۲۳	[a]۶/۱۹۱۱
ضایعات چوب	[a]۹۰۵/۸۶	[a]۲۵	[a]۸/۲۱۶۰

.میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری با توجه به آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد نمی‌باشند *

همچنین نتایج اندازه گیری نیترات نشان داد غلظت نیترات در هیچکدام از بسترهای کاشت تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند. بنابراین نوع بستر کاشت تاثیر معنی داری بر تجمع نیترات در میوه نداشته است (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین مقدار نیترات کل، نیترات میوه و پوست خیار گلخانه ای در بسترهای مختلف کشت

بستر کاشت	نیترات میوه (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	نیترات پوست (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	نیترات کل (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)
کوکوپیت- پرلیت	[a]۰۶۰/۱	[a]۴۶۳/۵	[a]۱۸۰/۲

ضایعات خرما	[a] ۳۷۳/۲	[a] ۷۸۳/۷	[a] ۶۸۳/۳
ضایعات چوب	[a] ۲۵۳/۱	[a] ۴۹۷/۹	[a] ۲۹۷/۳

*** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری و بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد نمی‌باشند.**

همانگونه که در جدول (۳) مشاهده می شود علیرغم نبود تفاوت معنی دار بین اعداد، بیشترین میزان نیترات میوه (۳۷۳/۲ میلی گرم نیترات در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) و همچنین نیترات کل (۶۸۳/۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) در تیمار ضایعات چوب و بیشترین میزان نیترات پوست (۴۹۷/۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) در تیمار ضایعات خرما مشاهده گردید. نتیجه دیگر اینکه صرف نظر از نوع بستر کاشت، تجمع نیترات در پوست خیار تولید شده در این آزمایش بین ۳ تا ۷ برابر بیشتر از گوشت میوه بوده است. بنابراین، جدا کردن پوست خیار تا حد زیادی می تواند از غلظت و خطرات نیترات تجمع یافته در میوه بکاهد. از نتایج ارزشمند دیگر این پژوهش اینکه میزان نیترات میوه خیار تولید شده در این بسترهای کشت تماما کمتر از حد مجاز و استاندارد جهانی (۱۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) بوده است (۶) که این امر می تواند ناشی از رعایت توازن عناصر در فرمولاسیون تغذیه ای باشد.

سنایی استوار و همکاران (۱) در یک بررسی، غلظت نیترات در خیار گلخانه ای استان قم را ۶/۴۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه و مهم ترین دلیل بالا بودن غلظت نیترات را مدیریت تغذیه نامناسب گلخانه داران، استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی اوره و نیتراته و همچنین کودهای دامی بیان نمودند.

نهایتاً با توجه به اینکه هیچکدام از تیمارهای بستر کاشت اختلاف معنی داری در پارامترهای عملکرد نداشتند، استفاده از بسترهای کاشت فیبری تولید داخل به دلایل ذیل نسبت به بسترهای وارداتی ارجح می باشد:

ارزان و در دسترس بودن
کاهش هزینه تولید
کاهش خطر شیوع بیماری های گیاهی
صرفه جویی ارزی

منابع

سنایی استوار، آ. خوشگفتارمنش، ا، ح. میرزاپور، م، ه. ۱۳۸۹. برخی ویژگی های کیفی و وضعیت تغذیه ای خیار گلخانه ای در استان قم. برخی ویژگی های کیفی و وضعیت تغذیه ای خیار گلخانه ای در استان قم. شماره ۵۴. ۱۳۳-۱۲۳.

نوری‌زاده. م، پیوست. غ و لایق، م. تاثیر بسترهای مختلف کشت روی رشد، عملکرد و کیفیت خیار گلخانه‌ای در کشت بدون خاک. ۱۳۸۴. چهارمین کنگره علوم باغبانی.

Basirat, M. ۲۰۱۱. Use of palm waste Cellulose as a substitute for common growing media in Aglonema growing, Journal of horticulture and ornamental plants, ۱(۱): ۲۲-۲۷.

Nogera, P., Abad, M., Noguera, V., Puchades, R. and , A. Maquieira.۲۰۰۰. Coconut coir wate, a new and viable ecologically friendly peat substitute. Acta Hort.۵۱۷:۲۷۹-۲۸۶.

Singh. J. p., ۱۹۸۸. A rapid method for determination of nitrate in soil and plant extract., Plant and soil, ۱۱۰: ۱۳۷-۱۳۹.

Zekri, M., A. T. Obreza and R. Koo. ۲۰۰۳. Irrigation, nutrition and citrus fruit quality۱. Institute of Food and Agriculture Sciences. University of Florida, USA.

Abstract

The ability to control the nutritional condition, achieving higher yield and eliminating the problems associated with calcareous soils encourage some greenhouse owners to use soilless cultures. In order to evaluate new culture media, a factorial experiment was conducted in completely randomized block design on cucumber greenhouse of Yazd agricultural research center. Three culture media were containing: ۱) Coco peat- perlite mixture, ۲) Wood bark waste and, ۳) date palm waste. Then quantitative and qualitative characteristics of the cucumbers were evaluated. The results showed that however, there aren't significant differences in yield components between

different culture media, but the highest total yield, fruit number and average weight of fruits per plant obtained from wood waste media. Well as, in all of the three culture media, there was no significant difference between the amounts of nitrate in fruits. Thus, the inner culture media (wood and date waste) can be a good alternative for imported culture media in greenhouse cultivations.

بررسی ترمودینامیکی جذب فلوراید بر رس کائولینایت

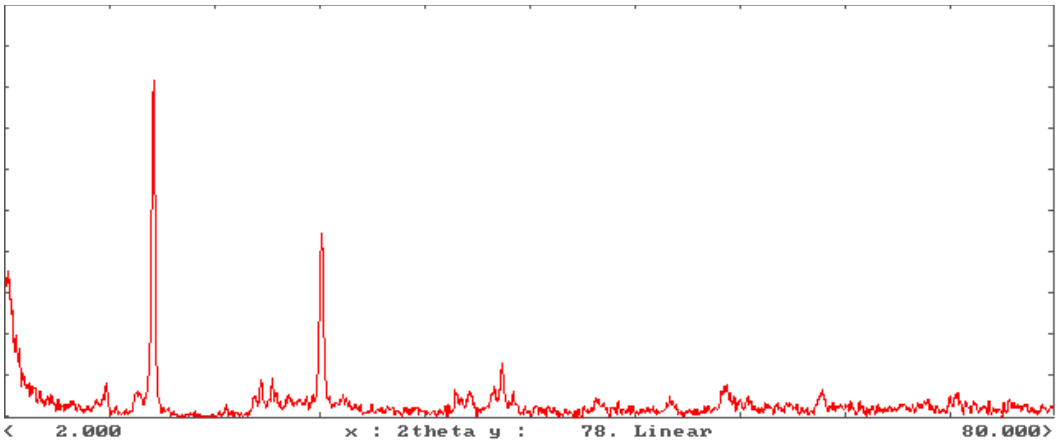
مهدی باهمت [۱]، محسن فرح بخش [۲]
۱-دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران ۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده
فلوراید با اینکه عنصری کم مقدار ضروری برای انسان و حیوانات بوده ولی وقتی غلظت آن افزایش می‌یابد سبب فلوئوروسیس می‌شود. بررسی رفتار جذبی فلوراید در خاک‌ها با توجه به نقش آن در آلودگی آب‌های زیرزمینی بسیار حائز اهمیت است. با توجه به نقش دما بر تعادل و سرعت جذب و واجذب، بررسی ترمودینامیکی جذب فلوراید بر رس کائولینایت انجام گرفت. نتایج نشان داد که در غلظت‌های کم (< ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر) جذب سطحی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بیشتر از دماهای ۱۵ و ۳۵ بود. افزایش مقادیر منفی G با افزایش دما نشان می‌دهد که واکنش‌های جذب سطحی از نظر ترمودینامیکی در دماهای بالاتر بیشتر مساعد است. بنابراین جذب سطحی فلوراید بر کائولینایت خودبخودی بوده و با افزایش دما افزایش می‌یابد. همچنین مقدار مثبت H° بیان کننده گرماگیر بودن جذب می‌باشد. علامت S° جهت واکنش را نشان می‌دهد و مقدار مثبت (کاهش بی‌نظمی) آن دلالت بر جذب دارد.

واژه های کلیدی: ترمودینامیک، جذب سطحی، فلوراید، کائولینایت

مقدمه
فلوراید یکی از عناصر کم مقدار ضروری برای انسان و حیوانات بوده و غلظت‌های کم آن (۰/۵ تا ۱ میلی‌گرم بر لیتر) در تولید و سلامت استخوان‌ها و دندان مفید می‌باشد و حداکثر غلظت قابل قبول آن در آب آشامیدنی ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر است (Fan et al., ۲۰۰۳). وقتی غلظت آن از این حد افزایش می‌یابد بسیار سمی بوده و سبب فلوئوروسیس دندان‌ها و استخوان‌ها شده که میلیون‌ها نفر در جهان به آن مبتلا می‌باشند ولی برای گیاهان غیرضروری است. مقادیر زیادی فلوراید منجر به بیماریهای مختلفی از جمله پوکی استخوان، التهاب مفاصل، شکنندگی استخوان، سرطان، ناباروری، آسیب مغزی، نشانگان آلزایمر و اختلالات تیروئیدی می‌شود (Sasaki et al., ۲۰۱۲). با توجه به اینکه بخش زیادی از غلظت فلوراید در آب‌های زیرزمینی ناشی از غلظت فلوراید خاک‌ها می‌باشد بررسی رفتار جذبی فلوراید در خاک‌ها بسیار حائز اهمیت است. هوادیدگی شیمیایی برخی کانی‌های حاوی فلوئور منجر به افزایش غلظت فلوراید در خاک‌ها و منابع آب می‌شود. عمده‌ترین فعالیت‌های انسانی افزآینده فلوراید به خاک‌ها تخلیه فاضلاب‌های حاوی فلوراید برخی صنایع مانند؛ آلومینیوم، استیل، نیمه رساناها، شیشه و غیره می‌باشد. همچنین کاربرد بیش از حد کودهای فسفاتی (حاوی ۵/۱ تا ۴ درصد فلوراید) در کشاورزی یکی دیگر از منابع مهم ورود فلوراید به خاک‌ها می‌باشد (Elrashidi and Lindsay, ۱۹۸۷). انتشار ترکیبات حاوی فلوراید از منابع مختلف می‌تواند موجب آلودگی هوا، خاک و گیاهان شود. دما یکی از پارامترهای بسیار مهم و تاثیرگذار بر تعادل و سرعت جذب و واجذب بوده و جذب سطحی با افزایش دما معمولا کاهش می‌یابد (Jia et al., ۲۰۱۰). به عبارت دیگر، جذب سطحی در دماهای بالاتر مقداری کمتر خواهد بود که این امر ناشی از افزایش انرژی سینتیکی مولکول‌ها در دمای بالاتر می‌باشد که باعث اختلال در پروسه تغلیظ شدن در سطح می‌گردد(Mohan et al., ۲۰۰۷). اگر بپذیریم که واکنش اولیه و نسبتا پر سرعت جذب سطحی بوسیله یک واکنش آهسته تر دنبال می‌شود دما می‌تواند تاثیرات متفاوتی بر واکنش‌های مجزا بگذارد. از آن جا که واکنش جذب سطحی نسبتا سریع می‌باشد تاثیرات دما بر آن اغلب بر حالت به تعادل رسیدن آن نسبت به سرعت آن تاثیر گذارتر است (Liang et al., ۲۰۰۶; Mohan et al., ۲۰۰۷). واکنش جذب سطحی شامل واکنش یون‌ها با سطوح باردار است. تاثیرات دما می‌تواند شامل تاثیر بر پتانسیل الکتریکی سطحی یا وضعیت یون در محلول و ثابت توصیف کننده وابستگی یون‌ها برای سطح باشد. شدت و جهت تغییرات با توجه به واکنش دهنده‌ها می تواند متفاوت باشد (Limousin et al., ۲۰۰۷). در تقابل با حالت قبل، تاثیر دما بر واکنش آهسته اغلب بر سرعت آن متمرکز می شود که با افزایش دما سرعت افزایش می‌یابد. به منظور به حداقل رساندن آلودگی منابع آبی، رفتار جذبی فلوراید بسیار حائز اهمیت است. بدین منظور بررسی ترمودینامیکی جذب فلوراید بر رس کائولینایت به عنوان یکی از کانی های تشکیل دهنده بسیاری از خاک‌ها انجام گرفت.

مواد و روش‌ها
ویژگی‌های کائولینایت
رس کائولینایت، به منظور بررسی روند جذبی فلوراید بر آن از شرکت مرک آلمان تهیه شد. سپس برای اطمینان از نوع رس، ساختار آن با XRD مورد مطالعه قرار گرفت. دیفراکتوگرام‌های اشعه X؛ به وسیله دستگاه XRD مدل ۵۰۰۰ ساخت کارخانه زیمنس آلمان با شدت جریان ۴۰ آمپر و ولتاژ ۴۰ میلی‌ولت و لامپ مسی با طول موج ۵۴/۱ آنگستروم انجام گرفت. شکل ۱ طیف مربوط به رس کائولینایت را نشان می‌دهد.



شکل ۱- طیف کائولینایت مربوط به دستگاه XRD

همدماهای جذب سطحی در دماهای مختلف

مقدار یک گرم رس کائولینایت در لوله‌های سانتریفوژ ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و ۲۵ میلی لیتر از محلول فلوراید در غلظت‌های ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر کلرید سدیم ۰۱/۰ مولار به آن اضافه شد. برای رسیدن به حالت تعادل به مدت ۶ ساعت در تکان دهنده‌ی رفت و برگشتی و در سه دمای ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد تکان داده شد و بعد از زمان معین، محلول رویی آن توسط سانتریفوژکردن در دور ۵۰۰۰ دور و ۱۵ دقیقه جدا گردید. غلظت فلوراید در محلول صاف شده توسط الکترود انتخابی یون (دستگاه ISE مدل ۷۸۱ Metrohm) قرائت شد.

مقدار جذب شده توسط معادله توازن جرم ۱ محاسبه شد (Hamidpour et al., ۲۰۱۰):

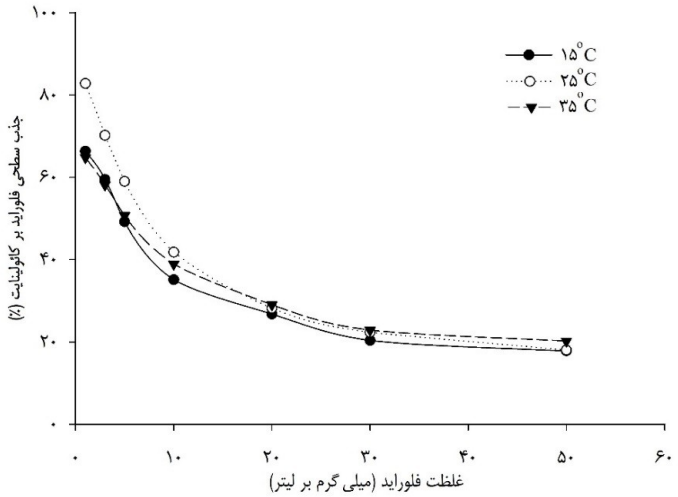
$$C_{ads} = \frac{(C_1 - C_e)V}{M} \qquad (۱)$$

جائیکه M، Ce، Ci، Cads و V به ترتیب عبارتند از مقدار جذب شده از یون فلوراید (mg/g) غلظت اولیه فلوراید در محلول (mg/l)، غلظت تعادلی فلوراید (mg/l)، جرم جذب کننده (کائولینایت) (g) و حجم محلول (l).

نتایج و بحث

اثر دما بر جذب سطحی فلوراید بر کائولینایت

یکی از عوامل موثر بر جذب سطحی دما بوده و به همین دلیل تحقیقات جذب سطحی در یک دمای ثابت انجام می‌گیرد. همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است در غلظت‌های کم (< ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر) جذب سطحی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بیشتر از دماهای ۱۵ و ۳۵ می‌باشد و با افزایش غلظت فلوراید مشاهده می‌شود که جذب سطحی با افزایش دما کمی بیشتر می‌شود اما این افزایش چشمگیر نیست. افزایش جذب F^- با افزایش دما توسط محققان متعددی گزارش شده است (Liang et al., ۲۰۰۵; Mohan et al., ۲۰۰۷) و بیان کرده‌اند که افزایش جذب با دما به دلیل افزایش مکان‌های در دسترس سطحی فعال برای جذب بر جذب کننده و یا بدلیل کاهش ضخامت لایه‌ی احاطه کننده جذب کننده است، بطوریکه مقاومت انتقال جرم ماده جذب شده در لایه‌ی مرزی کاهش یابد. علارغم این نتایج، نشان داده شده است که افزایش دما اثر معکوس بر جذب فلوراید دارد که ممکن است به دلیل این باشد که افزایش دما سبب افزایش تمایل فرار (گریز) مولکول‌ها از سطح مشترک شده و بدین وسیله جذب کاهش می‌یابد. همچنین نشان می‌دهد که واکنش بین یون F^- و جذب کننده گرماده بوده است (Huang et al., ۲۰۱۲; Sujana et al., ۲۰۱۳).



شکل ۲- تاثیر دما بر میزان جذب سطحی فلوراید بر رس کائولینایت

همچنین می‌توان نتیجه گرفت که این دو عامل می‌توانند متقابلا همدیگر را خنثی کنند نتایج این پژوهش نیز مبین این مورد می‌باشد. در غلظت‌های بالا، افزایش مکان‌های در دسترس سطحی فعال برای جذب بر جذب کننده و همچنین افزایش تمایل فرار (گریز) مولکول‌ها از سطح مشترک می‌تواند سبب تعدیل تغییرات جذب سطحی ناشی از تغییر دما شود.

بررسی ترمودینامیکی جذب فلوراید بر رس کائولینایت

از نقطه نظر ترمودینامیکی، جذب یک ماده از فاز رقیق گاز یا محلول به سطح جامد سبب کاهش در تحرک مولکول‌ها و در نتیجه کاهش در آنتروپی (بی‌نظمی) سیستم می‌گردد. بنابراین پروسه جذب باید گرماده باشد تا حدی که کمیت منفی H از کمیت S T در اندازه بزرگتر باشد تا انرژی محرک لازم برای جذب را فراهم آورد مقدار انرژی گیبس باید کمیتی منفی باشد تا پدیده جذب رخ دهد.

تغییر انرژی آزاد استاندارد (G)، تغییر آنتالپی استاندارد (H) و تغییر انتروپی استاندارد (S) با استفاده از معادلات بدست آمد (Jia et al., ۲۰۱۰). میزان تغییرات انرژی آزاد گیبس از تفاضل مقدار تغییرات آنتالپی از حاصلضرب دو کمیت دما و مقدار تغییرات آنتروپی بدست می‌آید (رابطه ۲).

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 \qquad (۲)$$

ثابت تعادل جذب سطحی (K) از روش خان و سینگ (۱۹۸۷) بدست آمد. بر اساس مقادیر lnK برای سه دما تغییرات انرژی آزاد استاندارد (G) برای واکنش از رابطه‌ی ۳ محاسبه شد.

$$\Delta G^0 = -RT \times \ln K \qquad (۳)$$

جائیکه R ثابت جهانی گاز (jmol-۱K-۱۳۱۴/۸) و T دما بر حسب کلوین می‌باشد.

تغییرات آنتالپی (H) و آنتروپی (S) می‌تواند از شیب و عرض از مبدا شکل وانت هوف (lnK نسبت به T/۱) بر حسب معادله ۴ بدست آید (Li et al., ۲۰۰۸).

$$\ln K = \frac{\Delta S^0}{R} - \frac{\Delta H^0}{RT} \qquad (۴)$$

مقادیر محاسبه شده ضرایب ترمودینامیکی جذب فلوراید بر رس کائولینایت در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به جدول ۱، تغییرات انرژی آزاد گیبس منفی است بنابراین واکنش به صورت خود بخودی صورت می‌گیرد. مقدار منفی G نشان از این دارد که فرآیند جذبی اتفاق افتاده است.

جدول ۱- مقادیر ضرایب ترمودینامیکی جذب فلوراید بر رس کائولینایت

دما (درجه سانتیگراد)	K_d	R^2	n	G	H˙	S˙
۱۵	۵۹۸۵/۴	۹۴۴۲/۰	۷	-۲۵/۳۶۵۳	۰۳/۶۵۱۰	۰۴/۳۵
۲۵	۵۹۳۲/۴	۹۱۴۲/۰	۱۰	-۲۵/۳۷۷۷		

-۳۹/۴۳۶۴	۷		
	۹۵۰۹/۰	۴۹۷۹/۵	
			۳۵

افزایش مقادیر منفی G با افزایش دما نشان می‌دهد که واکنش‌های جذب سطحی از نظر ترمودینامیکی در دماهای بالاتر بیشتر مساعد است. بنابراین جذب سطحی فلوراید بر کائولینایت خودبخودی بوده و با افزایش دما افزایش می‌یابد. تغییرات در آنتالپی (H) اطلاعاتی را در مورد قدرت پیوند ارائه می‌دهد. مقدار مثبت H بیان می‌کند که جذب سطحی فلوراید بر رس کائولینایت گرماگیر می‌باشد (Sairam et al., ۲۰۰۸). علامت S جهت واکنش را نشان می‌دهد مقدار مثبت (کاهش بی‌نظمی) دلالت بر جذب دارد و مقدار منفی بر واجذب دلالت خواهد کرد. عموما فرآیندهای جذب سطحی همراه با مقادیر مثبت S می‌باشد و برعکس مقادیر منفی S برای جذب بر برخی مواد ناهمگن گزارش شده است (Sujana et al., ۲۰۰۹).

منابع

Elrashidi M.A. and Lindsay W. L. ۱۹۸۷. Effect of Fluoride on pH, organic matter and solubility of elements in soils, Environmental Pollution, ۴۷: ۱۲۳-۱۳۳.

Fan X., Parker D.J. and Smith M.D. ۲۰۰۳. Adsorption kinetics of uoride on low cost materials, Water Research ۳۷: ۴۹۲۹-۴۹۳۷.

Hamidpour M., Kalbasi M., Afyuni M., Shariatmadari H., Holm P.E. and Hansen H.Ch.B. ۲۰۱۰. Sorption hysteresis of Cd(II) and Pb(II) on natural zeolite and bentonite, Journal of Hazardous Materials ۱۸۱: ۶۸۶-۶۹۱.

Huang R., Yang B., Liu Q. and Ding K. ۲۰۱۲. Removal of fluoride ions from aqueous solutions using protonated cross-linked chitosan particles, Journal of Fluorine Chemistry. ۱۴۱: ۲۹-۳۴.

Jia Ch., You Ch. and Pan G. ۲۰۱۰. E ect of temperature on the sorption and desorption of per uorooctane sulfonate on humic acid, Journal of Environmental Sciences ۲۲(۳): ۳۵۵-۳۶۱.

Li W., Pan G., Zhang M., Zhao D., Yang Y., Chen H. and He G. ۲۰۰۸. EXAFS studies on adsorption irreversibility of Zn (II) on TiO۲: Temperature dependence, Journal of Colloid and Interface Science ۳۱۹: ۳۸۵-۳۹۱.

Liang L.V., He J., Wei M., Evans D.G. and Duan X. ۲۰۰۶. Factors in uencing the removal of uoride from aqueous solution by calcined Mg-Al-CO_3 layered double hydroxides, Journal of Hazardous Materials ۱۱۳:۱۱۹-۱۲۸.

Limousin G., Gaudet J.P., Charlet L., Szenknect S., Barthes V. and Krimissa M. ۲۰۰۷. Sorption isotherms: A review on physical bases, modeling and measurement, Applied Geochemistry ۲۲: ۲۴۹-۲۷۵.

Mohan S.V., Ramanaiah S.V., Rajkumar B. and Sarma P.N. ۲۰۰۷. Removal of uoride from aqueous phase by biosorption onto algal biosorbent Spirogyra sp.IO۲: Sorption mechanism elucidation, Journal of Hazardous Materials ۱۴۱: ۴۶۵-۴۷۴.

Sairam S.C., Viswanathan N. and Meenakshi S. ۲۰۰۸. Defluoridation chemistry of synthetic hydroxyapatite at nano scale: equilibrium and kinetic studies, Journal of Hazardous Materials ۱۵۵: ۲۰۶-۲۱۵.

Sasaki K., Fukumoto N., Moriyama S., Yu Q. and Hirajima T. ۲۰۱۲. Chemical regeneration of magnesium oxide used as a sorbent for uoride, Separation and Puri cation Technology ۹۸:۲۴-۳۰.

Sujana M.G., Mishra A. and Acharya B.C. ۲۰۱۳. Hydrous ferric oxide doped alginate beads for fluoride removal: adsorption kinetics and equilibrium studies, Applied Surface Science ۲۷۰: ۷۶۷-۷۷۶.

Sujana M.G., Pradhan H.K. and Anand S. ۲۰۰۹. Studies on sorption of some geomaterials for uoride removal from aqueous solutions, Journal of Hazardous Materials ۱۶۱: ۱۲۰-۱۲۵.

ABSTRACT

However, fluoride is an essential trace element for humans and animals, but when its concentration increases is cause fluorosis. Investigation of fluoride adsorption behavior in the soil due to its role in the contamination of ground water is very important. According to the role of temperature on equilibrium and adsorption and desorption rate, thermodynamic study of the adsorption of fluoride on kaolinite clay was performed. The results showed that in low concentrations (<۱۵ mg per liter) adsorption at ۲۵°C higher than at ۱۵°C and ۳۵°C. The negative values of G increase with increasing temperature indicates that the adsorption reaction is thermodynamically more favorable at higher temperatures. Therefore, fluoride adsorption on kaolinite is spontaneous and enhanced with increase of temperature. Also, positive value of H represents endothermic sorption process. S sign shows the positive response (decreased randomness), which implies adsorption.

شرایط هوموسی شدن منابع آلی و تاثیر آن بر مقدار استخراج مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک)

امید شعبانی مقدم [۱]، آرش همتی [۲]، سید احمد عطایی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲- استادیار بخش مهندسی شیمی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۳- دانشجوی دکتری بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک دانشگاه تبریز

چکیده
بسترهای هیومیکی در ابتدا ترکیباتی هستند که آسان تجزیه می‌شوند و بعد از آن طی فرآیندهای تراکم-پلیمر شدن و واکنش‌های اکسید شدن نهایی به ساختمان‌های با ثبات بالاتر می‌رسند. این مراحل مطابق با پیشرفت در درجه هیومیکی شدن باعث تشکیل مقادیر متفاوتی از انواع مواد هیومیک (اسید هیومیک و اسید فولویک) می گردد. در این تحقیق تاثیر بسترهای مختلف استخراج مواد هیومیک بر شاخص های هوموسی شدن و میزان استخراج هر یک از انواع مواد هیومیک مورد بررسی قرار گرفت. منابع مورد استفاده جهت استخراج مواد هیومیکی ذغال کرمان، ورمی کمپوست، لئوناردیت ترکیه ایی و چینی بودند. بررسی نتایج نشان داد، که منبع ذغال کرمان بیشترین نسبت پلیمریزاسیون و کمترین مقدار اسید فولویک را داشت. منبع لئوناردیت ترکیه بیشترین مقدار اسید فولویک و کمترین مقدار اسید هیومیک و نسبت پلیمریزاسیون را دارا بود. همچنین بیشترین مقدار اسید هیومیک در منبع لئوناردیت چینی مشاهده گردید .
واژه های کلیدی: اسید هیومیک، اسید فولویک، پلیمریزاسیون و لئوناردیت.

مقدمه
حفظ کارایی خاک ارجح ترین مساله در کشاورزی است. کاهش کارایی خاک به علت عواملی نظیر خوردگی، کمبود عناصر مغذی و عدم توازن خاک می باشد. که همه این عوامل به نوعی به نقصان مواد آلی خاک مربوط می شود. استفاده از اصلاح کننده آلی نظیر کمپوست، ورمی کمپوست، فضولات کشاورزی و کود های حیوانی ابزاری مناسب برای رفع این نقیصه و اصلاح ساختار خاک است (Min et al., ۲۰۰۳).

بعضی دانشمندان پیشنهاد کردند که این مواد قبل از افزودن به خاک مورد تصفیه قرار گیرند. علت این عمل بهبود فعالیت بیولوژیکیبه منظور دستیابی به محصولات آلی پایدارتر عنوان شد که خطر آسیب احتمالی عوامل پاتوژن به خاک و گیاه را کاهش می داد(Tan, ۲۰۰۳; Senesi et al., ۱۹۹۶)

مواد آلی در طی فرایندی به نام هوموسی شدن به مواد معدنی و مواد آلی جدیدی به نام ترکیبات هوموسی (مواد هیومیک) تبدیل می شوند که پایداری و کیفیت بالاتری نسبت به مواد اولیه دارند (Hemati et al., ۲۰۱۳).

هوموسیشدنموادآلیبهعنوانیکشاخصمناسببرایارزیابیپایداریمواد آلیدرنظرگرفتهشدهاست. مطالعههوموسیشدنمعمولابهمنظورارزیابیوشناختتحولاتموادآلی انجاممیشود. تغییراتهوموسیشدنوثباتمادهآلیدرخاکمعمولاتوسطنسبتهاییکهشاخص هایثبات (بهعنوانمعیارهایکیفیتبرایمحصولنهایی) نامیدهمیشود،ارزیابیمیگردد . اینشاخصها ازمقادیراسیدهیومیک،اسیدفولویک،کربنآلیوغیرهمحاسبهمیشوند(Adamtey et al., ۲۰۰۹; Ahmad et al., ۲۰۰۸; Rao et al., ۲۰۰۷).

ترکیبات هوموسی مواد آلی مختلف شامل دو نوع اسید آلی مهم به نام اسید هیومیک و اسید فولویک می باشند که در اثر تجزیه مواد آلی بویژه مواد با منشاء گیاهی بوجود می آیند.. اسیدهیومیکباوزنمولکولیبالاتر کیلودالتنو اسیدفولویکباوزنمولکولیکمتر از ۳۰کیلودالتنبهترتیبسببتشکیلکمپلکسپایدارنامحلولومحلولباعناصرکممصرفمیگردند و موجب دسترسی ریشه و برگ گیاهبه مواد مغذی می شود. اسید هیومیک دارای ساختار آروماتیک و پایدارتری نسبت به اسید فولویک می باشد (Hemati et al., ۲۰۱۲; Kumar et al., ۲۰۰۱; Busato et al., ۲۰۱۲).

اسیدفولویك و اسید هیومیکازمنابعمختلفینظیرخاك،هوموس،پیت،لیگنیتاکسیدشده،زغالسنگوغیرهاستخراج می شوندکهدراندازهمولکولیوساختارشیمیاییمتفاوتاند. ملاک کیفیت و پایداری منابع مختلف مواد هیومیک مقدار اسید هیومیک می باشد. افزایش مقدار اسید هیومیک در یک منبع نشانه پایداری و کیفیت بالاتر این منبع می باشد(Stevenson, ۱۹۹۴).

تان و همکاران در سال ۲۰۰۳ گزارش کردند که مواد هیومیک استخراج شده از منابع آلی نظیر کمپوست، لئوناردیت و غیره دارای ترکیبات آروماتیک و پایدارتری نسبت به مواد هیومیک حاصله از خاک بودند. در تحقیقات دیگری مواد هیومیک استخراج شده از لئوناردیت آمریکاییپایدارترین مواد هیومیک معرفی شدند. در حالی کهلوناردیت واقع در مناطقی از اروپا دارای مقادیر زیادی اسید فولویک و مقادیر کمی اسید هیومیک بودند که نشان دهنده وجود ترکیبات الیفاتیک و کمتر پایدار است (Tan, ۲۰۰۳).

در این تحقیق شاخص های هوموسی شدن و مقادیر اسید هیومیک و اسید فولویک منابع آلی مختلف که از نقاط مختلف جهان تهیه شده بود، بررسی شد. منابع آلی مورد استفاده در این تحقیق ذغال سنگ نارس ازمعدن زرند کرمان ۲- لئوناردیت وارداتی از ترکیه ۳- ورمی کمپوست ۴- لئوناردیت وارداتی ازچین.

مواد و روش ها

در این تحقیق چهار ماده مختلف بعنوان منابع استخراج مواد هیومیکی انتخاب شدند. منابع مورد استفاده به شرح زیر بودند:

Hz: زغال سنگ معدن زرند کرمان

Hc: لئوناردیت وارداتی از چین

Hv: ورمی کمپوست

Ht: لئوناردیت وارداتی از ترکیه

نمونه های مذکور در ژل دسیکاتور خشک و در آسیاب خرد شدند. حلال استخراج کننده مورد استفاده در این تحقیق اتیلن دی آمین ترا استیک اسید (EDTA) بود. از غلظت ۱/۰ مولار برای این محلول استفاده شد.

روش استخراج

اسید هیومیک (HA) در تیمار های آزمایشی با روش کی و همکاران، (۲۰۰۴) استخراج شد. برای این منظور نمونه ها (Hz، Hc، Hv و Ht) تهیه شده به نسبت ۱:۱۰ (حجمی مایع/ وزنی جامد) با محلول EDTAمخلوط وبه مدتیکروز (زمان استخراج) در اتاق تاریک با شدت ۱۶۰ دور در دقیقه شیک شدند. فاز محلول از فاز رسوب با سانتریفیوژ(۶۰۰۰ rpm) جداسازی و با HCl شش مولار به pHکمتر از دو رسانده شد، تا اسید هیومیک رسوب کرده و از اسید فولویک جداسازی شود. اسید هیومیک جداسازی شده با HCl/HF (با غلظت ۱/۰ مولار HCL و ۳/۰ مولار HF) خالص سازی و با آب مقطر تا زمانی که pH به حدود ۵- ۴ برسد، شسته و بعد از خشک شدن در خلاء توزین شد(Hemati et al., ۲۰۱۳).

برای تعین مقدار اسید فولویک (FA) در تیمارها از روش قلیایی (کارتر و گرگوریچ، ۲۰۰۶) استفاده شدکه بصورت خلاصه در ذیل بیان شد. اسید فولویک جداسازی شده سه بار پیاپی از روی رزین تبادل کاتیونی XAD-۸ عبور داده شد و سپس از روی رزین به فرم هیدروژنی IR-۱۲۰گذرانده شد تا از نمک های اضافی جدا گردد. سپس اسید فولویک خشک و توزین شد (Yates et al., ۲۰۰۳).

اندازه گیری شاخص های هوموسی شدن

نسبت هومیفیکاسیون(HR)، شاخص هومیفیکاسیون(HI) و درجه پلیمریزاسیون (نسبت اسید هیومیک به اسید فولویک) به صورت زیر محاسبه شد(Amir et al., ۲۰۱۰).

$$HR = [(HA + FA)/TOC] \times ۱۰۰.$$

$$HI = (HA/TOC^{۱۰۱}) \times ۱۰۰.$$

$$\text{Degree of polymerization} = HA/FA$$

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج مقادیر استخراج اسید هیومیک از منابع مختلف را نشان داده است. نتایج نشان داد، لئوناردیت وارداتی از چین بیشترین مقدار اسید هیومیک و لئوناردیت وارداتی از ترکیه کمترین مقدار استخراج اسید هیومیک را داشت. بیشترین مقدار اسید فولویک در منبع لئوناردیت ترکیه و کمترین آن در منبع استخراج Hz کمترین مشاهده گردید.

علت مقدار استخراج بیشتر اسید هیومیک در لئوناردیت چینی، می تواند زمان و درجه هوموسی شدن بیشتر این ماده باشد که خود نشان دهنده کیفیت بالای این منبع استخراج مواد هیومیکی است. علت مقدار استخراج بیشتر اسید فولویک در لئوناردیت ترکیه، احتمالا به علت شرایط هوازی و عدم انجام واکنش پلیمریزاسیون (تبدیل اسید فولویک به اسید هیومیک) و درجه اکسیداسیون بالای این ماده باشد(min et al., ۲۰۰۸; Kumar et al., ۲۰۰۱).

با افزایش درجه کئوالیفیکیشن مقدار مواد هیومیکی و اسید فولویک کاهش میابد. این پدیده توجیه کننده کاهش مقدار استخراج در ذغال سنگ معدن زرند کرمان می تواند باشد ((Ghosh et al., ۲۰۱۲; Veeken et al., ۲۰۰۰).

جدول ۲: مقدار استخراج اسید هیومیک و اسید فولویک در منابع مختلف در زمان استخراج یک روز

استخراج کننده	مقدار اسید فولویک				مقدار اسید هیومیک			
	Hz	Hc	Hv	Ht	Hz	Hc	Hv	Ht
EDTA	۷/۰	۵/۱	۸/۰	۳/۶	۳/۲	۲/۷	۵/۲	۰/۲

[۱۰۱] Total organic Carbon

شاخص های هوموسی شدن

شاخص های هوموسی شدن منابع مختلف در جدول ۲ ارایه شده است.بیشترین شاخص های هوموس شدن HI و HRبه ترتیب در منبع Hzو ورمی کمپوست و کمترین این مقادیر در لئوناردیت ترکیه مشاهده گردید. بررسی مقادیر نسبت پلیمریزاسیون(HA/FA) نشان داد که منبع Hz دارای بیشترین و منبع Ht دارای کمترین مقادیر نسبت مذکور بودند.

بیان گر شکل گیری مولکول های پیچیده تر (HA) از مولکول های ساده تر (FA) که براحتی قابل تجزیه بیولوژیکی هستند، می باشد ((Zhang et al. ۲۰۰۹. افزایش این نسبت در منبع ذغال سنگ قهوه ای می تواند به علت درجه مینرالیزه شدن (معدنی شدن) زیاد این ماده آلی و وجود پلیمرهای سنگین در ساختار این منبع باشد. کاهش زمان هوموسی شدن موجب کاهش مقدار اسید هیومیک و در نتیجه کاهش نسبت پلیمریزاسیون می گردد .(Campitelli et al., ۲۰۰۶; Sanchez et al., ۲۰۰۰)

شاخص HR نشان دهنده نشان دهنده درجه تجزیه و تبدیل مواد آلی ناپایدار به مواد هیومیکی در فرایند هوموسی شدن می باشد. با توجه به افزایش مواد هیومیکی و پایدار طی فرایند کمپوستینگ افزایش شاخص HR در این منبع مورد انتظار بود(Tan, ۲۰۰۳; Senesi et al., ۱۹۹۶)

نسبت HI بیان گر درجه اشباع و پایداری است. درجه اشباع مواد هیومیکی بر اساس عواملی نظیرمیزان عوامل پاتوژن، مواد محلول در آب و مواد آلی ناپایدار تعیین می گردد. هر چه عوامل مذکور بزرگتر باشند درجه پایداری و کیفیت مواد هیومیک کاهش میابد. علت افزایش این شاخص در ذغال قهوه ای وجود ترکیبات پایدار و آروماتیک در ساختارش بود(Hemati et al., ۲۰۱۳).

کاهش شاخص های هوموسی شدن در منبع لئوناردیت ترکیه می تواند به علت درجه اکسیداسیون بالای و وجود ترکیبات دارای فعالیت شیمیایی زیاد در ساختار این ماده بود که سبب ناپایداری و کاهش درجه اشباعیت این منبع گردید (Kumar et al., ۲۰۰۱; Busato et al., ۲۰۱۲).

منابع استخراج	HR				HI				HA/FA			
	Hz	Ht	Hv	Hc	Hz	Ht	Hv	Hc	Hz	Ht	Hv	Hc
EDTA	۹/۱۶	۷/۱۷	۰/۱۸	۸/۱۶	۳/۱۴	۲/۴	۵/۱۳	۹/۱۳	۹/۵	۳/۰	۰/۳	۷/۴

منابع

Adamtey, N., Co e, O., Ofosu-Budu, GK., Danso, SKA. and Forster, D., ۲۰۰۹. Production and storage of N-enriched co-compost. Waste Management. ۲۹: ۲۴۲۹-۲۴۳۶.

Ahmad, R., Khalid, A., Arshad, M., Zahir, ZA. and Mahmood, T., ۲۰۰۸. Effect of compost enriched with N and L-tryptophan on soil and maize. Agronomy for Sustainable Development, ۲۸ (۲): ۲۹۹-۳۰۵.

Amir S. Benlboukht Cancian F. Winterton N. Ha di M., ۲۰۱۰. Physico-chemical analysis of tannery solid waste and structural characterization of its isolated humic acids after composting. J Hazard Mater, ۱۶۰: ۴۴۸-۴۵۵.

Busato, JG., Lima, LS., Aguiar, NO., Canellas, LP. and Olivares, FL., ۲۰۱۲. Changes in labile phosphorus forms during maturation of vermicompost enriched with phosphorus-solubilizing and diazotrophic bacteria. Bioresource Technology. ۱۱۰, ۳۹۰-۳۹۵.

Campitelli PA, Velasco MI and Ceppi SB, ۲۰۰۶. Chemical and physicochemical characteristics ofhumic acids extracted from compost, soil and amended soil. Talanta ۶۹: ۱۲۳۴-۱۲۳۹.

Ghosh K. Das Sanyal S. K., ۲۰۱۰. Evaluationofhumic and fulvic acid extracts of compost, oilcake, and soils on Hemati A., Alikhani HA. and Bagheri Marandi G., ۲۰۱۲. Extractants and Extraction Time Effects on Physicochemical Properties of Humic Acid. Intl. J. Agric: Res & Rev. Vol., ۲ (S): ۹۷۵-۹۸۴

Hemati A., Alikhani HA., Bagheri Marandi G. and Mohammadi L., ۲۰۱۲. Assessment the possibility of humic acid extraction from vermicopost with urea. Intl. J. Agric: Res & Rev, Vol., ۲ (۶): ۷۰۵-۷۰۹.

Kumar, V. and Singh, KP., ۲۰۰۱. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. Bioresource Technology. ۷۶, ۱۷۳±۱۷۵.

Min, DH., Islam, KR., Vough, LR. and Weil, RR., ۲۰۰۳. Dairy manure effects on soil quality properties and carbon sequestration in Alfalfa-Orchardgrass systems. Commun. in Soil Sci. and Plant Anal. ۳۴: ۷۸۱-۷۹۹.

Rao, JR., Watabe, M., Stewart, TA., Millar, BC. and Moore, JE., ۲۰۰۷. Pelleted organomineral fertilisers from composted pig slurry solids, animal wastes and spent mushroom compost for amenity grasslands. Waste Manage. ۲۷ (۹): ۱۱۱۷- ۱۱۲۸.

Sanchez-Monedero M.A. Roig A. Cegarra J. and Bernal MP.,۱۹۹۹. Relationships between water-soluble carbohydrate and phenol fractions and the humi cation indices of different organic wastes during composting. Biores. Technol, ۷۰: ۱۹۳-۲۰۱.

Senesi N, Miano TM, Brunetti G, ۱۹۹۶. Humic substances in organic amendments and effects on native soil humic substances. in: Piccolo, A., (Ed.). Humic substances in terrestrial ecosystems; p. ۵۳۱-۵۹۳.

Stevenson, FJ., ۱۹۹۴. Humus Chemistry : Genesis, Composition, Reactions : John Wiley & Sons, New York.
Tan, KH., ۲۰۰۳. Humic matter in soil and the environment. Principles and controversies, Marcel Dekker, New York, NY, USA. ISBN ۰-۸۲۴۷-۴۲۷۲-۹ ۴۰۸ pp.
Veeken, A., Nierop, K., Wilde, Vd. and Hamelers, B., ۲۰۰۰. Characterisation of NaOH-extracted humic acids during composting of a biowaste. Biores Technol ۷۲ : ۳۳-۴۱.
Yates, LM., ۱۹۹۷. Engebreston RR.and Haakenson TJ : R. Von wandruszka,Anal. Chim. Acta. ۳۵۶, ۲۹۵-۳۰۱.

Abstract

humic Substrates, Initially compounds that are easy to break down.After the condensation-polymerization processes and oxidation reactions, They reached more stable construction. The process in accordance with the progress of humification and it caused formation of different values of humic substances (humic acid and fulvic acid). In this paper examines the effects of humic Substrates on humification indices and amount of humic substances (humic acid and fulvic acid). sources of humic substance were premature coal, vermicompost, Turkish and Chinese leonardit. Result show that fulvic acid was extracted from Premature coal had the most polymerization ratio and least amount of fulvic acid.The most amount of fulvic acid and least amount of humic acid and polymerization ratio were detected inPremature coal-produced fulvic acid.

اثر بنزیل آدنین، ایندول استیک اسید و ماده هیومیکی بر تثبیت گیاهی نیکل

مهشید شفیق [۱]، رضا قاسمی [۲]، عبدالمجید رونقی [۳]
۱-کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز ۲- دانشیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز ۳- استاد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
به‌منظور بررسی تأثیردوتنظیم‌کننده رشد (بنزیلآدنین و ایندول استیک اسید) و یک ماده هیومیکی بر تثبیت گیاهی خاک آلوده به نیکل به‌وسیله ذرت، آزمایشی در شرایط گلخانه‌ایبه‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد کهکاربردتنظیم‌کننده‌های رشد، موجب افزایش انتقال نیکل از خاک به ریشه و کاهش فاکتور انتقال این عنصر گردید. هرچند استفاده از ماده هیومیکی اثر معنی‌داریدر مقایسه با شاهد از خود نشان نداد. بالاترین جذب نیکل ریشه با کاربرد بنزیل آدنین و بدون استفاده از ماده هیومیکیمشاهده شد. به‌طورکلی به نظر می‌رسد که فرایند اصلی گیاه‌پالایی نیکل به‌وسیله ذرت از طریق تثبیت گیاهی می‌باشد و کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد تأثیر بسزایی بر این فرایند دارد.

واژه های کلیدی: تثبیت گیاهی، نیکل، بنزیل آدنین، ایندول استیک اسید، ماده هیومیکی

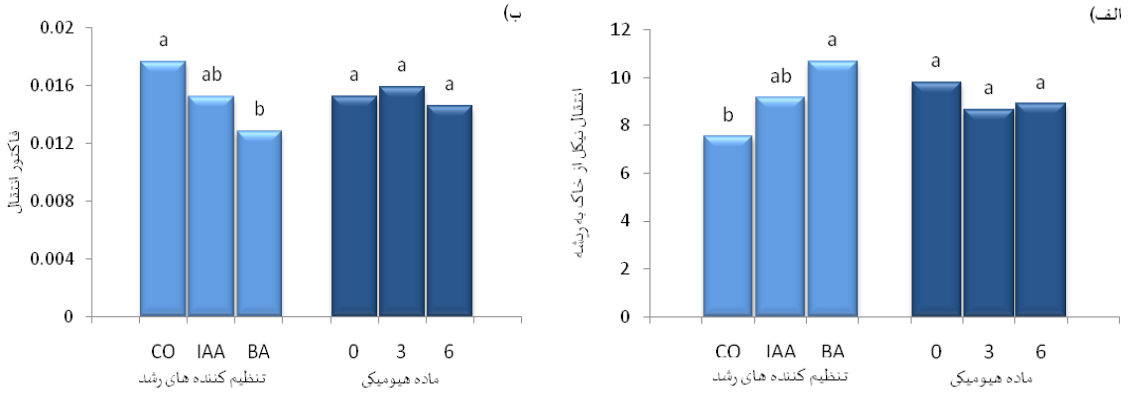
مقدمه
نیکل یک عنصر سودمند (کم‌مصرف) برای برخی گیاهان می‌باشد که در غلظت‌های کم (۱/۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) برای رشد گیاهان لازم بوده و در تعدادی از آنزیم‌ها مانند اوره آز، پپتید دفرمیلاز[۱۰۲]، متیل کوآنزیم ام رداکتاز[۱۰۳] و گلیکوزالاز[۱۰۴] و به میزان کمی در سوپر اکسید دسموتازها و هیدروژنازها حضور دارد. نیکل در غلظت‌های بالا (۳۰۱-۲۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) برای گیاهان سمی می‌باشد(Chen *et al*., ۲۰۰۹; White and Brown, ۲۰۱۰). این عنصر همچنین از آلاینده‌های مهم در خاک مزارع کشاورزی محسوب می‌شود که ممکن است حاصل از کاربرد لجن فاضلاب و همچنین کودهای فسفاتی باشد.(Kabata-pendias, ۲۰۱۰) روش‌های متعددی جهت اصلاح خاک‌های آلوده به فلزات سنگین پیشنهاد شده است. معمولروش‌های مرسوم گران هستند و ممکن است حتی آلودگی ثانویه‌ای ایجاد کنند. به‌طورکلیمی‌توانروش‌های پالایش فلزات سنگین را به چهار دسته اصلاح شیمیایی/ فیزیکی، اصلاح با برخی جانوران مانند کرم خاکی، گیاه‌پالایی و اصلاح با ریزجانداران تقسیم‌بندی کرد.(Wu*et al*., ۲۰۱۰) دراین‌بینگیاه‌پالایی توانسته توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کند. گیاه‌پالایی را می‌توانبه‌عنوان یک فعالیت زراعی تغییریافته در نظر گرفت که جهت پاک‌سازی محیط آلوده با زیان کمتری صورت می‌گیرد و می‌توان در آن از اثرات سودمند تنظیم‌کننده‌های رشد بهره جست.فرایندهای مورد استفاده در گیاه‌پالایی را می‌توان به مواردی چون استخراج گیاهی، تثبیت گیاهی، تجزیه گیاهی، تصعید گیاهی و استفاده از گیاهان جهت جذب آلاینده‌ها از هوا تقسیم‌بندی نمود (Salt *et al*., ۱۹۹۸).استفاده از گیاهان با رشد کند و زیست توده پایین از عوامل محدودکننده بازدهی گیاه‌پالاییخاک‌های آلوده می‌باشد. به‌طورکلی گیاهان بیش انباشتگر فلزات دارای زیست توده پایین و رشد کند هستند، اما می‌توان با افزودن مواد کلات کننده به خاک آلوده موجب افزایش حلالیت فلزات و انتقال بیشتر آن از ریشه به شاخساره گیاهان غیر بیش انباشتگر ولی دارای زیست توده بالا شد .(Saifullah *et al*., ۲۰۱۱)کلات‌ها موجب تحرک و سهولت در دسترسی و جذب فلزات به‌وسیله گیاهان می‌شوند از طرفی استفاده از برخی کلات کننده‌های شیمیایی دارای اثرات منفی بر ریزجانداران خاک و افزایش حلالیت و درنهایت آبشویی فلزات می‌باشند.(Romkens *et al*., ۲۰۰۲)مواد هیومیک طبقه‌ای از مواد آلی طبیعی هستند که در خاک‌ها، رسوبات و آب‌های طبیعی یافت می‌شوند. خاصیت کمپلکس کنندگی و کلات کنندگی مواد هیومیک از مسائل مهم در محیط‌زیستمی‌باشد .(Bianchi *et al*., ۲۰۰۰)با توجه به موارد بیان‌شدهپژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دو نوع تنظیم‌کننده رشد گیاه و یک نوع ماده هیومیکی بر تثبیت گیاهی نیکل به‌وسیله گیاه ذرت طراحی گردید.

---

[۱۰۲] Peptide deformylases
[۱۰۳] Methyl-CoM reductase
[۱۰۴] Glyoxalases

مواد و روش‌ها

جهت بررسی تأثیرتنظیم‌کننده‌های رشد و ماده هیومیکی بر فرایند گیاه‌پالایی، آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد. در ابتدانمونه‌های خاک (دارای کلاس بافت لومی رسی، پ هاش ۸/۷، قابلیت هدایت الکتریکی ۴۷/۰ و مقادیر ناچیز نیکل به روش عصاره گیری با دی تی پی ا) با ۲۵۰ میلی‌گرم نیکل در کیلوگرم خاک از منبع نیترات نیکل آلوده شدند. سپس با توجه به نتایج آزمون خاک عناصر نیتروژن، فسفر، آهن، روی و منگنز به نمونه‌های ۳ کیلوگرمی خاک در هر گلدان افزوده شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشیدو تنظیم‌کننده رشد گیاهی (شاهد(CO) و غلظت ۱۰ میکرومولار از ایندول استیک اسید(IAA) و بنزیل آدنین (BA)) و کاربرد خاکی یک نوع ماده هیومیکی از منبع با نام تجاری هیومکس در سه سطح (صفر، ۳ و ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بود. در هر گلدان شش عدد بذر ذرت رقم AS-۶۵۰ کاشته شد و پس از استقرار گیاه، تعداد آن به سه بوته در هر گلدان کاهش داده شد. در طول دوره رشد، رطوبت گلدان‌ها به روش توزین در حدود ظرفیت مزرعه نگه داشته شد. محلول‌پاشیتنظیم‌کننده‌های رشد در طول دوره رشد و نمو گیاه، سه بار بافاصله‌های ۱۵ روز انجام شد. نخستین مرحله ۱۵ روز پس از کشت صورت گرفت. تیمارهای ماده هیومیکی طی سه مرحله در آب حل و به فاصله ۱۵ روز همراه با آب آبیاری به خاک افزوده شد. اولین مرحله ۱۶ روز پس از کشت صورت گرفت. هفت هفته پس از کاشت، اندام هوایی گیاه از محل طوقه قطع، ریشه ها به دقت از خاک جداسازی و سپس نمونه ها به دقت با آب مقطر شست و شو داده شد. نمونه ها در آون و در دمای ۶۵ درجه سلیوس خشک، سپس توزین و در آسیاب برقی پودر شد. سپس یک گرم ماده خشک گیاهی در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر شد. خاکستر حاصل در ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ مولار حل و پس از شست و شو با آب مقطر داغ و صاف کردن با کاغذ صافی، حجم نهایی محلول با استفاده از آب مقطر به ۵۰ میلی لیتر رسانده شد و غلظت نیکل توسط دستگاه جذب اتمیاندازه گیری گردید. لازم به ذکر است به دلیل اینکه غلظت نیکل در نمونه های شاخساره ذرت کمتر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بود، حجم نهایی در این نمونه ها با استفاده از آب مقطر به ۱۰ میلی لیتر رسانده شد.همچنین غلظت نیکل قابل دسترس در خاک قبل از کشت به روش عصاره گیری با دی تی پی ا(Lindsay and Norvell, ۱۹۷۸)تعیین شد. پاسخ‌های گیاهی شاملوزن خشک ریشه، نسبت غلظت نیکل ریشه به خاک، فاکتور انتقال (نسبت غلظت نیکل شاخساره به ریشه) و جذب نیکل ریشه ذرت تعیین و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS، مقایسه میانگین LSD در سطح ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت و نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.



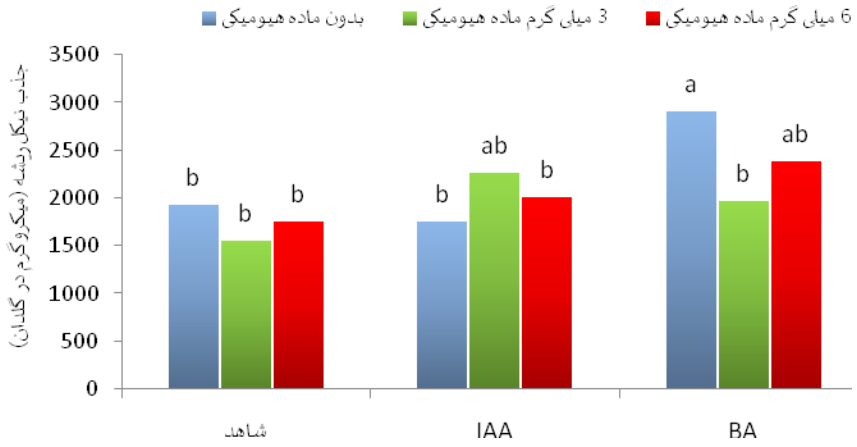
شکل ۱ - اثر بنزیل آدنین، ایندول استیک اسید و سطوح ماده هیومیکی بر الف) انتقال نیکل از خاک به ریشه و ب) فاکتور انتقال نیکل

نتایج و بحث

نتایج (شکل ۱- الف) نشان می‌دهد که با محلول‌پاشی IAA و BAانتقال نیکل از خاک به ریشه ذرت افزایش یافت. به‌طوری‌که افزایشی ۸/۴۱ درصدی در انتقال نیکل با کاربرد BAدیده شد. این در حالی است که استفاده از ماده هیومیکی هر چند موجب کاهش انتقال نیکل از خاک به ریشه گردید، اما این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود.بر اساس نتایج (شکل ۱-ب) چون میزان غلظت نیکل ریشه بیشتر از اندام هوایی است و فاکتور انتقال از نظر عددی در تمامی تیمارها کمتر از ۱ می‌باشد، همچنین نسبت غلظت نیکل ریشه به غلظت نیکل در خاک بیشتر از ۱ است، ذرت از طریق تثبیت گیاهی در فرایند گیاه‌پالایی نیکل از خاک آلوده نقش دارد.پس می‌توان گفت نیکل به همان میزان که در ریشه جذب می‌شود به شاخساره ذرت انتقال نمی‌یابد.لو و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که برخی از فلزات در ریشه گیاهان انباشته می‌شوند و این شاید به علت وجود موانع فیزیولوژیکی در گیاهان باشد که در مقابل حرکت فلزات به قسمت‌های هوایی وجود دارد. این در حالی است که دیگر فلزات به‌آسانی به قسمت‌های هوایی گیاه حرکت می‌کنند.همچنین نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که با محلول‌پاشی هر دو تنظیم‌کننده‌های رشد، فاکتور انتقال نیکل کاهش یافت (شکل ۱-ب).

نتایج مربوط به برهمکنش IAAیا BAبا سطوح مختلف ماده هیومیکی (شکل ۲) نشان میدهدکه بیشترین جذب نیکل در ریشه با محلول پاشی BA و بدون کاربرد ماده هیومیکی بدست آمد و موجب افزایش ۵/۵۰ درصدی جذب نیکل به وسیله ریشه گردید.

همچنین با کاربرد همزمان BA و سطح ۶ میلی گرم ماده هیومیکی یا کاربرد IAAو سطح ۳ میلی گرم ماده هیومیکینیز افزایش در جذب نیکل ریشه دیده می شود، هر چند از نظر آماری تفاوت معنی داری با شاهد (بدون محلول پاشی تنظیم کننده های رشد و کاربرد ماده هیومیکی) مشاهده نمی گردد. این در حالی است که کابلو-کانجو و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که دو نوع هورمون گیاهی تجاری (سیتوکین و پرومالین) تشکیل شده از سیتوکینین ها و/یا جیبرلین ها، بر چهار گونه گیاه بیش انباشتگر نیکلقدومه (Alyssum)بر زیست توده و تجمع نیکل اثر مشخصی نداشت. به طور کلی نتایج این پژوهش حاکی از بهبود تثبیت گیاهی نیکل با استفاده از تنظیم کننده های رشد بود و با توجه به اینکه این مواد در شرایط تنش های محیطی از جنبه های گوناگونی بر فرایند رشد و نمو گیاهان نیز اثرات مثبتی دارند، به نظر می رسد دارای پتانسیل مناسبی جهت استفاده در فرایند گیاه پالایی باشند.



شکل ۲- اثر ایندول استیک اسید، بنزیل آدنین و ماده هیومیکی بر جذب نیکل ریشه (میکروگرم در گلدان)

منابع

Bianchi, V., Masciandaro, G., Giraldi,D., Ceccanti,B. and Iannelli, R. ۲۰۰۸. Enhanced heavy metal phytoextraction from marine dredged sediments comparing conventional chelating agents (citric acid and EDTA) with humic substances. Water Airand Soil Pollution, ۱۹۳: ۳۲۳-۳۳۳.

Cabello-Conejo, M.I., Centofanti, T., Kidd, P.S., Prieto-Fernandez, A. and Chaney, R.L. ۲۰۱۳. Evaluation of plant growth regulators to increase nickel phytoextraction by alyssum species. International Journal of Phytoremediation, ۱۵: ۳۶۵-۳۷۵.

Chen, C., Huang, D. and Liu, J. ۲۰۰۹. Functions and toxicity of nickel in plants: recent advances and future prospects. Clean, ۳۷: ۳۰۴-۳۱۳.

Kabata-pendias, A. ۲۰۱۱. Trace elements in soils and plants. ۴th ed. Boca Raton, Fl. CRC press.

Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. ۲۷۶ ۲۵۵ ۸۸ ۷۸ Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, ۲۸ ۲۵ ۲۷- ۲۸ ۲۵ ۸۰.

Lu, X., Kruatrachue, M., Pokethitiyookb, P. and Homyok, K. ۲۰۰۴. Removal of cadmium and zinc by water hyacinth, Eichhornia crassipes. Science Asia, ۳۰: ۹۳-۱۰۳.

Romkens, P., Bouwman, L., Japenga, J. and Draaisma, C. ۲۰۰۲. Potentials and drawbacks of chelate-enhanced phytoremediation of soils. Environmental Pollution, ۱۱۶: ۱۰۹-۱۲۱.

Saifullah, Meers, E., Qadir, M., de Caritat, P., Tack, F.M.G., Du Laing, G. and Zia, M.H. ۲۰۱۱. EDTA-assisted Pb phytoextraction. Chemosphere, ۷۴: ۱۲۷۹-۱۲۹۱.

Salt, D.E., Smith, R.D. and Raskin. I. ۱۹۹۸. Phytoremediation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, ۴۹: ۶۴۳-۶۶۸.

White P.J. and Brown, P.H. ۲۰۱۰. Plant nutrition for sustainable development and global health. Annals of Botany, ۱۰۵: ۱۰۷۳-۱۰۸۰.

Wu, G., Kang, H., Zhang, X., Shao, H.,Chu, L. and Ruan, C. ۲۰۱۰. A critical review on the bio-removal of hazardous heavy metals from contaminated soils: Issues, progress, eco-environmental concerns and opportunities. Journal of Hazardous Materials, ۱۷۴: ۱-۸.

Abstract

In order to investigate the effectiveness of two plant growth regulators (PGRs) (indole acetic acid (IAA) and benzyl adenine (BA)) and a humic substanceonthe phytostabilization of nickel by maize, a greenhouse experiment arranged in completely randomized designs with three replications. Results showed that application of PGRs enhanced translocation of nickel from soil to roots and decreased translocation factor. However, humic substance were not significantly influenced them, compared with control. The maximum root uptake of nickel was observed when BA without any humic substance were used. Overall, it appears that the main mechanism involved in the phytoremediation of nickel by maize was phytostabilization and application of PGRs was effective on this mechanism.

تعیین بهترین روش استخراج برای افزایش کیفیت مواد هیومیک در تولید تجاری اسید هیومیک

آرش همتی [۱]، مزدک رساپور [۲]، مقصود سیفی [۳]
۱-دانشجوی دکتری دانشگاه تبریز، ۲- دانشجوی دکتری دانشگاه تبریز و کارشناس بازیافت پسماند شهری آراد کوه تهران، ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده
این تحقیق با هدف امکان تولید اسید هیومیک از کمپوست زباله شهری در مجتمع آراد کوه در مقیاس صنعتی انجام شد. در این تحقیق بیشترین مقدار استخراج اسید هیومیک و اسید فولویک در مدت زمان های استخراج ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت و شاخص های مواد هیومیک (گروه های عاملی، نسبت های اسپکتروفتومتری، آنالیز عنصری و خاکستر) بررسی گردید. نتایج نشان داد که با افزایش زمان استخراج مقدار مواد هیومیک افزایش می یابد ولی در مقابل، افزایش زمان استخراج موجب کاهش گروه های عاملی و همچنین افزایش اندازه مولکولی می گردد. افزایش زمان استخراج موجب افزایش کربن، نیتروژن و خاکستر که به نوعی افزایش وزن ساختاری مواد هیومیک شده و از موثر بودن مواد هیومیک کاسته می شود. طبق نتایج حاصله و با توجه به اهمیت کارایی مواد هیومیک در خاک، مدت زمان ۲۴ ساعت استخراج برای تولید مواد هیومیک در مجتمع بازیافت پسماند شهری آراد کوه انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: مواد هیومیک، زمان استخراج، کمپوست، آراد کوه

مقدمه:
استفاده از اصلاح کننده های آلی مانند کمپوست ها، ابزار موثری برای بهبود خاکدانه سازی، ساختمان خاک، افزایش جمعیت و تنوع میکروبی، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک می باشد (Azarmi et al., ۲۰۰۸). یکی از جدی مشکلات را در زمینه محیط زیست آلودگی به عناصر سنگین و آلاینده های شیمیایی می باشد. انواع مواد شیمیایی و معدنی و آلی برای کاهش آلودگی در محیط زیست استفاده می شود. برای مدیریت آلودگی ها ترجیحا از اصلاح کننده هایی باید استفاده کرد که علاوه بر صرفه اقتصادی، باعث اثرات سوء در محیط زیست نشوند. یکی از اصلاح کننده هایی که امروزه در دنیا برای اصلاح خاکهای آلوده به عناصر سنگین استفاده می شود اسید هیومیک است. مواد هیومیک گسترده ترین محصولات طبیعی بر روی سطح زمین هستند که بدلیل ساختارهای شیمیایی پیچیده مقاوم به هر تجزیه زیستی می باشند(Yates et al., ۱۹۹۷). هیومیک ها همچنین با داشتن گروه های عاملی زیاد و همچنین ساختار مناسب موجب افزایش قابلیت جذب عناصر مورد نیاز گیاهان شده و خود نیز با داشتن خصوصیات شبه هورمونی و آنزیمی تاثیر مستقیمی بر رشد و افزایش فتوسنتز گیاهان می شود(Unlu et al., ۲۰۱۱).مواد هیومیک ترکیبات ناهمگن منحصر به فردی هستند که از مولکولهای آلی با اندازه بسیار کم تا ۱۰۰۰ کیلو دالتون تشکیل شده اند(Thurman ۱۹۸۵). این مواد از گروههای عاملی مختلف اسیدی(اسیدیته کل ، کربوکسیلیک اسید وگروههای OHفنلی) وبازی(هیدروکسیلی و...) تشکیل شده اند. در pH های مختلف با یونیزه شدن گروههای عاملی بارهای منفی و مثبت ایجاد می گردد. تفکیک گروههای اسیدی، خاصیت بافری مواد هیومیک در محدوده گسترده ای از pH را موجب می شود (Campitelli et al., ۲۰۰۶). اسید هیومیک از ترکیبات آلیفاتیک و آروماتیک تشکیل شده که دارای مقدار زیادی از بارهای منفی می باشد این بارهای موجود در اسید هیومیک می تواند تشکیل کمپلکس های بسیار پایدار با فلزات سنگین در خاک دهند و از الودگی این عناصر بکاهند(Bouras et al., ۲۰۱۰).
کمپوست دارای مقادیر زیاد مواد هیومیکی می باشد(Elvira et al., ۱۹۹۸). کیفیت اسید هیومیک با توجه به شاخص هایی مثل نسبت‌های H/C، O/C، C/N، E_4/E_6، E_3/E_5، اسیدیته کل، گروههای عاملی و غیره ارزیابی می شود(اشنایتزر و همکاران، ۱۹۷۲)و هرچه این نسبت ها بالاتر باشد اسید هیومیک حاصله از درجه اشباع و واکنش پذیری بالاتری برخوردار است(Campitelli et al., ۲۰۰۶).
این تحقیق با هدف امکان تولید اسید هیومیک از کمپوست زباله شهری در مجتمع آراد کوه در مقیاس صنعتی انجام شد. در این تحقیق بیشترین مقدار استخراج اسید هیومیک و اسید فولویک و همچنین بیشترین شاخص های مواد هیومیک نیز بررسی گردید.

مواد و روش ها:
در این پژوهش برای استخراج مواد هیومیک از کمپوست هوا خشک ، تولید شده از زباله شهریاستفاده گردید.
اسید هیومیک (HA) در تیمار های آزمایشی با روش کی و همکاران(۲۰۰۴) استخراج شد (Qi et al., ۲۰۰۴). برای تعین مقدار اسید فولویک (FA) در تیمارها از روش قلیایی (Carter and Gregorich ۲۰۰۶) استفاده شد. بعد از جداسازی اسید هیومیک فاز محلول به عنوان اسید فولویک جمع آوری گردید.

برای اندازه گیری مقدار خاکستر مواد هیومیک ، ۵۰ میلی گرم از نمونه ها را در کوره با دمای ۶۶۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد و برای اندازه گیری نیتروژن کل از دستگاه کجلدال و برای کربن کل نیز از روش واکلی-بلک استفاده شد (Page ۱۹۸۲).

گروههای عاملی : اسیدیته کل و گروههای کربوکسیلی طبق روش پیشنهادی پیج، (۱۹۸۲) اندازه گیری شد و همچنین گروههای عاملی OHفنلی نیز از تفاضل بین اسیدیته کل و گروههای کربوکسیلی محاسبه گردید(Page ۱۹۸۲).

نسبت های اسپکتروفوتومتری: برای اندازه گیری نسبت های اسپکتروفوتومتری ابتدا ۳میلی گرم از هر نمونه مواد هیومیک استخراج شده در ۱۰میلی لیتر بافر بی کربنات سدیم ۰۵/۰ مولار حل شد و سپس برای تعیین نسبت های E_4/E_6، E_4/E_5، میزان جذب در طول موج های ۳۵۰، ۴۶۵، ۵۵۰ و ۶۶۵ نانومتر با استفاده از دستگاه JENWAY ۶۷۰۵ UV/VIS اندازه گیری شد(Campitelli et al., ۲۰۰۳; Chen et al., ۱۹۷۷).

نتایج و بحث:

نتایج مربوط به مقدار استخراج مواد هیومیک در جدول ۱ آورده شده است. طبق نتایج حاصله با افزایش زمان عصاره گیری، مقدار اسید هیومیک و اسید فولویک استخراج شده بیشتر شد و بیشترین مقدار مواد هیومیک استخراج شده مربوط به زمان ۷۲ ساعت شیک کردن بود. با افزایش زمان استخراج مواد هیومیک زیاد تری استخراج می شود که می تواند به علت افزایش نفوذ استخراج کننده در ساختار مواد آلی کمپوست باشد و تغییراتی در ساختار و کارایی مواد هیومیک استخراج شده را ایجاد می کند. عصاره گیرهایپایهممکناستواکنشاکسیداسیون، هیدرولیزو غیره را در ساختار مواد هیومیک موجب شوند که مقدار این تغییرات به منبع، نوع عصاره گیر، شرایط و زمان استخراج بستگی دارد(Stevenson ۱۹۹۴).

جدول ۱- مقادیر اسید هیومیک و اسید فولویک استخراج شده از کمپوست در زمان های مختلف استخراج (۲۴،۴۸ و ۷۲ ساعت)

	مقدار استخراج (%)		
	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت
اسید هیومیک	۸/۷	۹/۸	۶/۱۰
اسید فولویک	۲/۲	۰/۳	۶/۳

بیشترین مقدار نیتروژن در مدت زمان استخراج ۷۲ ساعت و بیشترین مقدار کربن و خاکستر نیز در همین مدت زمان استخراج مشاهده شد. نسبت C/N نیز با توجه به افزایش نیتروژن و کربن با افزایش زمان استخراج تغییرات زیادی نداشت. تغییرات کربن و نیتروژن می تواند به دلیل بزرگتر شدن ساختار مواد مواد هیومیک با افزایش زمان استخراج باشد که از کارایی این مواد در خاک می کاهد(Hemati et al., ۲۰۱۲).درصد خاکستر معیار مهم برای کیفیت و حاصلخیزی خاک محسوب می شود، این درصد گزارش شده در این تحقیق برای مدت زمان ۲۴ ساعت کمتر از زمان های استخراج بیشتر بود پس میتوان چنین فرض کرد که بدیل پایین بودن درصد خاکستر مواد هیومیک استخراج شده از کمپوست مدت زمان استخراج بایستی کمتر باشد تا کارایی این مواد افزایش یابد (جدول ۲) (Page ۱۹۸۲).

جدول ۲- درصد های آنالیز عنصری و خاکستر اسید هیومیک و اسید فولویک استخراج شده از کمپوست در زمان های مختلف استخراج (۲۴،۴۸ و ۷۲ ساعت)

	۲۴ ساعت				۴۸ ساعت				۷۲ ساعت			
	C	N	C/N	خاکستر	C	N	C/N	خاکستر	C	N	C/N	خاکستر
اسید هیومیک	۳/۴۴	۸/۲	۸/۱۵	۳/۳	۶/۴۵	۹/۲	۷/۱۵	۷/۳	۷/۴۸	۱/۳	۷/۱۵	۸/۳
اسید فولویک	۴/۴۱	۷/۲	۳/۱۵	۸/۱	۴/۴۲	۰/۳	۰/۱۴	۱/۲	۵/۴۵	۰/۳	۱/۱۵	۴/۲

جدول ۳- گروه های عاملی اسید هیومیک و اسید فولویک استخراج شده از کمپوست در زمان های مختلف استخراج (۲۴،۴۸ و ۷۲ ساعت)

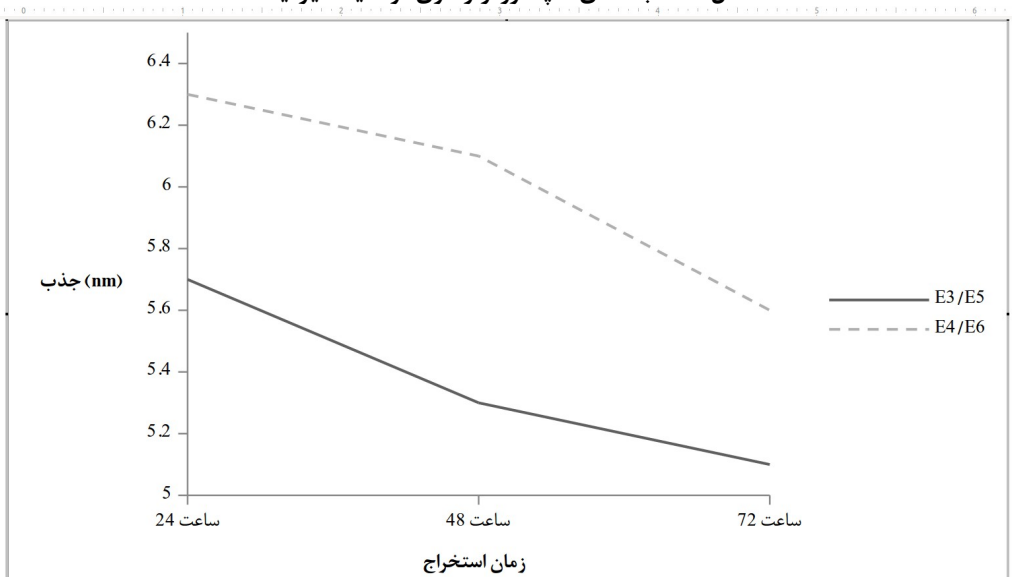
	اسیدیته کل($mmol\ g^{-1}$)			گروههای کربوکسیلی($mmol\ g^{-1}$)			گروههای OH فنلی ($mmol\ g^{-1}$)		
	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت
اسید هیومیک	۶/۶	۴/۶	۹/۵	۴/۳	۳/۳	۱/۳	۲/۳	۱/۳	۸/۲
اسید فولویک	۲/۷	۰/۷	۵/۶	¼	۸/۳	۵/۳	۱/۳	۲/۳	۰/۳

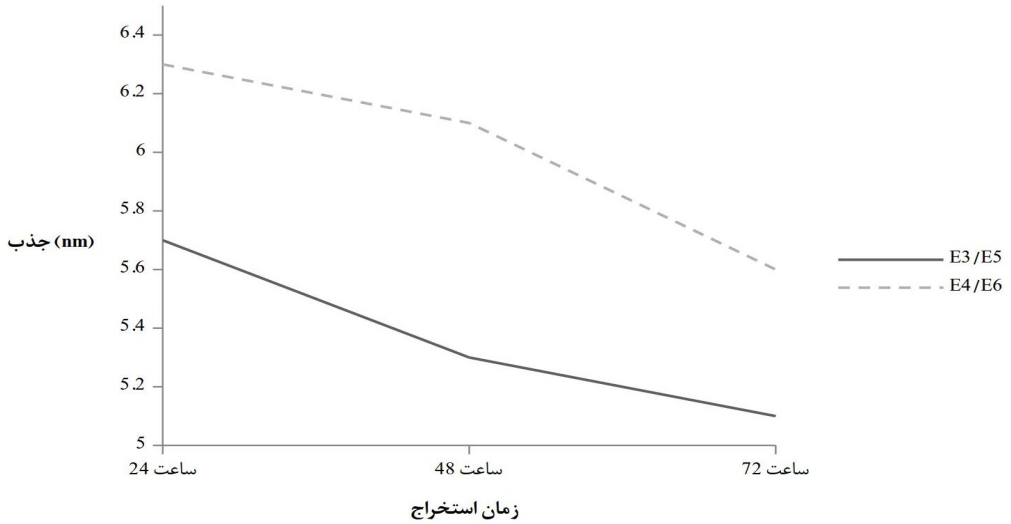
طبق نتایج حاصله بیشترین مقدار گروه های عاملی (اسیدیته کل، کربوکسیلیک اسید وگروههای OHفنلی) در مدت زمان ۲۴ ساعت استخراج مشاهده شد و با افزایش زمان استخراج، مقدار گروه های عاملی کاهش یافت. کاهش گروه های عاملی ناشی از

تغییرات ساختاری در مواد هیومیک استخراج شده می باشد و با کاهش این گروه های عاملی از کارایی این مواد کـه نقـش اصـلی در قابل جذب کردن عناصر مورد نیاز گیاهان و همچنین در جذب آلودگی فلزات سنگید در خاک دارد، کاسته خواهد شد (Schnitzer et al.,) (جدول ۳). با افزایش گروههای عاملی در مواد هیومیکی، واکنش با فلزات سنگین افزایش یافته و آلودگی عناصـر سـنگین در خاک کم می شود و همچنین فاکتورهای حاصلخیزی در خاک بهبود می یابد.بیشتر بارهای منفی مواد آلی خاک مربوط به گـروه کربوکسیل و فنول می باشد به عبارت دیگر گروه کربوکسیل و فنول باعث ایجاد بار منفی اسیدهای آلی در خـاک می‌شـود و بسـته بـه تعداد گروههای کربوکسیل، اسیدهای آلی شامل بارهای منفی متفاوت می‌باشند و به ایـن دلیـل قـادر هسـتند با کاتیون‌هـای فلـزی محلول تشکیل کمپلکس داده و یا جایگزین آنیون‌ها در خاک گردند. یکی از راهکرد های ممکن بـرای مـدیریت آلـودگی هـا، افزایـش گروه های عاملی در اسید هیومیک و تشکیل کمپلکس های پایدار بیشتر با عناصر سنگین و کاهش بیشتر آلودگی در محیـط زیسـت می باشد(Schnitzer et al.,).

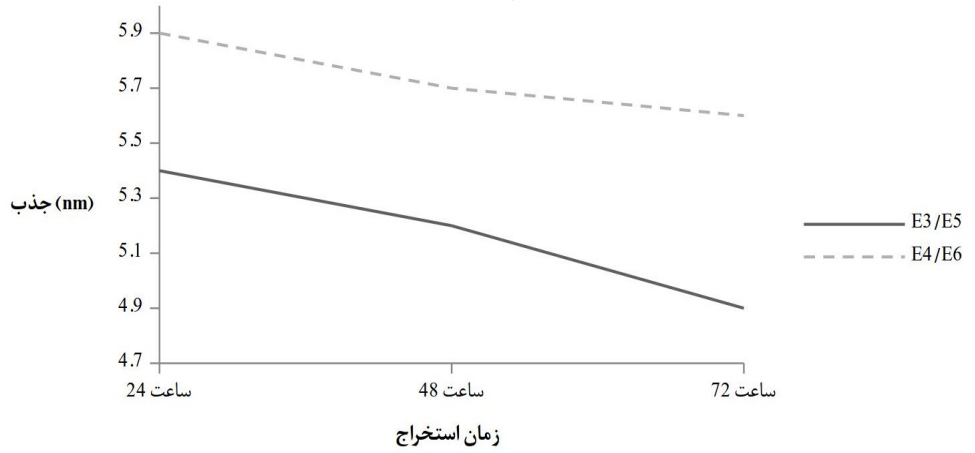
طبق نتیج اسپکتروفتومتری با افزایش زمان استخراج، این نسبت ها نیـز کـاهش پیـدا کردنـد (شـکل ۱ و ۲).کـامپیلتی، در سـال ۲۰۰۳ اعلام کرد نسبت E_4/E_6درجه تراکم ساختار کربنی از ترکیبات آروماتیک را بیان می کند و هرچه این نسـبت بـالاتر باشـد نسـبت ترکیبات آلیفاتیک به آروماتیک بیشتر می شود و هرچه این نسبت کمتر باشد نسبت ترکیبات آلیفاتیک به آروماتیک کمتر نمـی شـود. نسبت E_3/E_5 نیز اندازه مولکولی اسید هیومیک را نشان می دهد و با افزایش این نسبت اندازه مولکـولی اسـید هیومیـک کـاهش مـی یابد(Campitelli et al., ۲۰۰۶). با توجه به توضیهات ذکر شده و محدوده این نسبت ها(Schnitzer et al., ۱۹۷۲) میتوان به این نتیجه رسید که مواد هیومیک استخراج شده در زمان استخراج ۲۴ ساعت با داشتن ترکیبات آلیفاتیک زیاد در ساختارش و انـدازه مولکـولی مناسـب که احتمالا بدلیل واکنش بیـن سـود و مـواد هیومیـک حاصـله از آن مـی باشـد کـه بـاعث افزایـش گـروه هـای عـاملی و نسـبت هـای اسپکتروفتومتری شده است، می تواند نقش مواد هیومیکی را در خاک به خوبی ایفا کنـد و بـا ایجـاد کمپلکـس هـای پایـدارتر بـاعث کاهش بیشتر آلودگی عناصر سنگین در خاک شود.

شکل ۱- نسبت های اسپکتروفوتومتری در اسید هیومیک





شکل ۲- نسبت های اسپکتروفوتومتری در اسید فولویک



منابع:

Azarmi R.Sharifi Z. and Satari M. R. ۲۰۰۸.Effect of vermicompost on growth, yield and nutrition status of tomato (*Lycopersicumesculentum*). Pak. J. Biol. Sci. ۱۱(۱۴): ۱۷۹۷-۱۸۰۲.

Bouras O. Bollinger J. C. and Baudu M. ۲۰۱۰. Effect of humic acids on pentachlorophenolsorption to cetyltrimethylammonium-modi ed, Fe- and Al-pillared montmorillonites. Applied Clay Science ۵۰ , ۵۸-۶۳

Campitelli P. A. Velasco M. I. and Ceppi S. B. ۲۰۰۶. Chemical and physicochemical characteristics of humic acids extracted from compost, soil and amended soil. Talanta ۶۹, ۱۲۳۴-۱۲۳۹

Campitelli P. A. Velasco M. I. and Ceppi S. B. ۲۰۰۳. J. Chil. Chem. Soc.,۹۱-۹۶.

Carter M. R. and Gregorich E. G. ۲۰۰۶. Soil Sampling and Methods of Analysis, Second Ed. Canadian Society of Soil Science. ۱۲۲۴ pp.

Chen Y. Senesi N. and Schnitzer M. ۱۹۷۷. Information provided on humic substances by E ۴ /E ۶ ratios. Soil Sci. Soc. Am. J. ۴۱, ۳۵۲ -۳۵۸.

Elvira C. Sampedro L. Benitez E. and Nogales R. ۱۹۹۸. Vermicomposting of sludges from paper mill and dairy industries with *Eiseniaandrei*: a pilot scale study. *Biores. Technol.*, **۶۳,** pp. ۲۰۵-۲۱۱.

Hemati A. Alikhani H. A. and BagheriMarandi G. ۲۰۱۲.Extractants andExtractionTimeEffects on PhysicochemicalProperties ofHumicAcid.Intl. J. Agric: Res & Rev. Vol., ۲ (S), ۹۷۵-۹۸۴.
Page A. L. ۱۹۸۲. Methods of Soil Analysis. Part ۲: Chemical and Microbiological Properties. Agronomi ۹, ASA, SSSA, Madison, Wiscosin, USA.
Piccolo A. ۱۹۹۶.Humus and soil conservation. In: Piccolo, A. (Ed.), Humic Substances in Terrestrial Ecosystems. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. ۲۲۵-۲۶۴.
Qi B. C. Aldrich C. and Lorenzen L. ۲۰۰۴. Effect of ultrasonication on the humic acids extracted from lignocellulose substrate decomposed by anaerobic digestion. Chemical Engineering Journal ۹۸, ۱۵۳-۱۶۳.
Schnitzer M. and Khan S. U. ۱۹۷۲.*Humic Substances in the Environment*, ۳۲۷ (Dekker, New York).
Stevenson F. J. ۱۹۹۴.Humic Chemistry: Genesis, Composition, Reactions, ۲nd ed. Wiley, New York.
Thurman E. M. ۱۹۸۵. Organic Geochemistry of Natural Waters.MartinusNijhoff/Dr W. Junk Publishers, Dordrecht.
Unlu H. O. Unlu H. Karakurt Y. and Padem H. ۲۰۱۱. Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. Scientific Research and Essays; Vol. ۶(۱۳), pp. ۲۸۰۰-۲۸۰۳.
Yates L. M. Engebreston R. R. and Haakenson T. J. ۱۹۹۷. R. Von wandruszka,Anal. Chim.Acta ۳۵۶, ۲۹۵-۳۰۱.

Abstract

This study was conducted with the aim of production of municipal solid waste compost humic acid complex Aradkooh was on an industrial scale. In this study, the maximum amount of humic acid extraction and acid fulvic extraction during ۲۴, ۴۸ and ۷۲ hours of humic material (functional groups, the ratio spectrometry, elemental analysis and ash) were assessed. The results showed that by increasing the amount of humic extraction time is increased, but the increase in extraction time decreases the functional groups and the increase in molecular size. Increasing the extraction time increases the carbon, nitrogen and ash in a weight gain structure of humic substances and humic substances becomes effective. Given the importance of the results and performance of humic substances in the soil humic substances in the complex ۲۴ hours extracted for recycling urban waste Aradkooh was selected.

بررسی اثر محلول های غذایی مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم گل ژربرا در سیستم کشت بدون خاک باز

خلج،م.ع.[۱]،کیانی،ش.[۲]، خوشگفتارمنش، ا.ح.[۳]، عموآقایی، ر.[۴]
۱- دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک، گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ۳- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴- دانشیار گروه زیست شناسی،دانشکده علوم، دانشگاه شهرکرد

چکیده
این آزمایش به منظور بررسی اثر محلول های غذایی تجاری مختلف بر رشد و عملکرد گل ژربرا، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه محلول غذایی و دو رقم (قرمز "Stanza" و زرد "Double dutch") انجام شد. بهترین نتایج عملکرد گل ژربرا از بوته های رقم قرمز تغذیه شده در محلول غذایی $S_۲$ " مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند" بدست آمد. کمترین مدت زمان تا اولین جوانه گل(۲/۳۸ روز) و نیز تا برداشت اولین گل (۵/۵۸ روز) از رقم قرمز رشد یافته در محلول غذایی $S_۲$ به دست آمد. بیشترین تعداد برگ(۲۷/۱۲ برگ/ گیاه)، طول ساقه گل دهنده(۲/۵۲ سانتی متر)، وزن تر ساقه گل‌دهنده(۴/۳۸ گرم) و تعداد گل (۲۹۱ عدد در متر مربع در سال) از رقم قرمز تغذیه شده در محلول غذایی $S_۲$ به دست آمد در حالی که بالاترین عمر گل از رقم زرد رشد یافته در محلول غذایی اسخرورس بدست آمد.

واژه های کلیدی: رقم ژربرا، محلول های غذایی، رشد، عملکرد

مقدمه
گل ژربرا (*Gerbera jamesonii* L.) یکی از گل های شاخه بریده مهم دنیاست که در سراسر جهان از آفریقا تا آسیا و آمریکای جنوبی پراکنده می باشد(خوزا و همکاران، ۲۰۱۱). در ایران نیز این گل از بازارپسندی مناسبی برخوردار بوده و هر روز بر سطح تولید و پرورش آن با استفاده از سیستم کشت بدون خاک افزوده می شود(خلج و همکاران، ۲۰۱۱). در محصولات زینتی، هدف بدست آوردن عملکرد بالا و با کیفیت گل می باشد و این هدف می تواند با استفاده از تغذیه مناسب از لحاظ ترکیب و مقدار بدست آید(محمود و همکاران، ۲۰۱۳). در حال حاضر شرکتهای تولید کننده نشاء ژربرا برخی فرمولهای غذایی مخصوص گل ژربرا را به خریداران خود (تولید کنندگان گل ژربرا)توصیه می کنند. این فرمولها با توجه به شرایط کشور و منطقه تولید متفاوت خواهد بود و لازم است مناسب بودن این فرمولهای غذایی در منطقه مورد بررسی قرار گیرد و فرمول مناسب به تولید کنندگان توصیه گردد. بنابراین با توجه به موارد بالا آزمایش مورد نظر با ۳ فرمول غذایی توصیه شده توسط شرکتهای اسخرورس، فلوریست و مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند به جهت بررسی و انتخاب فرمول غذایی بهینه برای تولید عملکرد کمی و کیفی بیشتر در کشور مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در سال ۱۳۹۳ به منظور انتخاب محلول غذایی مناسب برای تولید گل ژربرا به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل نوع محلول غذایی و نوع رقم در ۳ تکرار در گلخانه هیدروپونیک پژوهشکده ملی گل و گیاهان زینتی ایران واقع در محلات انجام گرفت. عامل اول شامل ۳ نوع محلول غذایی مربوط به شرکتهای اسخرورس، فلوریست و مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند استفاده گردید(جدول ۱). عامل دوم نیز شامل ۲ رقم گل ژربرا با نامهای Stanza(قرمز) و Double Dutch (زرد) بود که از لحاظ بازارپسندی در کشور مورد توجه هستند. برای هر تیمار آزمایشی ۵ گلدان و داخل هر گلدان یك نشاء گل ژربرا کشت شد. بستر کشت گیاه در این پژوهش از پیت، پرلیت و پوکه صنعتی (با ترکیب پرلیت ۲۵% + پیت ۷۰% + پوکه صنعتی ۵%) استفاده شد که مناسب بودن آن، از نتایج تحقیقات قبلی بدست آمده است(خلج و همکاران، ۲۰۱۳). صفات مورد نظر در آزمایش عبارتند از: زمان ظهور اولین گل (روز)، زمان برداشت اولین گل(روز)، تعداد برگ در هر گیاه، وزن تر ساقه گل‌دهنده (گرم)، طول ساقه گل‌دهنده(سانتیمتر)، تعداد ساقه گل‌دهنده درگیاه(متر مربع در سال) و عمر پس از برداشت (روز). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شده و مقایسه و کلاسه‌بندی میانگین‌ها نیز از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد و بر اساس نتایج آنها، نهایتاً محلول غذایی مناسب برای تولید تجاری گل ژربرا انتخاب گردید.

جدول ۱- غلظت عناصر غذایی در محلول‌های غذایی مورد استفاده در آزمایش

محلول‌های غذایی	نیترات	امونیوم	فسفر*	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سولفات
	(میلیمول بر لیتر)						
$S_۱$) شرکت اسخروس	۵/۸	۲/۰	۲/۱	۲۵/۴	۴	۱	۳/۱

S_2) شرکت فلوریست	۵/۹	-	۸/۱	۴/۵	۳/۵	۲	۳
S_3) مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند	۲۵/۱۱	۵/۱	۲۵/۱	۵/۵	۳	۱	۲۵/۱

محلول‌های غذایی	آهن	منگنز	روی (میکرومول بر لیتر)	مس	مولیبدن	بُر
S_1) شرکت اسخروس	۳۵	۳	۳	۱	۱	۳۵
S_2) شرکت فلوریست	۴۰	۵	۵	۱	۱	۳۵
S_3) مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند	۳۵	۵	۴	۷۵/۰	۵/۰	۳۰

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده ها نشان می‌دهد که محلول‌های غذایی موجب تفاوت های مشخص بر رشد و پارامترهای مهم تولید و بازار پسندی گل مانند مدت زمان لازم تا گلدهی و برداشت گل، تعداد گل، وزن تر ساقه گل دهنده، ارتفاع ساقه گل‌دهنده و نیز عمر پس از برداشت، ایجاد نمود.

جدول۲. تجزیه واریانس اثر نوع واریته گیاه و نوع محلول غذایی بر خصوصیات کمی و کیفی گل ژربرا

منابع تغییر	df	زمان اولین برداشت گل	تعداد برگ	وزن تر گل	ارتفاع گل	تعداد گل	عمر پس از برداشت
تکرار	۲	ns ۰۶/۲۵	ns ۴/۰	ns ۵۴/۰	ns ۶۵/۲	ns ۷۲/۱۱۶۲	ns ۶۹/۲
واریته(V)	۱	ns ۲۳/۲۰	* ۰۲/۳	ns ۶۵/۱۶	* ۰۱/۳۹	* ۵۰/۱۱۱۰۰	** ۲۲/۱۲
محلول غذایی(S)	۲	* ۱۵/۸۴	** ۶۴/۱۵	* ۳۹/۲۸	* ۹۲/۲۷	** ۸۹/۱۴۳۱۰	ns ۴۸/۲
V*S	۲	ns ۱۴/۱۱	ns ۹۱/۰	ns ۱۵/۰	ns ۴۲/۰	ns ۰۰/۷۷۴	ns ۵۹/۱
خطا	۱۰	۲۵/۱۴	۶۰/۰	۱۷/۵	۰۱/۴	۳۲/۱۱۸۵	۳۰/۱
%CV		۰۳/۶	۳۹/۷	۲۹/۶	۰۲/۴	۲۳/۱۴	۶۵/۱۰

به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱% ، ۵% و غیرمعنی دار ns و ** ، *

مدت زمان تا اولین برداشت گل

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، تیمار نوع محلول غذایی از لحاظ مدت زمان لازم تا اولین برداشت گل با هم تفاوت معنیداری از لحاظ آماری در سطح ۵% نشان داد(جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کمترین مدت زمان تا اولین برداشت گل از محلول غذایی مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند(۴۶/۵۸ روز) بدست آمد(جدول ۳) و در این رابطه بوته‌های گل رقم قرمز رشد کرده در این محلول غذایی با ۵۷/۶۱ روز نسبت به رقم زرد کمترین مقدار روز تا اولین برداشت گل را داشته است(جدول ۴)، اما تفاوت آنها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود(جدول ۲). گلدهی سریعتر در محلول غذایی مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند نسبت به محلول های غذایی دیگر، ممکن است به دلیل غلظت نیتروژن بیشتر که موجب سنتز اسید آمینه ها و هورمون اکسین شده و گلدهی را تسریع نموده است(سویدان و همکاران، ۲۰۱۲).

جدول۳. مقایسه میانگین اثر نوع محلول غذایی بر خصوصیات کمی و کیفی گل ژربرا

نوع محلول	زمان اولین برداشت گل (روز)	تعداد برگ (عدد در بوته)	وزن تر ساقه گل دهنده (گرم)	ارتفاع گل (سانتی‌متر)	تعداد گل (متر مربع در سال)	عمر پس از برداشت (روز)
S_1	a ۷۰/۶۵	c ۱۰/۹	b ۰۹/۳۴	b ۹۳/۴۷	b ۵۰/۱۹۳	a ۳۹/۱۱
S_2	a ۷۵/۶۳	b ۱۶/۱۰	ab ۸۷/۳۵	b ۶۵/۴۹	ab ۱۷/۲۴۱	ab ۶۷/۱۰
S_3	b ۴۶/۵۸	a ۲۷/۱۲	a ۴۲/۳۸	a ۲۲/۵۲	a ۱۷/۲۹۱	b ۱۱/۱۰

محلول غذایی مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند (S_3) محلول غذایی شرکت فلوریست و (S_2)، محلول غذایی شرکت اسخروس (S_1) .در هر ستون، میانگینهای دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵% فاقد اختلاف معنی دار هستند

تعداد برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر نوع محلول غذایی و نوع واریته بر تعداد برگ گل ژربرا، تفاوت معنیداری در سطح ۱% و ۵% نشان داد(جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد برگ از محلول غذایی مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند(۲۷/۱۲ عدد در بوته) بدست آمد(جدول ۳) و در این رابطه بوته‌های گل رقم قرمز رشد کرده در این محلول غذایی با ۹/۱۰عدد نسبت به رقم زرد بیشترین تعداد برگ را داشت (جدول ۴). افزایش غلظت نیتروژن و بویژه آمونیوم موجب افزایش رشد گیاه، رشد سلول‌ها و تولید هورمون‌های گیاهی مانند سیتوکینین شده(مارشنر، ۲۰۱۲) و در نتیجه موجب افزایش

تعداد برگ می‌شود(برنیر و همکاران، ۲۰۰۵)، که در محلول غذایی مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند محسوس می‌باشد(جدول ۱).

وزن تر ساقه گل‌دهنده

داده‌های نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع محلول غذایی در سطح ۵% معنیدار بود(جدول ۲). همچنین نوع واریته و نیز اثر متقابل محلول غذایی در نوع واریته بر وزن تر ساقه گل‌دهنده معنیدار نبود(جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن تر ساقه گل دهنده از محلول غذایی مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند(۴۲/۳۸ گرم) بدست آمد(جدول ۳) و در این رابطه بوته‌های گل رقم قرمز رشد کرده در این محلول غذایی با ۱/۳۷ گرم نسبت به رقم زرد بیشترین وزن تر ساقه گل‌دهنده را داشت(جدول ۴). افزایش وزن تر ساقه گل‌دهنده می‌تواند به دلیل وجود نیتروژن و پتاسیم بیشتر در محلول غذایی مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند باشد(جدول ۱). نیتروژن نقش مهمی در رشد و عملکرد بهینه گیاهان باغی دارد(ساواس و همکاران، ۲۰۰۳). پتاسیم نیز به عنوان یک عنصر مهم در کیفیت محصولات و نیز فرایندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه شناخته شده است(مارشنر، ۲۰۱۲).

جدول مقایسه میانگین اثر واریته بر خصوصیات کمی و کیفی گل ژربرا (۴

نوع واریته	زمان اولین برداشت گل (روز)	تعداد برگ (عدد در بوته)	وزن تر ساقه گل دهنده (گرم)	ارتفاع گل (سانتی‌متر)	تعداد گل (متر مربع در سال)	عمر پس از برداشت (روز)
قرمز	a ۵۷/۶۱	a ۹۲/۱۰	a ۰۹/۳۷	a ۴۱/۵۱	a ۷۸/۲۶۶	b ۹/۹
زرد	a ۶۹/۶۳	b ۱۰/۱۰	b ۱۶/۳۵	b ۴۶/۴۸	b ۱۱/۲۱۷	a ۵۵/۱۱

.در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵% فاقد اختلاف معنی دار هستند

ارتفاع ساقه گل‌دهنده

ارتفاع ساقه گل‌دهنده، یکی از صفات کیفی مهم در بازار پسندی گل های شاخه بریده است که اندازه‌گیری شده است. بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثر محلول غذایی و نوع واریته بر ارتفاع ساقه گل‌دهنده گل ژربرا، تفاوت معنیداری در سطح ۵% نشان داد(جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع ساقه گل‌دهنده از محلول غذایی مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند (۲۲/۵۲ سانتی متر) بدست آمد(جدول ۳) و در این رابطه بوته‌های گل رقم قرمز رشد کرده در این محلول غذایی با ۴۱/۵۱ سانتی متر نسبت به رقم زرد بیشترین ارتفاع ساقه گل‌دهنده را داشت(جدول ۴). نیتروژن کافی در محلول غذایی و جذب بهینه آن توسط گیاه موجب رشد سلول ها و تحریک جوانه های فرعی و در نتیجه افزایش ارتفاع گل‌ها می شود(شایمی و همکاران، ۲۰۱۲؛ سینگ، ۲۰۰۰).

تعداد ساقه گل‌دهنده

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثر محلول غذایی و نوع واریته بر تعداد ساقه گل‌دهنده گل ژربرا، تفاوت معنیداری به ترتیب در سطح ۱% و ۵% نشان داد(جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد ساقه گل‌دهنده از محلول غذایی مرکز تحقیقات باغبانی و سبزیهای گلخانه‌ای هلند(۲۹۱ عدد در متر مربع در سال) بدست آمد(جدول ۳) و در این رابطه بوته‌های گل رقم قرمز رشد کرده در این محلول غذایی با ۲۶۷ عدد در متر مربع در سال ، نسبت به رقم زرد بیشترین تعداد ساقه گل‌دهنده را داشت(شکل ۶). تعداد گل بیشتر به همراه گل بزرگتر و ساقه گل‌دهنده بزرگتر از معیارهای جهانی گل های شاخه بریده است(کدیتسو ۲۰۱۳). سینگ و همکاران(۲۰۱۵) طی آزمایشی مشاهده نمودند که افزایش غلظت نیتروژن و پتاسیم موجب افزایش تعداد گل میخک گردید. تامین مقدار مناسب عناصر غذایی در کشت بدون خاک یکی از مهمترین عوامل در تولید کمی و کیفی بهینه گیاه می باشد(سیرین، ۲۰۱۱). تفاوت عملکرد تحت تاثیر تغذیه گیاه در گل ژربرا (محمود و همکاران، ۲۰۱۳) مشاهده گردید که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد.

عمر پس از برداشت

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثر نوع واریته بر عمر پس از برداشت گل ژربرا، تفاوت معنیداری در سطح ۵% نشان داد(جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عمر پس از برداشت گل ژربرا از محلول غذایی مرکز اسخرورس(۴/۱۱ روز) بدست آمد(جدول ۳) و در این رابطه بوته‌های گل رقم زرد تغذیه شده در این محلول غذایی با ۵۵/۱۱ روز نسبت به رقم قرمز بیشترین عمر پس از برداشت گل ژربرا را داشتند(جدول ۴). میزان نیتروژن،کلسیم و پتاسیم در محلول غذایی بر عمر پس از برداشت گل ژربرا موثر است(ممون و خطران، ۲۰۱۴). بالا بودن عمر پس از برداشت گل ژربرای حاصل از محلول غذایی اسخرورس را می توان به علت کم بودن میزان نیتروژن و بیشتر بودن کلسیم در آن محلول غذایی دانست. نتایج حاصل با نتایج محمود و همکاران(۲۰۱۳) در گل ژربرا همخوانی دارد.

منابع

Bernier, G. and Périlleux C. ۲۰۰۵. A physiological overview of the genetics of flowering time control. Plant Biotec. J. ۳(۱): ۳-۱۶.

Keditsu R. ۲۰۱۳. Performance of open field gerbera in response to planting time. African J. of Agric. ۸(۲۳): ۳۰۶۸-۳۰۷۴.
Khalaj M.A., Amiri M. and Sindhu. S.S. ۲۰۱۱. Response of different growing media on the growth and yield of gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) in hydroponic open system. Indian J. Hortic ۶۸(۴):۵۸۳-۵۸۶.
Khosa, S.S., Adnan Y., Adnan R., Shahina Y. and Atif R. ۲۰۱۱. Effect of foliar application of macro and micronutrients on growth and flowering of *Gerbera jamesonii* L. American-Eurasian J. of Agric. and Environ. Sci. ۱۱ (۵): ۷۳۶-۷۵۷.
Mahmood M.A., Ahmad N. and Khan M.S.A. ۲۰۱۳. Comparative Evaluation of growth, yield and quality characteristics of various gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) cultivars under Protected Condition. J. of Ornam. Plants. ۳(۴): ۲۳۵-۲۴۱.
Marschner H. ۲۰۱۲. Mineral nutrition of higher plants: Marschner P. (ed.). Academic Press, London, U.K.
Memon S. A., and Khetran K. ۲۰۱۴. Effect of humic acid and calcium chloride on the growth and flower production of Snapdragon (*Antirrhinum majus*). J. of Agric. Tech. ۱۰(۶): ۱۵۵۷-۱۵۶۹.
Savvas D., Karagianni V., Kotsiras A., Demopoulos V. Karkamisi I. and Pakou P. ۲۰۰۳. Interactions between ammonium and pH of the nutrient solution supplied to gerbera (*Gerbera jamesonii*) grown in pumice. Plant and Soil. ۲۵۴: ۳۹۳-۴۰۲.
Sewedan E., El-Naggar H. and Osman A. ۲۰۱۲. Effect of Nitrogen and diphenylamine on *Gladiolus hybrida* cv. sancerre production. J.Hortic. Sci. Ornam. Plants.۴(۳): ۲۶۷-۲۷۴
Shammy F.H., Solaiman A.H.M., Das C., Islam M.S., and Uddin A.J. ۲۰۱۲. Growth and flowering characteristics of two potted gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) varieties. J. Expt. Biosci. ۳(۱):۳۳ -۳۶,
Singh K.P. ۲۰۰۰. Response of graded levels of nitrogen in tuberose (*Polinathes tuberosa* L.) cv. single. Adv. Plant Sci. ۱۳(۱): ۲۸۳-۲۸۵.
Singh A., Sharma B.P., Dilta B.S., Laishram N., Gupta Y.C. and Bhardwaj S.K. ۲۰۱۵. Effects of fertilization on quality flower production and foliar nutrient content of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cv. master. Bangladesh J. of Botany. ۴۴(۱):۱۳۳-۱۳۷.
irin U. ۲۰۱۱. Effects of different nutrient solution formulations on yield and cut flower quality of gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) grown in soilless culture system. African J. Agric. Res. ۶(۲۱):۴۹۱۰-۴۹۱۹.

Abstract

Factorial experiment in randomized complete block design (RCBD) was used to evaluate the effects of different nutrient solution on the growth and yield of gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) With three nutrient solutions and two varieties. The varieties under this study (red "Stanza" and yellow "Double Dutch") showed distinct variations on flower yield and yield contributing characteristics. The best results of flower quality and gerbera growth parameters were obtained from gerberas nourished by the "$S_۳$: Research Station for Floriculture and Greenhouse Vegetables". Minimum days to first flower bud (۳۸.۲ days), days to first flowering harvest (۵۸.۵ days) obtained from red verity grown in S۳ nutrient solution. Maximum leaf number (۱۲.۲۷ leaves/plant), stalk length (۵۲.۲ cm), stalk fresh weight (۳۸.۴ gr) and number of flowers per year (۲۹۱ stalks/$m^۲$) obtained from $S_۳$ while maximum vase life obtain from yellow variety grown in Schreurs nutrient solution formulation.

ارزیابی مصرف مواد آلی و کود فسفری در تناوب گندم-ذرت

مجید فروهر [۱]، حمید رضا ذبیحی [۱]، سعید رضائیان [۱]، مجتبی نوری حسینی [۱]، مسعود دادیور [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

چکیده
این آزمایش به منظور بررسی اثر مصرف ماده آلی و فسفر بر عملکرد محصول در تناوب گندم-ذرت در کرتهای ثابت و به صورت اسپلیت پلات انجام شد. ماده آلی شامل صفر، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتارکمپوست زباله شهری و ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی، در کرت های اصلی و کود سوپر فسفات تریپل در چهار سطح صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در کرت های فرعی قرار داشتند. مصرف ماده آلی تنها قبل از کشت گندم انجام شد و مصرف فسفر برای هر کشت، تکرار شد. نتایج نشان داد که با مصرف ماده آلی به مقدار ۲۰ تن کود گاوی در هکتار قبل از کشت گندم توام با فسفر، علاوه بر داشتن عملکرد بالای دانه کاه و صرفه جویی ۲۵ درصدی در مصرف کود فسفری، در کشت ذرت بعد از گندم هم می توان به بیشترین عملکرد ماده خشک و صرفه جویی ۲۵ درصدی در مصرف کود فسفری نائل شد.

واژه های کلیدی: فسفر، ماده آلی، تناوب گندم-ذرت.

مقدمه
نقش مواد آلی به عنوان یک جزء ضروری خاك، از جنبه های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حائز اهمیت است. این مواد، در فراهم آوردن کربن و منبع انرژی برای ریزجانداران خاک، جلوگیری از تراکم خاك، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، انجام هم آوری ذرات خاك به یکدیگر و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه، کمك به رشدگیاه و افزایش محصول، نقش انکار ناپذیری دارند. براساس نتایج یک تحقیق که در ۳۳۰ پایگاه، در کل استان خراسان رضوی انجام گرفت، کربن آلی خاک در تمام ۳۳۰ نقطه، کمتر از ۷۵/۰ درصد بود. حال آن که حداقل میزان مطلوب کربن آلی خاک، ۲ درصد می باشد. بر اساس همین تحقیق، تنها ۱۷ درصد خاک های مورد مطالعه استان، فسفر کافی دارند(۱۵ تا ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم) و مقدار فسفر قابل استفاده در ۶۳ درصد خاکهای مورد مطالعه، کمتر از ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. این شواهد، لزوم مصرف مواد آلی و کودهای حاوی فسفر را برای بهبود شرایط خاک و تامین نیاز غذایی محصولات کشاورزی، نشان می دهد.
گلچین و همکاران (۱۳۷۸) در یک آزمایش دو ساله، گزارش کردند که با مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی در کشت گندم میزان کربن آلی خاک از ۴۸/۰ به ۵۹/۰ درصد افزایش یافت. همچنین عملکرد دانه گندم، ۱۵ درصد افزایش نشان داد. دریاشناس و همکاران (۱۳۸۹) مصرف فسفر را قبل از هر کشت در تناوب گندم-ذرت-گندم برای دستیابی به عملکرد مناسب و نگهداشت سطح فسفر خاک در حد مطلوب و بهینه ضروری دانستند. این توصیه در شرایطی که میزان فسفر قابل استفاده خاک کم (کمتر از ۵ میلی گرم در کیلوگرم) می باشد از اهمیت بیشتری برخوردار است.
با کاربرد توام کودهای شیمیایی و آلی از مصرف کودهای شیمیایی کاسته می شود. میرزاشاهی (۱۳۸۶) نشان داد که با مصرف ۱۰ تا ۲۰ تن کود حیوانی می توان تا ۲۵ درصد از کودهای شیمیایی حاوی عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در زراعت ذرت کاست. این اثر تا ۳ سال پس از مصرف کود حیوانی مشاهده شد. Otinga و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که عملکرد ذرت در اثر کاربرد تومان کود آلی و کود سوپر فسفات تریپل به گونه ای که بتواند ۲۶ کیلوگرم فسفر در هر هکتار به خاک اضافه کند به طور معنی داری بیشتر از اثر مصرف همین مقدار سوپر فسفات تریپل به تنهایی می باشد.
در شرایط کنونی، از یک طرف، برای داشتن تولید قابل قبول محصولات کشاورزی و تامین غذای جمعیت کشور، ناگزیر از مصرف کودهای شیمیایی حاوی عناصر غذایی مختلف و از جمله فسفر در اغلب خاک های کشورمان هستیم. از طرف دیگر مصرف مداوم کودهای شیمیایی به تنهایی و در مقادیر زیاد، تنزل کیفیت و سلامت خاک و نهایتا کاهش باروری خاک را به دنبال خواهد داشت. برای داشتن تولید قابل قبول و پایدار، مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه پیشنهاد شده است. در این روش با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی منطقه از ظرفیت بومی خاک و کلیه مواد در دسترس اعم از کودهای شیمیایی، آلی و زیستی در تامین عناصر غذایی استفاده می شود. در همین راستا و به منظور کاهش واردات کودها و استفاده از پتانسیل های موجود داخلی ، تحقیق حاضر با هدف توصیه بهینه کاربرد توام کودهای شیمیایی و آلی و بررسی تاثیر کودهای آلی در تامین فسفر مورد نیاز گیاه، در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، اجرا شد.

مواد و روش‌ها
آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی، به صورت بلوک خرد شده، در سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش، گندم در تناوب با ذرت در کرتهای دائم کشت شد. مصرف کود آلی (فاکتور M) در کرت های اصلی در ۵ سطح: M۰- عدم مصرف کود آلی.، M۱-

مصرف ۱۰ تن در هکتار ماده خشک کمپوست زباله شهری.، M۲- مصرف ۲۰ تن در هکتار ماده خشک کمپوست زباله شهری.، M۳- مصرف ۱۰ تن در هکتار ماده خشک کود گاوی.، M۴- مصرف ۲۰ تن در هکتار ماده خشک کود گاوی، انجام شد. مصرف سوپر فسفات تریپل(فاکتور P) در کرت های فرعی در چهار سطح P۰- عدم مصرف سوپرفسفات تریپل، P۱- ۲۰۰کیلوگرم در هکتار، سوپرفسفات تریپل (مطابق با ۱۰۰ درصد توصیه آزمون خاک).، P۲- ۱۵۰کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل (مطابق با ۷۵ درصد توصیه آزمون خاک)، P۳- ۱۰۰کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل (مطابق با ۵۰ درصد توصیه آزمون خاک). ارقام کندم و ذرت مورد کاشت به ترتیب رقم سیوند و رقم دابل کراس ۳۷۰ بود. کلیه مراقبت های کاشت اعم از تامین سایر عناصر غذایی، وجین علف های هرز و مبارزه با آفات و بیماری ها به طور یکسان در همه کرت ها اعمال شد. متغیرهای مورد بررسی، شامل عملکرد دانه و کاه، در گندم و عملکرد کل و وزن خشک علوفه، در ذرت بود. برخی از خصوصیات خاک و آنالیز کودهای گاوی و کمپوست زباله شهری به کار رفته در آزمایش به شرح جداول ۱ و ۲ می باشد.

جدول۱- برخی از پارا متر های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

K	P	N	clay	Silt	Sand	OC	TNV	EC (dS/m)	pH
میلی گرم در کیلوگرمخاك		درصد							
۱۱۳	۲/۵	۰۵/۰	۲۲	۴۸	۳۰	۴۶/۰	۴/۱۹	۸/۱	۸/۷

جدول۲- برخی از پارا متر های اندازه گیری شده در کود گاوی و کمپوست زباله شهری

	نیتروژن کل	کربن آلی	کادمیم کل	سرب کل	(pH) عصاره ۱:۵	(EC) عصاره ۱:۵	افت در ۴۰۰ درجه	پتاسیم کل	فسفر کل
	%		mg/kg			ds/m	%		
گاوی	۵۷/۲	۷۳/۳۸	۰	۵/۲۴	۶۸/۸	۸/۲۵	۵۶/۷۰	۴/۱	۹۴/۰
کمپوست	۰/۲	۰۷/۲۲	۵/۲	۲۲۱	۵۹/۷	۵۸/۱۱	۶۴/۴۶	۱۲/۱	۵۹/۰

نتایج و بحث

۱- عملکرد دانه گندم:

مطابق جدول ۳، هر یک از سطوح مصرف فسفر سبب افزایش معنی دار عملکرد دانه نسبت به شاهد(عدم مصرف فسفر) شده است. فزایش عملکرد دانه در اثر مصرف ماده آلی نسبت به شاهد(عدم مصرف ماده آلی)، تنها تحت تیمار های ۱۰ تن کمپوست زباله شهری و ۲۰ تن کود گاوی ، معنی دار می باشد.

(= آزمون دانکن ۰۵/۰) جدول ۳- اثرات ساده و متقابل فسفر و ماده آلی بر عملکرد دانه(تن در هکتار) در سال اول

	بدون فسفر	فسفر ۱۰۰	فسفر ۷۵	فسفر ۵۰	ثر اصلی ماده آلی
بدون ماده الی	c ۷/۲	abc ۷۲/۳	ab ۲۴/۴	abc ۶۷/۳	b ۵۸/۳
۱۰ تن کمپوست	bc ۳	a ۰۵/۵	a ۱۱/۵	abc ۰۲/۴	a ۲۹/۴
۲۰ تن کمپوست	abc ۶/۳	abc ۱۱/۴	a ۵۱/۴	ab ۳۴/۴	ab ۱۵/۴
۱۰ تن کود دامی	abc ۷۳/۳	abc ۰۹/۴	a ۵۲/۴	ab ۳۳/۴	ab ۱۷/۴
۲۰ تن کود دامی	abc ۷۵/۳	ab ۳۶/۴	a ۰۸/۵	a ۴۹/۴	a ۴۲/۴
اثر اصلی فسفر	b ۳۶/۳	a ۲۷/۴	a ۷/۴	a ۱۷/۴	

اثرات متقابل فسفر × ماده آلی در متن این جدول نشان می دهد که استفاده از ماده آلی در هر سطحی از مصرف فسفر سبب بهبود عملکرد دانه شده است. به عنوان مثال، در تیمار بدون فسفر، عملکرد دانه را از ۷/۲ تن در هکتار به ۳ و ۷۵/۳ تن در هکتار رسانده است.(بهبود کلاس c به abc). و یا در تیمار های مصرف فسفر به میزان ۱۰۰ درصد توصیه آزمون خاک و فسفر ۵۰ درصد توصیه آزمون خاک، عملکرد دانه از ۷/۳ به حداکثر ۰۱/۵ و ۴۹/۴ تن در هکتار رسیده است (بهبود کلاس abc به a و ab). می توان استنباط کرد این که: در شرایط عدم مصرف ماده آلی در این خاک تیمار ۷۵ درصد توصیه آزمون خاک برتر از سایرین می باشد. و به جای مصرف فسفر بر مبنای صد درصد آزمون خاک توام با ۱۰ تن بر هکتار کمپوست، می توان از ترکیب ۷۵ درصد توصیه آزمون خاک به همراه هر یک از مقادیر کمپوست یا کود دامی(خصوصا ۱۰ تن کمپوست یا ۲۰ تن کود گاوی) و یا از ترکیب ۵۰ درصد توصیه آزمون خاک و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی استفاده کرد. همچنین ملاحظه می شود که بیشترین افزایش عملکرد دانه نسبت به

شاهد(عدم مصرف فسفر و ماده آلی) از تیمار مصرف فسفر بر مبنای ۷۵ درصد توصیه آزمون خاک و هر یک از سطوح کمپوست یا کود گاوی، خصوصا ۱۰ تن بر هکتار کمپوست و تیمار مصرف فسفر بر مبنای ۱۰۰ درصد توصیه آزمون خاک توام با ۱۰ تن بر هکتار کمپوست زباله شهری، حاصل شده است. این نتایج با نتایج تحقیق میرزاشاهی(۱۳۸۶) مطابقت دارد.

۲- عملکرد کاه گندم

مطالعه اثر اصلی فسفر در جدول ۵ نشان می دهد که عملکرد کاه، تحت تاثیر مصرف فسفر بر مبنای صد درصد توصیه آزمون خاک و یا ۷۵ درصد توصیه آزمون خاک، نسبت به عدم مصرف آن، به طور معنی داری افزایش یافته است. در رابطه با اثر اصلی ماده آلی نیز، ملاحظه می شود که مصرف ماده آلی به هریک از دو شکل کمپوست زباله شهری و یا کود گاوی و در هر یک از دو مقدار مصرف ۱۰ یا ۲۰ تن در هکتار، نسبت به عدم مصرف آن سبب افزایش معنی دار عملکرد کاه شده است.

(= آزمون دانکن ۰۵/۰) جدول ۵ - اثرات ساده و متقابل فسفر و ماده آلی بر عملکرد کاه(تن در هکتار) در سال اول

	بدون فسفر	فسفر ۱۰۰	فسفر ۷۵	فسفر ۵۰	اثراصلی ماده آلی
بدون ماده آلی	۳۲/۶ c	۸۵/۹ abc	۹۴/۱۰ abc	۵۹/۷ bc	۶۷/۸ b
۱۰ تن کمپوست	۸۵/۷ bc	۵۲/۱۲ ab	۳۲/۱۴ a	۳۳/۱۰ abc	۲۶/۱۱ a
۲۰ تن کمپوست	۴/۱۰ abc	۱۲ ab	۳۵/۱۳ a	۳۲/۹ abc	۲۶/۱۱ a
۱۰ تن کود دامی	۵۹/۹ abc	۷۲/۱۲ ab	۲۶/۱۴ a	۵۹/۱۱ abc	۰۴/۱۲ a
۲۰ تن کود دامی	۴۱/۱۰ abc	۹۲/۱۱ ab	۶۷/۱۴ a	۳۵/۱۲ ab	۳۴/۱۲ a
اثراصلی فسفر	۹۱/۸ c	۸/۱۱ ab	۵/۱۳ a	۲۴/۱۰ bc	

بررسی داده های متن جدول به عنوان اثرات متقابل فسفر × ماده آلی نشان می دهد که بیشترین افزایش عملکرد کاه نسبت به شاهد(عدم مصرف فسفر و ماده آلی) از مصرف فسفر بر مبنای ۷۵ درصد توصیه آزمون خاک و هر یک از سطوح کمپوست یا کود گاوی حاصل شده است. این موضوع در رابطه با عملکرد دانه نیز ملاحظه شد. به عبارت دیگر، این ترکیب از فسفر و ماده آلی، بیشترین افزایش عملکرد دانه و کاه را نسبت به عدم مصرف فسفر و ماده آلی موجب شده است.

۳- ذرت عملکرد علوفه تر ذرت

اثر اصلی فسفر در جدول ۶، نشان می دهد که مصرف ۷۵ درصد فسفر توصیه آزمون خاک سبب افزایش معنی دار عملکرد کل بوته نسبت به عدم مصرف آن شده است. دو سطح دیگر مصرف فسفر اگرچه افزایش حدود ۱۰ و ۱۳ تنی عملکرد بوته را نسبت به عدم مصرف فسفر، موجب شدند اما این افزایش، معنی دار نبود. اثر اصلی ماده آلی در این جدول نشان می دهد که مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری، سبب افزایش معنی دار عملکرد بوته نسبت به عدم مصرف ماده آلی شده است.

(= آزمون دانکن ۰۵/۰) جدول ۶- اثرات ساده و متقابل فسفر وماده آلی بر عملکرد علوفه تر ذرت(تن در هکتار) در سال اول

	بدون فسفر	فسفر ۱۰۰	فسفر ۷۵	فسفر ۵۰	اثر اصلی ماده آلی
بدون ماده الی	۷/۴۳ e	۴/۶۶ abcd	۶۸ abcd	۹/۶۰ bcde	۸/۵۹ c
۱۰تن کمپوست	۵۴ cde	۴/۷۲ abc	۷۴ abc	۲/۶۹ abcd	۵/۶۷ bc
۲۰تن کمپوست	۴/۶۹ abcd	۴/۸۱ ab	۳/۸۶ a	۵/۷۴ abc	۹/۷۷ a
۱۰تن کود دامی	۷/۵۰ de	۱/۷۳ abc	۳/۷۱ abcd	۸/۷۰ abcd	۵/۶۶ bc
۲۰تن کود دامی	۸/۶۱ bcde	۳/۷۴ abc	۶/۷۶ ab	۷۸ ab	۷/۷۲ ab
اثر اصلی فسفر	۹/۵۵ b	۶/۷۳ ab	۳/۷۵ a	۷/۷۰ ab	

در شرایط عدم مصرف فسفر، مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست توانسته است سبب افزایش معنی دار عملکرد علوفه تر نسبت به عدم مصرف ماده آلی شود. مصرف فسفر در مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه آزمون خاک، چه به صورت تنها و چه توام با ماده آلی، سبب افزایش عملکرد علوفه تر نسبت به شاهد(عدم مصرف فسفر و ماده آلی) شده است. در سطح مصرف فسفر به میزان ۵۰ درصد توصیه آزمون خاک، مصرف فسفر به تنهایی نتوانسته است افزایش عملکرد معنی داری نسبت به شاهد ایجاد کند. در این سطح از مصرف فسفر برای افزایش معنی دار عملکرد بوته نسبت به شاهد، مصرف ماده آلی ضروری است. اثر مثبت کاربرد توام کودهای شیمیایی و آلی در تولید محصولات کشاورزی در تحقیقات گلچین و همکاران(۱۳۷۸)، کاظمی طلاچی و همکاران(۱۳۷۹) و میرزاشاهی(۱۳۸۶) نیز ملاحظه شده است.

۵-۲- عملکرد علوفه خشک ذرت

مصرف فسفر در مقادیر ۷۵ یا ۱۰۰ درصد توصیه آزمون خاک، نسبت به عدم مصرف فسفر، سبب افزایش معنی دار عملکرد ماده خشک شده است(جدول ۷). همچنین مصرف هر یک از دو نوع ماده آلی در هر مقدار ۱۰ یا ۲۰ تن در هکتار، سبب افزایش عملکرد ماده خشک نسبت به عدم مصرف آن شده است.

(= آزمون دانکن ۰۵/۰) جدول ۷- اثرات ساده و متقابل فسفر وماده آلی بر عملکرد ماده خشک(تن در هکتار) در سال اول

	بدون فسفر	فسفر ۱۰۰	فسفر ۷۵	فسفر ۵۰	اثر اصلی ماده آلی
بدون ماده آلی	f۸۱/۶	cde۶/۱۲	cde۹/۱۱	def۹/۹	c۳/۱۰
۱۰تن کمپوست	def۲۴/۹	bc۳/۱۵	cde۱۳	cde۱۲	b۴/۱۲
۲۰تن کمپوست	cde۹/۱۲	ab۵/۱۸	bc۱۵	cde۸/۱۱	a۶/۱۴
۱۰تن کود دامی	ef۹	bc۹/۱۴	cde۱۳	cd۳/۱۳	b۶/۱۲
۲۰ تن کود دامی	cde۱۳	c۳/۱۴	a۷/۲۰	cde۲/۱۲	a۱۵
اثر اصلی فسفر	b۲/۱۰	a۱/۱۵	a۸/۱۴	ab۸/۱۱	

بررسی اثرات متقابل فسفر× ماده آلی نشان می دهد که در شرایط عدم مصرف فسفر، ۲۰ تن کمپوست یا ۲۰ تن کود گاوی در هکتار سبب افزایش معنی دار عملکرد ماده خشک نسبت به عدم مصرف ماده آلی شده است. در شرایط مصرف ۱۰۰ درصد فسفر توصیه آزمون خاک مصرف ۲۰ تن برهکتار کود دامی و در شرایط مصرف ۷۵ درصد فسفر توصیه آزمون خاک، مصرف ۲۰ تن کود گاوی سبب افزایش معنی دار عملکرد ماده خشک نسبت به عدم مصرف ماده آلی شده است. در مطالعات مرزاشاهی(۱۳۸۶)، بیشترین عملکرد ذرت در اثر مصرف کود شیمیایی به مقدار توصیه شده و ۲۰ تن کود حیوانی حاصل شد. جذب فسفر توسط ذرت نیز با کاربرد توام کود حیوانی و کود شیمیایی بیش از کاربرد هر کدام از این کودها به تنهایی بود.

به عنوان نتیجه گیری کلی آزمایش می توان گفت که در شرایط مشابه آزمایش، برای رسیدن به بالاترین عملکرد دانه گندم، تیمار برتر، مصرف ۷۵ درصد فسفر آزمون خاک به همراه ۱۰ تن کمپوست یا ۲۰ تن کود دامی می باشد. این دو تیمار در عین حال بالا ترین عملکرد کاه را نیز موجب می شوند. تیمارهای برتر برای رسیدن به بالاترین عملکرد علوفه تر ذرت بعد از گندم، تیمار مصرف ۲۰ تن کمپوست(قبل از گندم) با ۷۵ درصد فسفر توصیه آزمون خاک بوده و بیشترین عملکرد ماده خشک، از تیمار مصرف ۲۰ تن کود دامی(قبل از گندم) با ۷۵ درصد فسفر توصیه آزمون خاک، حاصل خواهد شد.

منابع

۱- کاظمیطلاچی، م.. ۱۳۷۹. چگونگی استفاده از کودهای شیمیایی و آلی در افزایش تولید سویا. مجله زیتون. شماره ۱۴۵، صفحات ۵۸-۵۶.

۲- میرزاشاهی، ک. (۱۳۸۶). تاثیر استفاده توام مواد آلی (کود حیوانی) و کودهای شیمیایی بر عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و مواد آلی خاک. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۱۵۴۰.

۳- گلچین، ا.، اسماعیلی، م. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۸. تاثیر مواد آلی، منگنز و مس و عملکرد و کیفیت گندم آبی در استانهای سردسیر. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۱۰۷۴.

۴- Otinga, A. N., Pypers, P., Okalebo, J. R., Njoroge, R., Emongole, M., Six, L., Vanlauwe, B., & Merckx, R., ۲۰۱۳. Partial substitution of phosphorus fertilizer by farmyard manure and its localized application increases agronomic efficiency and profitability of maize production. *Field Crops Research*, ۱۴۰ : ۳۲-۴۳.

Evaluation of Organic Matter and Phosphorous Fertilizer application on Wheat-Corn Rotation.

Majid Forouhar, Hamidreza Zabihi, Saeed Rezaeian, Mojtaba Nourihosseini and Masood Dadivar

Scientific members of Khorasan Razavi Research Center of Agriculture and Natural Resources.

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effect of organic matter and phosphorus on yield in wheat-corn rotation in split plot design. Organic matter was placed in the main plots, including zero, ۱۰ and ۲۰ tons of municipal solid waste compost, ۱۰, ۲۰ tons of manure per hectare.Triple super phosphate fertilizer was placed in the sub plots including zero, ۱۰۰, ۱۵۰ and ۲۰۰ Kg per hectare. Organic matters were applied only before wheat

planting and P application was repeated for each culture. According to the results, application of ۲۰ tons of manure per hectare accompanying with phosphorus fertilizer, led to high yield of grain and straw of wheat and saving ۲۵ percent on the needed phosphorus fertilizer. It also led to the highest yield of Corn silage and dry matter and ۲۵ percent savings in fertilizer consumption in the following Corn cultivation.

بررسی اثرات کاربرد کمپوست و برخی عناصر پرمصرف و کم مصرفبر خصوصیات کمی و کیفی پسته رقم فندقی در کرمان

بهمن پناهی [۱]، بهاره دامنکشان [۲]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان ۲-پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان

چکیده
پسته از محصولات مهم باغبانی کشور می‌باشد. از مشکلات عمده خاک‌های مناطق گرم و خشک کمبود مواد آلی در این خاک‌ها و قلیایی بودن آنهاست که موجب کاهش جذب پاره‌ای از عناصر غذایی می‌گردد. استفاده از مواد آلی، استفاده موضوعی از عناصر پرمصرف و محلول‌پاشی درختان با عناصر کم مصرف می‌تواند کمک به تولید محصول با کمیت و کیفیت بیشتری نماید. یکی از مهمترین منابع مواد آلی در باغات پسته می‌تواند کمپوست حاصل از ضایعات پوست سبز رویی میوه پسته باشد. همچنین می‌توان کاربرد آن را با کاربرد برخی عناصر پرمصرف و کم مصرف مقایسه نمود. در این پژوهش اثرات کاربرد کمپوست، مصرف NPKو محلول‌پاشی با عناصر روی و منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی پسته رقم فندقی در کرمان مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ماده آلی به صورت کمپوست در دو سطح (۰ و ۳۰ تن در هکتار به صورت چالکود)، مصرف NPK در دو سطح (عدم مصرف و مصرف طبق نتایج آزمون خاک)و محلول‌پاشی با عناصر روی و منگنز در دو سطح (صفر و سه در هزار) به صورت طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار. نتایج نشان داد که مصرف کمپوست، NPK و محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز باعث افزایش وزن پسته‌های خندان، افزایش میزان خندانی دانه در هر درخت، کاهش تعداد دانه‌های پوک در هر درختو افزایش عملکرد محصولدر هر درخت گردید.
کلمات کلیدی: پسته، رقم فندقی، عناصر پرمصرف ، عناصر کم مصرف، کمپوست.

مقدمه
درخت پسته اهلی (*Pistaciavera* L.) متعلق به تیرهٔ سماقیان(Anasardiaceae) می‌باشد که گیاهان این تیره به صورت درخت و درختچه هستند. (پناهی و همکاران، ۱۳۸۱). دوره تناوب آبیاری درختان پسته برحسب بافت خاک از ۳۰ تا ۵۰ روز تغییر می‌کند و میزان آب در هر نوبت حدود ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر است. علت تحمل پسته به خشکی، داشتن ریشه اصلی پسته عمودی بوده و می‌تواند تا عمق چند متری زمین فرو رود و در مواقعی که پتانسیل آب پایین است به راحتی آب را جذب و به قسمت‌های هوایی منتقل می‌کند. البته نفوذ این ریشه‌ها به شرایط تهویه‌ای و بافت خاک نیز بستگی دارد (ابریشمی، ۱۳۷۳).مهمترین ارقام پسته در ایران عبارتند از: فندقی، اکبری، کله‌قوچی، احمدآقایی، بادامی زرند، ممتاز، خنجری دامغان، شاه‌پسند، سفید پسته نوق و قزوینی (اسماعیل‌پور، ۱۳۷۶، پناهی و همکاران، ۱۳۸۱).

نیاز درخت پسته برای رشد و تولید مطلوب به عناصر ماکرو و میکرو، گذشته از تأمین رشد رویشی و زایشی، اثری است که روی مقاومت درخت به بیماری‌ها، خواص کمی و کیفی میوه یا تعادل و موازنه بین خود عناصر می‌گذارد، بلکه سلامتی و باردهی آن را در دراز مدت تضمین می کند. عنصر روی جزئی از ساختمان تعداد زیادی از آنزیم‌ها از جمله آنزیم‌های RNA فسفراز و کربنیک آنیدراز می‌باشد. کمبود روی علائم مختلفی مثل رشد ضعیف شاخه‌ها، کاهش تشکیل میوه، کاهش اندازه و رنگ میوه دارد. روی همچنین مقاومت جوانه‌های گل را به سرمای زمستانه و بهاره تحت تأثیر قرار می‌دهد (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۶).

کمبود منگنز در pH های بالای خاک و یا در بافت‌های خیلی سبک دیده می‌شود. تأثیر اولیه کمبود منگنز بر کاهش مقدار فتوسنتز گیاه است. قابلیت جذب منگنز شدیداً به pH خاک بستگی دارد. در خاک‌هایی که زه‌آب بالایی دارند و تهویه آنها نامناسب است مقدار قابلیت جذب منگنز افزایش می‌یابد. کمبود منگنز در باغ‌های واقع در خاک‌های مناطق خشک و آهکی عمومیت دارد. برگ‌ها ضعیف و ظهور کلروز بین رگبرگ‌ها، رشد کم شاخه‌ها، از علائم کمبود منگنز بوده، همچنین به علت کاهش فتوسنتز، گل‌دهی و تشکیل میوه کاهش می‌یابد، اندازه و رنگ میوه افت پیدا می‌کند (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۶).

محلول‌پاشی برگی در مورد پسته معمول است. محلول‌پاشی با سولفات روی در اواخر دوره خواب موجب اصلاح سطح روی برگ‌ها می شود (بیدی، ۱۹۹۱). پاشیدن مستقیم روی، روی شاخه‌های بدون برگ در اواخر دوره خواب موقعی که جوانه‌ها متورم شده‌اند، جوانه‌ها را تقویت کرده و کیفیت میوه را افزایش می‌دهد. زمانیکه کمبود روی شدید باشد بیشتر از ۸% میوه‌ها پوک خواهند شد. اندازه میوه‌ها در اثر کمبود روی ممکن است کوچک شود و پوست سبز رویی میوه‌ها به رنگ قرمز روشن تغییر رنگ یابد (بیدی، ۱۹۹۱).وی عنوان کرد که کاربرد روی در اواخر دورهٔ خواب روی شاخه‌ها، سطح روی در جوانه‌ها را تقویت کرده و روی مورد نیاز برای تلقیح موفق گل‌ها را تأمین می‌کند.

کمبود عناصر دیگر مثل منگنز نیز با کاهش رشد رویشی و تولید میوه در درختان پسته همراه می‌باشد (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۶).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک باغ پسته واقع در حومه شهرکرمان (منطقه حوض‌دق) صورت گرفت. درختان آزمایشی درختان ۳۰ ساله رقم فندقی بودند. تیمارها عبارت بودند از: کاربرد کمپوست حاصل از ضایعات پوست سبز رویی میوه پسته در دو سطح صفر و ۳ تن در هکتار بصورت چالکود. مصرف عناصر پرمصرف در دو سطح عدم مصرف و مصرف طبق نتایج آزمون خاک و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز در دو سطحعدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی طبق آزمون خاک. کمپوست مورد استفادهحاصل تجزیه ضایعات پوست سبز رویی میوه پسته بود که در نیمه بهمن ماه ۱۳۹۲ به صورت چالکود در محدوده سایه‌انداز درختان آزمایشی به خاک اضافه شد. عناصر پرمصرف نیز شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم از منابع کودی سولفات آمونیم، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب با مقادیر ۵۰۰، ۲۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در همان زمان کاربرد کمپوست به روش چالکود به خاک اضافه گردید. همچنین عناصر کم مصرف شامل عناصر روی و منگنز از منابعی همچون سولفات روی و سولفات منگنز تأمین شدند و با غلظت سه در هزار در زمان‌های ۱۵ اردیبهشت ماه، ۳۱ اردیبهشت ماه و ۱۶ خرداد ماه ۱۳۹۳ در ساعات خنک اولیه صبح بر روی درختان آزمایشی محلول‌پاشی شدند. هر ۶ درخت به عنوان یک پلات آزمایشی و با ۳ تکرار تیمارها اعمال شدند. داده های حاصل از اجرای این پژوهش توسط نرم افزار MSTAT-Cتجزیه آماری شدند و در سطح ۵% با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. لازم به توضیح است که خلاصه تیمارهای آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است.

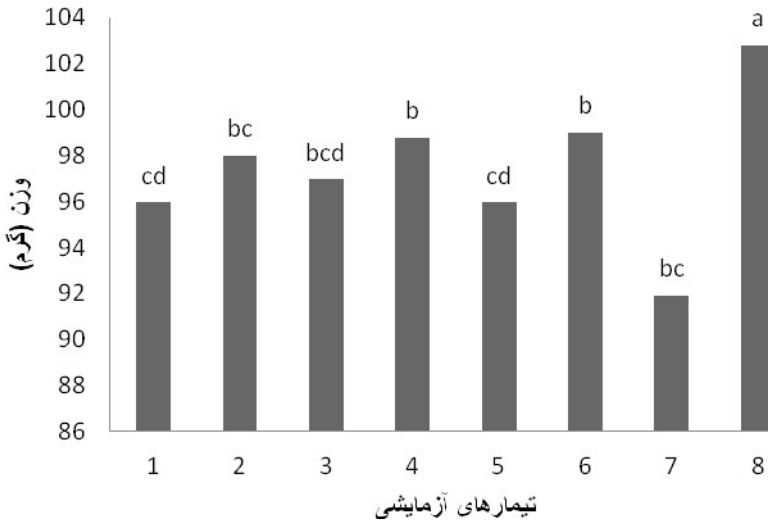
جدول ۱- خلاصه تیمارهای آزمایشی

تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶	تیمار ۷	تیمار ۸
C.Ma.Mi.	C.Ma.Mi_1	C.Ma_1Mi.	C.Ma_1Mi_1	C_1Ma.Mi.	C_1Ma.Mi_1	C_1Ma_1Mi.	$C_1Ma_1Mi_1$

C=Compost, Ma=Macro Nutrients, Mi=Micro Nutrients

نتایج و بحث

همان طور که در شکل ۱مشاهده می‌شود، بیشترین وزن مربوط به ۱۰۰ عدد پسته خندان حاصل اعمال تیمارآزمایشی شامل مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست، مصرف عناصر پر مصرف و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف می‌باشد (تیمار ۸)که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای آزمایشی داشت. در همین ارتباط حسنی و همکاران (۲۰۱۲) و یاسین اشرف و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تاثیر محلول پاشی روی و منگنز بر روی درختان انار و نارنگی تأثیر آن را بر روی عملکرد و کیفیت میوه مورد بررسی قرار دادند و به نتایج مشابهی دست یافتند.



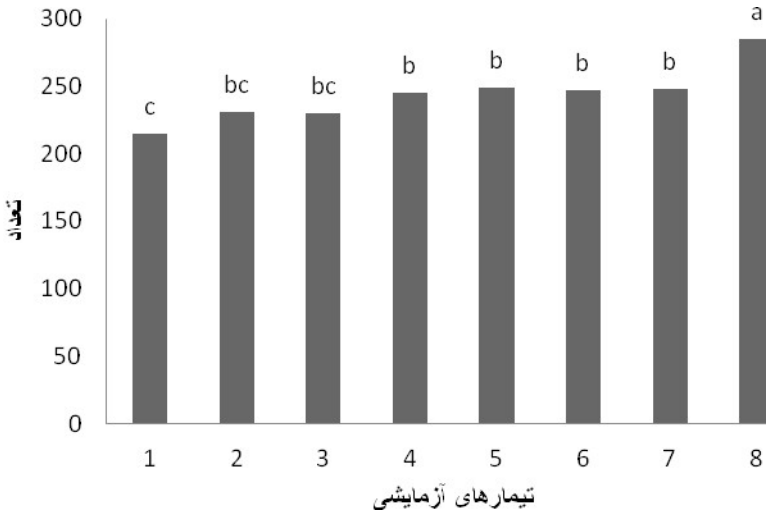
شکل۱- اثرات متقابل کاربرد کمپوست، عناصر پرمصرف و عناصر کم مصرف بر روی وزن ۱۰۰ عدد دانه پسته خندان (گرم)

بر اساس اطلاعات مندرج در شکل ۲ بیشترین تعداد پسته خندان مربوط بهاعمال تیمار آزمایشی شامل مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست، مصرف عناصر پر مصرف و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف می‌باشد (تیمار ۸).

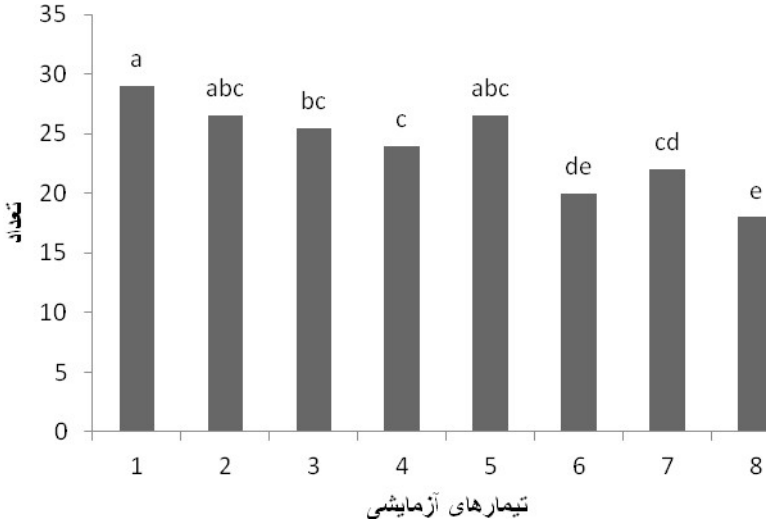
مطابق با این یافته،داوری نژاد و همکاران در سال ۱۳۸۸ نشان دادند که کاربرد عناصر پرمصرف و کم مصرف باعث افزایش تعداد پسته های خندان در درختان آزمایشی گردید. این نتیجه بیان کننده آن است که درخت و میوه های تشکیل شده بر آن برخوردار از انرژی کافی برای اعمال فشار مکانیکی به منظور خندان شدن دانه‌های در حال رشد پسته هستند.

بیشترین تعداد دانه‌های پوک در هر خوشه میوه در تیمار شاهد مشاهده گردید و از طرف دیگر اعمال تیمار آزمایشی شامل مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست، مصرف عناصر پر مصرف و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف (تیمار ۸) سبب تولید کمترین تعداد دانه های

پوک در هر خوشه میوه شد (شکل ۳). سلیمان‌زاده و همکاران در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند که کمبود روی سبب پوکی دانه‌های پسته خواهد شد.



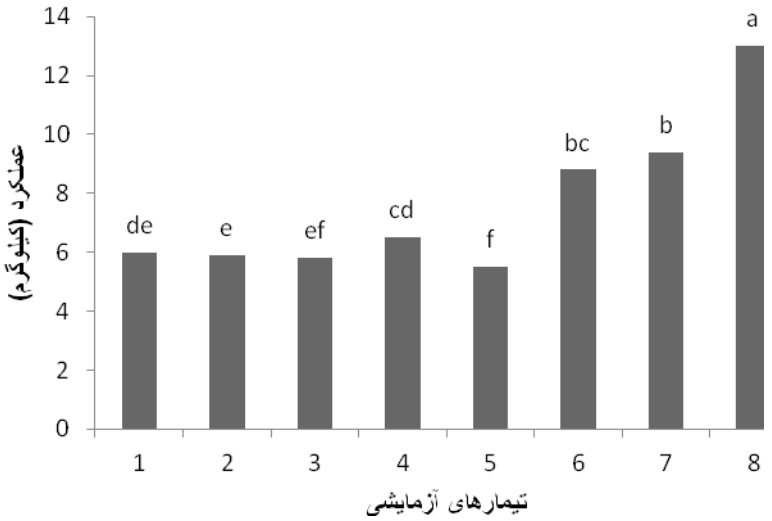
شکل۲- اثرات متقابل کاربرد کمپوست، عناصر پرمصرف و عناصر کم مصرف بر روی تعداد پسته‌های خندان در هر درخت



شکل۳- اثرات متقابل کاربرد کمپوست، عناصر پرمصرف و عناصر کم مصرف بر روی تعداد دانه‌های پوک پسته در هر درخت

اعمال تیمار آزمایشی شامل مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست، مصرف عناصر پر مصرف و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف (تیمار ۸) سبب تولید بیشترین مقدار محصول در هر درخت شد که تفاوت کاملاً معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد و کمترین میزان محصول نیز تحت تأثیر تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۴). تیمار شاهد نیز اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد.همچنین شواهد نشان داد که هم کاربرد خاکی عناصر و هم محلول‌پاشی توانست خصوصیات کمی و کیفی میوه را افزایش دهد. به نظر می‌رسد شرایط آب و هوای خشک و وجود خاک‌های با pH بالا در منطقه موجب شده است که گیاهان نسبت به محلوپاشی عناصر

ریزمغذی عکس‌العمل داشته باشند، از طرفی استفاده موضعی (چالکود) عناصر پرمصرف به ویژه فسفر و پتاسیم موجب حفظ آنها در منطقه ریشه گردید، بنابراین از شیفت این عناصر کاسته شد و قابلیت جذب آنها افزایش یافت. این یافته با نتایج تحقیقات داوری نژاد و همکاران (۱۳۸۸) و سلیمان‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) هم‌خوانی دارد.



شکل۴- اثرات متقابل کاربرد کمپوست، عناصر پرمصرف و عناصر کم مصرف بر روی میزان عملکرد هر درخت (کیلوگرم)

منابع

اسماعیل پور، ع. ۱۳۷۶. گزارش نهایی بررسی اثرات پایه و پیوندک پسته. انتشارات موسسه تحقیقات پسته کشور. رفسنجان.

پناهی، ب. اسماعیل پور، ع. فربود، ف. موذن پور کرمانی، م. و فریور مهین، ح. ۱۳۸۱. راهنمای پسته (کاشت، داشت و برداشت). نشر آموزش کشاورزی.

داوری نژاد، غ. عزیزی، م. و آخرتی، م. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی برخی از عناصر غذایی بر خصوصیات کمی، کیفی و سال آوری درختان پسته. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۸۸، صفحه‌های ۱۰-۱.

ملکوتی، م. ج. طباطبایی، س. ج. ۱۳۷۶. تغذیه گیاهان از طریق محلول پاشی. نشر آموزش کشاورزی.

Beede, R. H. ۱۹۹۱. Foliar boron and zinc nutrition studies in pistachio. Annual Report. Pistachio California Industry: ۲۶-۱۲۱.

Hasani, M.; Zamanai, Z.; Savaghebi, G. and Fatahi, R. ۲۰۱۲. Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. Journal of soil science and plant nutrition, ۱۲ (۳): ۴۷۱-۴۸۰.

Soleimanzadeh, A.; Mozafari, V.; Tajabadi Pour, A. and Akhgar, A. ۲۰۱۳. Effect of Zn, Cu and Fe foliar application on fruit set and some quality and quantity characteristics of pistachio trees. South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment ۴(۱): ۱۹-۳۴.

Yasin Ashraf, M.; Ashraf, M.; Akhtar, M.; Mahmood, K. and Saleem, M. ۲۰۱۳. Improvement in yield, quality and reduction in fruit drop in Kinnow (*Citrus reticulata* BLANCO) by exogenous application of plant growth regulators, potassium and zinc. Pakistan Journal of Botany ۴۵(SI): ۴۳۳-۴۴۰.

Abstract

Pistachio is an important horticultural product in country. The major problem in soils of dry and warm regions is shortage of organic compounds, led to decline in absorption of nutrient elements. The usage of organic compounds, macro elements and spray of micro elements could be helpful in yield production with more quality and quantity. One of the most important resources of organic compounds cold be the processed compost derived from hull waist of pistachio fruits. Also it could be compare to macro and micro elements application in orchards. In this study, the

effects of compost, NPK, zinc and manganeseapplication on qualitative and quantitative characteristics of Fandoghi pistachio cultivar in Kerman area were investigated. The experimental treatments were an organic compound as pistachio hull compost in two levels (۰ and ۳۰ tons per hectare), NPK in two levels (unused and use according to soil analysis results) and zinc & manganese spraying in two levels (۰ and ۰.۰۰۳) were performed as a randomized factorial experimental design in a randomized complete block design format with three replicates. The obtained results showed experimental treatments caused increase in weight of split nuts, increase in split nuts contents per tree, reduction in number of blank pistachio nuts per tree and increase in yield production per tree.

توزیع شکل‌های شیمیایی روی در خاک‌های آهکی استان‌های کرمانشاه و ایلام

علی چراغی تبار [۱]، ابراهیم ادهمی [۲]، حمیدرضا اولیایی [۳]، رویا مولایی [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج ۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج ۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج ۴-گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

چکیده
پژوهش حاضر برای بررسی وضعیت توزیع شکل‌های روی در تعدادی نمونه خاک‌های آهکی استان‌های کرمانشاه و ایلام انجام شد. عصاره‌گیری متوالی با نیترات منیزیم (محلول + تبادلی)، استات سدیم ۵ pH (شکل کربناتی)، هیپوکلرید سدیم ۸.۵ pH (شکل آلی)، هیدروکسیل آمین هیدروکلرید ۲ pH (متصل به اکسیدهای منگنز)، هیدروکسیل آمین هیدروکلرید (متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل)، اگزالات آمونیوم (متصل به اکسیدهای آهن متبلور)، اسید نیتریک (شکل تتمه) در دو تکرار با نسبت ۲ به ۲۰ خاک: عصاره‌گیر انجام شد. مقادیر روی محلول + تبادلی، متصل به اکسیدهای منگنز و روی متصل به اکسیدهای آهن متبلور در بازه‌ی اندازه‌گیری دستگاه جذب اتمی نبودند. ترتیب فراوانی شکل‌های شیمیایی روی صرفنظر از شکل‌های غیرقابل اندازه‌گیری به صورت شکل آلی< کربناتی < متصل با اکسیدهای آهن بی‌شکل < باقی‌مانده بود. چنین به نظر میرسد که مقدار روی قابل جذب و روی کل خاک‌های مورد مطالعه کمتر از حد مورد نیاز گیاهان می‌باشد.

واژه های کلیدی: خاک‌های آهکی، روی، شکل‌های شیمیایی

مقدمه
روی از عناصر کم‌مصرف است که برای رشد بهینه گیاهان و جانوران و انسان‌ها در غلظت کم ضروری است (Kabata-Pendias, ۲۰۰۰). مقدار کل روی در خاک‌ها بین ۳۰۰-۱۰ و به‌طور متوسط ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است (Kichens, ۱۹۹۵). بیشتر از ۶۰ درصد از خاک‌های زیر کشت ایران دارای مشکل کمبود روی با متوسط کاهش محصولی در حدود ۵۰ درصد میباشند (ضیائیان و همکاران، ۲۰۰۱).

در سال‌های اخیر روش‌های عصاره گیری دنباله‌ای یکی از راه‌های تخمین شکل‌های شیمیایی عناصر می‌باشد که به‌عنوان کامل‌ترین روش توصیفی رفتار کلی فلزات در خاك نام برده می‌شود و می‌تواند تخمین خوبی از وضعیت عناصر در خاک به دست دهد. تعیین شکل‌های شیمیایی یک عنصر در خاک، برای ارزیابی وضعیت تحرک و قابلیت دسترسی آن عنصر مهم است (Keller et al, ۱۹۹۴).

روش عصاره‌گیری جزء به جزء شامل استفاده متوالی از عصاره‌گیرهای شیمیایی می‌باشد که بر روی یک نمونه انجام شده و برای حل کردن انتخابی شکل‌های شیمیایی مختلف یک عنصر در نظر گرفته شده‌اند (Filgueiras et al, ۲۰۰۲). با استفاده از این روش‌ها می‌توان سرعت تبدیل یک عنصر از یک شکل شیمیایی به شکل دیگر بر اثر تغییر شرایط خاک را ارزیابی کرد (Shuman, ۱۹۷۹). انتخاب روش عصاره‌گیری متوالی به همبستگی به پاسخ‌های گیاهی، در دسترس بودن ابزارها و مواد و راحتی روش تجزیه وابسته است (غفاری نژاد و همکاران، ۲۰۰۷). استور و همکاران (۱۹۷۶) شکل‌های مختلف عناصر کم‌مصرف در رسوبات را به‌صورت تبادلی، متصل به مواد آلی، متصل به کربنات‌ها و متصل به سولفیدها نام‌گذاری کردند. تسیر و همکاران (۱۹۷۹) شکل‌های عناصر کم‌مصرف خاک را به محلول در آب، تبادلی، متصل به مواد آلی، متصل به کربنات‌ها، متصل به اکسیدهای آهن و یا منگنز و تتمه تقسیم‌بندی نمودند و به ترتیب آب مقطر، کلرید منیزیم، استات سدیم، هیدروکسیل آمین هیدروکلرید، آب اکسیژنه و مخلوط سه اسید (کلریدریك، نیتریك-فلوریدریك) را برای استخراج آن‌ها پیشنهاد نمودند. سینگ و همکاران (۱۹۸۸) شکل‌های عناصر کم‌مصرف خاک را شکل محلول + تبادلی، کربناتی، آلی، متصل به اکسیدهای منگنز، متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل، متصل به اکسیدهای آهن متبلور و تتمه فرض کردند.

قانع و همکاران (۱۳۸۲) با بررسی شکل‌های مختلف روی به روش سینگ و همکاران (۱۹۸۸) در خاک‌های آهکی استان فارس گزارش نمودند که ترتیب فراوانی شکل‌های مختلف به‌صورت روی تبادلی< شکل آلی روی< روی متصل به اکسیدهای منگنز< روی متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل < روی متصل به آهن متبلور< روی کربناته << باقی‌مانده بود. اینگار و همکاران (۱۹۸۱) مشاهده نمودند که قسمت اعظم روی کل (۲۵ درصد) به صورت پیوند یافته با اکسیدهای آهن و آلومینیوم و ۷۰ درصد آن به صورت جزء باقی‌مانده بود. سینگ و همکاران (۱۹۸۸) بیان نمودند که ۸۲ درصد روی کل به صورت باقی‌مانده، ۷ درصد به صورت پیوند یافته با اکسیدهای آهن متبلور، ۵ درصد به صورت پیوند یافته با اکسیدهای آهن بی‌شکل، یک درصد به شکل آلی، ۲ درصد به صورت پیوند یافته با اکسیدهای منگنز و ۲ درصد به صورت کربناتی و میانگین روی قابل‌تبادل نیز ۲ درصد بود.

دشت ماهیدشت یکی از حاصل‌خیزترین نقاط استان کرمانشاه می‌باشد. میانگین بارش سالانه در این دشت ۵۰۰-۴۰۰ میلی‌متر است. مساحت حوضه آبریز آن ۱۴۲۰ کیلومتر مربع و وسعت دشت آن ۴۶۶ کیلومتر مربع میباشد. در نواحی جنوبی استان کرمانشاه و شمال و شمال شرقی استان ایلام در بین کوه‌های بزرگ زاگرس دشت‌های محدود و کم وسعتی وجود دارند که مهم‌ترین آن‌ها دشت حاصلخیز هلیلان است. هلیلان دشتی است کم وسعت ولی حاصلخیز که در بین سه استان کرمانشاه (بخش ماهیدشت)، لرستان و ایلام قرار گرفته است میانگین بارش سالانه در هلیلان ۵۰۰ میلی‌متر است. دشت هلیلان تقریباً ۲۵ کیلومتر طول و ۱۴ کیلومتر عرض دارد و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۹۵۰ متر است. مطابق گفته کشاورزان مربوط در این خاک‌ها هیچ‌گاه از کود روی استفاده نشده است. این پژوهش به‌منظور بررسی توزیع شکل‌های شیمیایی روی در نمونه خاک‌های آهکی دشت‌های ماهیدشت و هلیلان در استان‌های کرمانشاه و ایلام و نیز بررسی ارتباط بین این شکل‌ها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر ۳۰ نمونه‌ی خاک آهکی از افق سطحی از دشت‌های ماهیدشت و هلیلان در استان‌های کرمانشاه و ایلام انجام شد. مقدار کافی از خاک‌های مورد مطالعه به‌صورت تصادفی جمع‌آوری شده و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل شد. pHخاک در گل اشباع بافت خاک به روش هیدرومتری اندازه‌گیری شد. ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از جانشینی کاتیون‌ها با استات آمونیوم، ماده آلی به روش اکسیداسیون مرطوب و کربنات کلسیم معادل با استفاده از تیتراسیون برگشتی تعیین شد (جدول ۱).

.جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

	استخراج با DTPA (mg/kg)	(cmol$_c$/kg)	(%)	(%)	(dS/m)				شن(%)	سیلت(%)
محدوده	۳۶/۲-۳۴/۰	۲/۳۷-۴/۱۲	۸/۴۳-۹/۰	۳/۳-۶/۰	۲/۰-۱/۰	۶/۸-۷	۵۲-۴/۹		۳/۶۱-۶	۵۲-۳/۲۹
میانگین ≓ انحراف معیار	۷۶/۰ ≓ ۴۲/۰	۶۷/۷ ≓ ۱/۲	۲۴ ≓ ۱/۱	۱ ≓ ۵۴/۰	۰۲/۰ ≓ ۱/۰	۳۶/۰ ≓ ۲/۸	۸/۲۶ ≓ ۲۴/۸		۹/۱۰ ≓ ۴/۳	۸/۳۸ ≓ ۵۴/۵

OC، CEC ، CCE و EC به ترتیب کربنات کلسیم معادل، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربن الی و قابلیت هدایت الکتریکی محلول خاک هستند.

عصاره‌گیری جزء به جزء: عصاره‌گیری جزء به جزء به روش سینگ و همکاران (۱۹۸۸) در دو تکرار انجام شد. خلاصه مراحل عصاره‌گیری به روشی که در پژوهش حاضر به کار رفته در جدول ۲ نشان داده شده است.

.جدول ۲- خلاصه روش عصاره‌گیری دنباله‌ای و شکل روی استخراج شده

شکل‌های شیمیایی روی	علامت	مدت تکان دادن (ساعت)	عصاره‌گیر	میلی‌لیتر عصاره‌گیر برای ۵/۲ گرم خاک
محلول + تبادلی	ZnEx	۲	۱M $Mg(NO_3)_2$	۱۰
کربناتی	ZnCar	۵	۱M NaOAc+ CH_3COOH (pH=۵)	۱۰
آلی	ZnOM	۵/۰	۰.۷M NaOCl (pH=۸.۵)	۵*
متصل به اکسیدهای منگنز	ZnMnox	۵/۰	۱M $NH_2OH.HCl$ +HNO_3 (pH=۲)	۲۵
متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل	ZnAFeox	۵/۰	۰.۲۵M $NH_2OH.HCl$ +۰.۲۵M HCl	۲۵
متصل به اکسیدهای آهن متبلور	ZnCFeox	۵/۰	۰.۲M$(NH_4)_2C_2O_4$ +۰.۲M $H_2C_2O_4$+۰.۱M $C_6H_8O_6$ (pH=۳)	۲۵
باقی‌مانده	ZnRes	گاه‌گاهی	M HNO_3 ۷	۲۰

دو بار عصاره گیری * :

در تمام عصاره‌ها غلظت روی با روش جذب اتمی با دستگاه ۲۳۰۰ ZCAST HITACH تعیین گردید. مطالعات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات خاک‌ها از دامنه تغییرات وسیعی برخوردار بودند (جدول ۱). مقدار روی عصاره‌گیری شده خاک‌ها با استفاده از DTPA، که معیاری از روی قابل‌استفاده خاک می‌باشد در محدوده ۳۴/۰ تا ۳۶/۲ با میانگین ۷۶/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود (جدول ۱). که به‌جز خاک شماره ۹ همه خاک‌ها دارای میزان روی قابل جذب کمتر از حد بحرانی (لو، ۱۹۸۸) میباشند. ضیائیان و همکاران (۲۰۰۱) حد بحرانی روی قابل استخراج با DTPA را در خاک‌های زیر کشت ایران در دامنه ۰/۷ تا ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیان کردند. بر این اساس ۵۰ درصد خاک‌ها در محدوده خاک‌های دارای کمبود روی محسوب میشوند.

روی استخراج شده با نیترات منیزیم یک مولار که به شکل محلول+ تبادلی روی نسبت داده شده است کم‌تر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بود و ناچیز گزارش شد (جدول ۳). زیان (۱۹۸۹) بیان کرد که در عصاره‌گیری دنباله‌ای، قابلیت دسترسی عناصر با هر مرحله از عصاره‌گیری دنباله‌ای کاهش می‌یابد. بنابراین، عناصر به‌صورت جزءهای محلول در آب و قابل تبادل، خیلی سریع برای محیط قابل‌دسترس می‌شوند در حالی که عناصر به‌صورت جزء باقی‌مانده، پیوندهای قوی محکمی دارند و انتظار نمی‌رود که در شرایط طبیعی رها شوند.

جدول ۳- توزیع شکل‌های شیمیایی روی (میلی‌گرم در کیلوگرم) در خاک‌های مورد مطالعه

	عصاره‌گیر						
	نیترات منیزیم	استات سدیم pH۵	هیپوکلرید سدیم pH۸.۵	هیدروکسیل آمین هیدروکلرید pH۲	هیدروکسیل آمین هیدروکلرید	اگزالات آمونیوم	اسید نیتریک
محدوده	ن چ	۹۲/۳-۶۴/۰	۱/۱-۰	ن چ	۴۵/۵-۱۵/۰	ن چ	۱/۲۲ ≒ ۳/۴ ۰
میانگین ≒ انحراف معیار	ن چ	۶۴/۰ ≒ ۳۹/۱	۱/۰-۲۳/۰	ن چ	۰۱/۱ ≒ ۹۱/۱	ن چ	۴۴/۰ ≒ ۲/۳۰ ۵

.ن چ (ناچیز): غلظت مشاهده شده کم‌تر از حد اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی می‌باشد

روی عصاره‌گیری شده با استات سدیم یك مولار pH ۵ که به‌عنوان شکل کربناتی فلزات شناخته می‌شود در محدوده ۶۴/۰ تا ۹۲/۳ با میانگین ۳۹/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود که حدود ۱۳/۴ درصد از مجموع شکل‌های روی را شامل شد. شکل کربناتی به‌عنوان فلزهایی که همراه با کربنات رسوب کرده‌اند معرفی شده است.

شکل آلی روی، که در تحقیق حاضر با هیپوکلرید سدیم ۷/۰ مولار pH ۸.۵، از خاك عصاره‌گیری شد، در محدوده ناچیز تا ۱۰/۱ با میانگین ۱۰۵/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که حدود ۳۱/۰ درصد مجموع شکل‌های روی را شامل می‌شود.

مقدار روی متصل به اکسیدهای منگنز (استخراج شده با هیدروکسیل آمین یک مولار pH۲) و روی متصل به اکسیدهای آهن متبلور (استخراج شده با اگزالات آمونیوم ۲/۰ مولار) بسیار کم و غیرقابل اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی بود. همچنین در مطالعه حاضر شکل متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل (استخراج شده با هیدروکسیل آمین هیدروکلرید ۲۵/۰ مولار) در محدوده ۱۵/۰ تا ۴۵/۵ با میانگین ۹۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک تغییر کرد.

شکل باقی‌مانده در این پژوهش از ۱/۲۲ تا ۳/۴۰ با میانگین ۲/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر بوده که حدود ۹/۸۹ درصد مجموع شکل‌های روی در مطالعه حاضر را شامل می‌شود. این یافته که بیشترین میزان شکل روی در خاك‌های مورد مطالعه به صورت روی تتمه وجود دارد با گزارش سپهوند و همکاران (۱۳۹۰)، ریحانی تبار و همکاران (۱۳۸۵) از خاک‌های آهکی استان تهران، قانع و همکاران (۱۳۸۲) و رسولی و همکاران (۱۳۸۶) از استان گیلان مطابقت می‌کند.

به‌طور میانگین روی متصل به کربنات‌ها ۱۳/۴ درصد، متصل به ماده آلی حدود ۳۱/۰ درصد، روی متصل با اکسیدهای آهن بی‌شکل ۷/۵ و باقی‌مانده ۹/۸۹ درصد مجموع شکل‌های اندازه‌گیری شده را تشکیل می‌دهند. بنابراین می‌توان گفت در خاک‌های مورد مطالعه ترتیب فراوانی شکل‌های شیمیایی روی با صرفنظر کردن از شکل‌های محلول + تبادلی، روی متصل به اکسیدهای منگنز و روی متصل به اکسیدهای آهن متبلور به‌صورت آلی< کربناتی < متصل با اکسیدهای آهن بی‌شکل < باقی‌مانده می‌باشد.

نتیجه‌گیری

شکل کربناتی با شکل قابل جذب گیاهی در خاک (عصاره‌گیری با DTPA) همبستگی مثبت معنی‌دار نشان داد و با توجه به این که، درصد کمی از روی کل خاک به شکل کربناتی (۱۳/۴) به دست آمد، می‌توان چنین استنباط کرد که قسمت عمده روی خاک در شکل‌های غیرقابل استفاده گیاهی می‌باشند. با اعمال روش عصاره‌گیری دنباله‌ای سینگ و همکاران (۱۹۸۸) مشخص شد که ۹/۸۹ درصد مجموع شکل‌های روی اندازه‌گیری شده را تنها شکل تتمه به خود اختصاص داده است. این موضوع می‌تواند توجیه مناسبی برای اندک بودن روی قابل عصاره‌گیری با DTPA و قابلیت استفاده اندک عنصر روی برای گیاهان در این خاک‌ها باشد. همچنین نتایج نشان داد که بعد از شکل تتمه، قسمت عمده روی خاک، به شکل متصل به اکسیدهای آهن متبلور (۷/۵ درصد کل مس خاک) است که می‌توان علت آن را به پیوند قوی این عنصر با اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن در خاک نسبت داد که به‌عنوان شکل غیرقابل دسترس گیاهی نام‌برده می‌شود (Gunkel et.al, ۲۰۰۴). نتایج نشان داد که خاک‌های مورد مطالعه نه‌تنها از لحاظ مقدار روی قابل جذب بلکه از نظر مقدار کل روی نیز دچار مشکل هستند و ضرورت اقدامات مناسب برای تقویت این خاک‌ها و جلوگیری از کمبود روی در گیاهان، حیوانات و جامعه انسانی را نشان می‌دهد.

منابع

رسولی، س، ا. فرقانی، و ح. روضانپور. ۱۳۸۶. بررسی توزیع شکل‌های روی در خاک‌های اسیدی استان گیلان و رابطه آن‌ها با برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک. دهمین کنگره علوم خاک. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. البرز.

ریحانی تبار، ع.، ن. کریمیان، م. اردلان، غ. ثواقبی، و م. قنادها. ۱۳۸۵. توزیع شکل‌های مختلف روی و ارتباط آن با ویژگی‌های خاک در برخی خاک‌های آهکی استان تهران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۰. شماره ۳. صفحات ۱۲۵ تا ۱۳۵.

سپهوند، ه. و ا. فرقانی. ۱۳۹۰. بررسی توزیع شکل‌های مختلف روی و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک در شماری از خاک‌های استان لرستان. نشریه آب و خاک)علوم و صنایع کشاورزی(. جلد ۲۵. شماره ۵. صفحات ۱۱۲۸ تا ۱۱۳۸.

قانع ه.، و ن. کریمیان. ۱۳۸۲ .توزیع شکل‌های مختلف روی در خاک‌های آهکی استان فارس و رابطه آن‌ها با ویژگی‌های خاک.هشتمین کنگره علوم خاک ایران. رشت.

Filgueiras, A.V., Lavilla, I., and Bendicho, C. ۲۰۰۲. Chemical sequential extraction for metal partitioning in environmental solid samples. J. Environ. Monit. ۴:۶.۸۲۳-۸۵۷.

Ghafarinejad, A. and Karimian, N. ۲۰۰۷. Determination of Chemical Forms of Manganese and Their Relations with Soybean Responses in Some Calcareous Soils of Fars Province. J. of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. ۱: ۱۲۵-۱۳۴. (In Persian).

Gunkel, P., Roth, E., and Faber, B. ۲۰۰۴. Sequential extraction of copper from soils and relationships with copper in maize. Environ Chem Lett. ۲: ۹۹-۱۰۳.

Iyengar, S.S., Martens, D.C. and Miller, W.P. ۱۹۸۱. Distribution and plant availability of soil zinc fractions. Soil Sci. Soc. Am. J. ۴۵:۷۳۵-۷۳۹.

Kabata-Pendias A, ۲۰۰۰. Trace elements in soils and plants." ۳rd ed. CRC Press, Boca Raton, FL.

Keller, C. and JC. Vedy. ۱۹۹۴. Distribution of copper and cadmium fractions in two forest soils. J. Environ. Qual ۲۳: ۹۸۷-۹۹۹.

Kichens, L., ۱۹۹۵. Zinc. In: Alloway, B.J. (ed.), Heavy metals in soils. Blackie Academic, London.

Loue A. ۱۹۸۸. Los Microelementos en Agricultura. *Mundi-Prensa*, Madrid Spain.

Shuman, L. M. ۱۹۷۹. Zinc, manganese and copper in soil fractions. Soil Sci. ۱۲۷: ۱۰- ۱۷.

Singh, J.P., S.P.S. Karwasra and M. Singh. ۱۹۸۸. Distribution and forms of copper, iron, manganese and zinc in calcareous soils of India. Soil Sci,۱۴۶: ۳۵۹-۳۶۷.

Stover, R. C., L. E. Sommers and D. J. Silviera. ۱۹۷۶. Evaluation of metals in waste-water sludge. J. Water Pollut. Control Fed. ۴۸:۲۱۶۵-۲۱۷۵.

Tessier, A., P. G. C. Campbell and M. Bisson. ۱۹۷۹. Squential extraction procedure for the speciation of particulate trace metal. Anal. Chem. ۵۱:۸۴۴-۸۵۱.

Xian, X. ۱۹۸۹. Effect of chemical forms of Cadmium, Zinc, and Lead in polluted soils on their uptake by cabbage plants. Plant Soil ۱۱۳: ۲۵۶-۲۶۴.

Ziaeian A.H., and Malakouti M.J. ۲۰۰۱. Effects of Fe, Mn, Zn and Cu fertilization of wheat in the calcareous soils of Iran. In W. J. Horst et al. (eds) Plant Nutrition - Food Security and sustainability of Agro-Ecosystems, ۸۴۰-۸۴۱.

Abstract

Current study conducted to evaluate the distribution of zinc (Zn) fractions in some calcareous soil of Kermanshah and Ilam. Sequential Extraction executed by $Mg(No_3)_2$ (soluble + exchangeable), NaOAc pH ۵ (carbonatic fraction), Na-hypochlorite pH ۸.۵ (organic fraction), hydroxylamine hydrochloride pH ۲ (associated with Mn oxides), hydroxylamine hydrochloride (associated with amorphous Fe oxides), ammonium oxalate (associated with crystalline Fe oxides) and HNO_3 (residual) with ۲:۲۰ soil:reagent in duplicate on each soil. soluble and exchangeable Zn, associated with Mn oxides and crystaline Fe oxides were not detectable in all of the sample. Zinc fractions distribution excluding the undetectable fraction was in the following order Organic-Zn < Car-Zn < amorphous Fe oxides-Zn < Res-Zn. It seems that available and total Zn is lower than the plant requirement in the studied soils.

بررسی اثر استفاده دراز مدت آب‌های آبیاری با Ca/Mg<۱بر مشخصات شیمیایی خاك باغات پسته

فرهاد دهقانی [۱]، منیره ابویی [۲]، ابوالفضل دهقانی [۳]
۱ ا. ستادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد ۲.کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد
۳.کارشناس مدیریت آب و خاک سازمان جهاد کشاورزی یزد

چکیده:
استفاده از آب ابیاری با نسبت Ca/Mg کوچکتر از یک در اراضی کشاورزی و خصوصاً باغات پسته رواج داشته و با افت کیفی آب گسترش بیشتری پیدا کرده است. استفاده طولانی مدت از این آبها باعث تغییر در مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاک شده و محیط رشد پسته را تحت تاثیر قرار میدهد. در نهایت ارتباط بین نسبت Ca/Mg آب آبیاری با مشخصات شیمیایی خاک در دو عمق بررسی شد. نتایج نشان داد که این نسبت در عصاره اشباع خاک علیرغم حضور منابع کلسیم مانند گچ و آهک در خاک از میزان آن در آب آبیاری پیروی میکند. ولی وضعیت این نسبت در فاز تبادلی پیچیده تر بوده و تغییرات مشاهده شده خصوصاً در حضور گچ ناشی از عدم دقت روش برای برآورد کلسیم و منیزیم فاز تبادلی بوده است. بین شوری و نسبت کلسیم و منیزیم در اب آبیاری و عصاره اشباع خاک همبستگی مشاهده نشد.

واژه های کلیدی: نسبت Ca/Mg، آب آبیاری،خاک آهکی، پسته

مقدمه:
مطالعه صورت گرفته برروی نتایج تجزیه بیش از ۶۰۰۰ نمونه آب آبیاری نشان داد در بیش از ۵۰ درصد نمونه‌ها نسبت کلسیم به منیزیم کوچکتر از یك بود (دهقانی و همکاران،۱۳۹۲) و همچنین تجزیه آب و خاك در برخی مناطق کشور نظیر استان یزد نشان داده است که علاوه بر شورتر شدن منابع آبی، در بسیاری از موارد نسبت یونی آن‌ها در طول زمان تغییر کرده است (دهقانی، ۱۳۸۰). در منطقه تجرك همدان نیز نشان داده شده است که ۳۵ درصد از آب‌های مورد بررسی دارای نسبت Ca:Mg کوچکتر از یك هستند (Jalali and Moharrami, ۲۰۰۷). حال که مجبور به استفاده مستمر از این آبها هستیم و این استفاده در آزمایشات لایسیمتری کاهش رشد دانهال پسته را در پی داشته بررسی اثرات دراز مدت استفاده از این آبها بر روی شرایط شیمیایی خاکهای آهکی مورد بررسی قرار گرفت. در این مقاله رابطه بین نسبت یون‌های کلسیم و منیزیم در آب آبیاری با نسبت آنها در فازهای محلول، تبادلی و رسوب خاک در اثر استفاده دراز مدت این آب‌ها ارزیابی گردید.
بسیاری از پژوهش‌ها، نسبت Ca:Mg>۱ را برای آب آبیاری و محلول خاك مناسب میدانند (Rhoades, ۱۹۸۵; Grattan and Grieve, ۱۹۹۴) و از این نسبت برای بررسی پتانسیل کمبود کلسیم در خاك استفاده می کنند (Ayers and Westcot, ۱۹۸۵). تغییرات بوجود آمده در خصوصیات شیمیایی خاك میتواند بر عملکرد گیاه موثر باشد (Yadav and Girdhar, ۱۹۸۰). واکنش‌های تبادل یونی، انحلال و رسوب (خصوصاً در ارتباط با کربنات‌ها و گچ در مناطق خشك و نیمه خشك) جذب سطحی یون‌ها، تغییر در ساختمان کانیهای ثانویه از جمله عواملی هستند که نوع و شدت این تغییرات را تعیین میکنند. در بررسی خطر سدیمی شدن خاك‌ها ناشی از کیفیت آب آبیاری، کاتیون‌های Ca و Mg به عنوان کاتیون‌های کمك کننده به ساختمان خاك در نظر گرفته شده‌اند و در رابطه ارائه شده توسط آزمایشگاه شوری آمریکا، نقش آنها یکسان فرض شده است (USSL, ۱۹۵۴)، ولی در بعضی تحقیقات نشان داده شده است که اگر چه یون‌های کلسیم ومنیزیم هر دو دو ظرفیتیاند، ولی اثر آن‌ها در ثبات خاکدانه‌ها و ساختمان خاك بسیار متفاوت است، و رابطه $SAR=Na^{+}/(Ca^{++}+Mg^{++})^{0.5}$ هنگام کاربرد طولانی مدت آب‌هایی که Ca/Mg<۱ دارند، نه تنها خطر منیزیم زیادی در فاز تبادلی را پیش‌بینی نمیکند بلکه وجود هر دو یون را برای جلوگیری از پراکندگی ذرات خاك مفید میداند. با توجه به مشکل فوق کرن (۲۰۰۰) رابطه را به صورت $SAR_k=Na^{+}/(Ca^{++})^{0.5}$ اصلاح کرد (Keren, ۲۰۰۰). بررسی داده‌های چهل ساله در منطقه کانال Arys در جنوب قزاقستان، کاهش کلسیم تبادلی از ۷۵ به ۵۷ درصد و افزایش منیزیم تبادلی از ۲۴ به ۴۲ درصد را نشان‌میدهد (Vyshpolsky*et al.*, ۲۰۰۸). عوامل موثر در تشکیل خاك‌های منیزیمی در این منطقه مدیریت ضعیف آبیاری، و استفاده از آب‌های شور با غلظت منیزیم بالاتر از کلسیم عنوان شده است (Karimov et al., ۲۰۰۹). جلالی و کلاه‌چی (۲۰۰۸) در مطالعات خود نشان داده‌اند که غلظت کاتیون‌های موجود در آب آبیاری بر میزان رهاسازی یون پتاسیم از فاز غیر تبادلی به فاز محلول موثر است. بیشترین میزان رهاسازی پتاسیم مربوط به محلول دارای کمترین SAR و کمترین نسبت Ca:Mg بوده است. تفاوت در رفتار یون‌های کلسیم و منیزیم به کوچکتر بودن شعاع یونی منیزیم و بزرگتر بودن عدد هیدراسیون آن نسبت به کلسیم نسبت داده شده است (Jalali and Kolahchi, ۲۰۰۸).بعبارت دیگر، استفاده از آب‌های شور دارای Mg بالا می‌تواند منجر به رهاسازی پتاسیم و حتی آبشویی آن شود و خاک‌های تخلیه شده‌ای را بسازند که نیاز به مدیریت خاص کود پتاسیمی دارند (Jalali, ۲۰۰۸; Jalali *et al.*, ۲۰۰۸).

مواد و روش‌ها

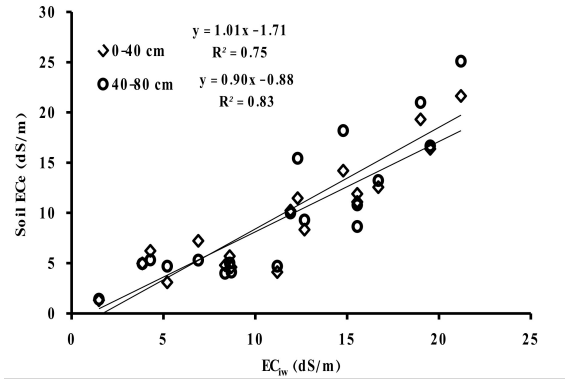
برای بررسی اثر آبیاری دراز مدت با آب آبیاری دارای نسبت کلسیم به منیزیم کوچکتر از یک، در مرحله اول با توجه به نتایج تجزیه آب های آبیاری موجود در آزمایشگاه خاک و آب بخش خاک و آب یزد تعدادی نمونه آب دارای Ca/Mg<۱مربوط به باغات پسته انتخاب شد. سعی شد در نمونه های انتخابیدامنه وسیعی از این نسبت وجود داشته باشد. ۲۰ باغ پسته که حداقل در سه سال گذشته با این آبها آبیاری شده اند انتخاب شده و از دو عمق آنها نمونه برداری به عمل آمد (۴۰-۰ و ۸۰-۴۰ سانتیمتری). در این نمونه های خاک مشخصات شیمیایی از جمله نسبت Ca/Mg عصاره اشباع و فاز تبادلی اندازه گیری شد. برای اندازه گیری در فاز تبادلی از روش تیواوره نقره استفاده شد.وجود گچ، میزان مواد خنثی شونده، میزان فسفر و پتاسیم در دسترس نیز اندازه گیری شد. رابطه مقادیر اندازه گیری شده در آب آبیاری با بر خی پارامترهای خاك و همچنین تاثیر عمق نمونه برداری نیز مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل گرفت.

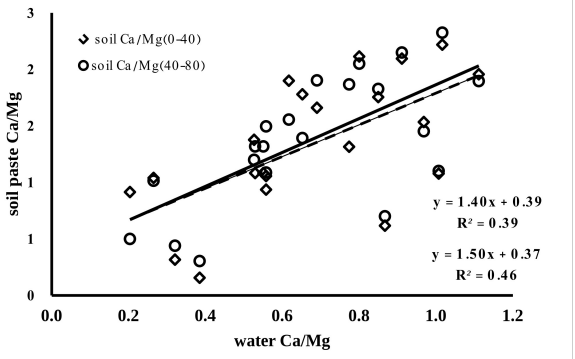
جدول ۱-برخی از پارامترهای شیمیایی آب آبیاری در باغات انتخابی

NO	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
EC	۱۵.۵	۱۲.۷	۱۱.۲	۸.۴	۵.۲	۱۶.۷	۱۱.۹	۱۲.۳	۱.۵	۱۹.۵	۱۹.۰	۲۱.۲	۸.۷	۸.۶	۴.۷	۶.۹	۱۴.۸	۳.۹	۱۱.۹	۴.۳
SAR	۱۸.۷	۱۸.۳	۱۴.۸	۲۰.۸	۱۵.۹	۲۶.۲	۲۳.۶	۲۵.۶	۵.۶	۳۶.۹	--	--	۱۳.۵	۱۴.۱	۱۲.۳	۲۰.۷	۲۷.۴	۲۳.۳	۲۴	۹.۱
Ca/Mg	۰.۵۶	۰.۲۶	۰.۳۲	۰.۳۸	۰.۶۲	۱.۰۲	۰.۹۱	۱.۱۱	۰.۸۷	۰.۸۵	۱.۰۱	۰.۹۷	۰.۶۵	۰.۷۷	۰.۵۵	۰.۵۳	۰.۸	۰.۲	۰.۶۹	۰.۵۳

نتایج و بحث

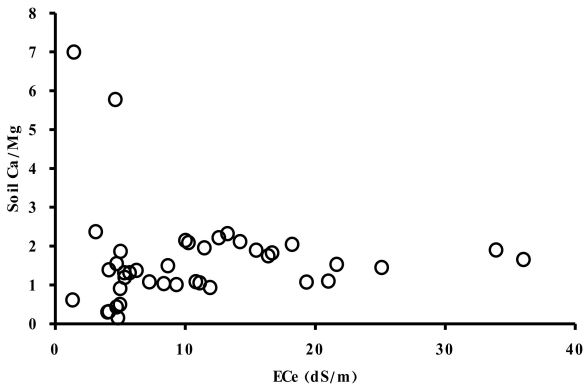
همانگونه که در جدول شماره یک نشان داده شده است آبهای انتخابی دارای محدوده وسیعی از نسبت کلسیم به منیزیم است (۱۱/۱ > Ca/Mg> ۲۶/۰ و میانگین ۶۸/۰) است. این تنوع در شوری آب نیز مشاهده شد. ولی همانگونه که در شکل ۲ نشان داده شده است بین شوری و نسبت کلسیم به منیزیم همبستگی معنی داری وجود نداشت. خاکها همه آهکی بوده و در ۱۰ مورد مقادیر مختلف گچ اندازه گیری گردید (داده ها نشان داده نشده است).

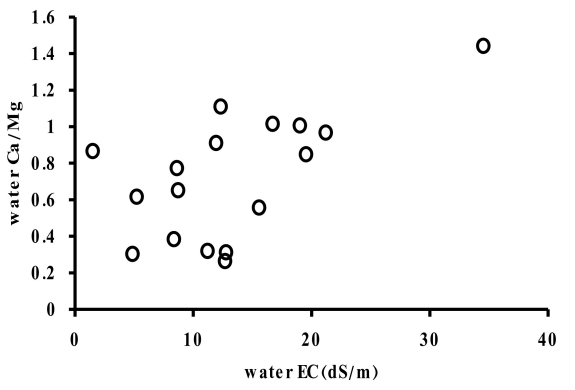




آب آبیاری و عصاره اشباع خاک سطحی و عمقیEC شکل ۱-روابط رگرسیونی نسبت کلسیم به منیزیم و

با توجه به بررسی انجام شده ارتباط نزدیکی بین میزان کاتیون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم محلول در دو عمق خاک وجود دارد و مقدار این کاتیون ها تابعی از میزان ورودی توسط آب آبیاری است. همبستگی شوری در دو عمق با میزان شوری آب ورودی معنیدار است ولی میزان آن در سطح بع علت تجمع نک ناشی از تبخیر و صعود موئینگی کمتر می باشد (شکل ۱). فاکتور نسبت کلسیم به منیزیم در خاک عاملی است که همبستگی مثبت با نسبت این دو عنصر در آب ورودی دارد (شکل ۱). این نسبت در عصاره اشباع خاک دارای میانگین ۴/۱ است (۲/۰ < Ca/Mg >۳/۲). به دلیل حلالیت بیشتر منیزیم نسبت به کلسیم در خاک و حرکت آن در پروفیل و وجود گچ که به عنوان منبع ورود کلسیم به محلول خاک عمل میکند این نسبت در خاک دست خوش تغییراتی می شود که باعث کاهش میزان همبستگی شده است.





در آب آبیاری و عصاره اشباع خاک Ca/Mg شکل ۲-روابط رگرسیونی شوری آب آبیاری و عصاره اشباع خاک به نسبت

نسبت کلسیم به منیزیم در هر دو عمق خاک رابطه مستقیم و معنی داری دارند و از همبستگی خوبی برخوردار هستند. مطالعات قبلی هم نشان دهنده عدم ارتباط معنی دار بین شوری و نسبت کلسیم به منیزیم بود که این عدم همبستگی در مورد آبهای آبیاری و عصاره اشباع خاک این مطالعه نیز مشاهده شد (شکل ۲).

جدول۲ - تغییرات نسبت کلسیم به منیزیم عصاره اشباع خاک

گچ	دارد		ندارد	
عمق(cm)	۴۰-۸۰	۰-۴۰	۴۰-۸۰	۰-۴۰
میانگین	۱.۷۴	۱.۶۷	۱.۱۳	۱.۰۹
حد اکثر	۲.۳۲	۲.۲۱	۱.۸۷	۱.۹۰
حداقل	۰.۷۰	۰.۶۰	۰.۳۱	۰.۱۶

همانگونه که انتظار میرود وجود گچ توانسته باعث افزایش نسبی کلسیم در عصاره اشباع خاک شده ولی حتی در حالت حضور گچ نیز در برخی نمونه ها مقدار این نسبت به کمتر از یک کاهش یافته است (جدول ۲)

منابع

دهقانی، ف. راهنمایی،ر.ملکوتی، م.ج. و سعادت، س. ۱۳۹۱. بررسی وضعیت نسبت کلسیم به منیزیم در برخی از آبهای آبیاری کشور. پژوهش آب در کشاورزی ۲۶, ۱۲۹-۱۱۷

دهقانی، ف. و گلشن، م. ۱۳۸۰. مدیریت منابع آب و خاك شور باغات پسته شمال اردکان ــ ارزیابی وضع موجود. مجموعه مقالات اولین جشنواره پسته-اردکان.

Ayers, R.S., and Westcot, D.W. (۱۹۸۵). Water Quality for Agriculture. In FAO Irrigation and Drainage Paper No. ۲۹ (Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations).

Grattan, S., and Grieve, C. (۱۹۹۴). Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In Handbook of Plant and Crop Stress, M. Pessarakli, ed (New York: Marcel Dekker.

Jalali, M. (۲۰۰۸). Effect of sodium and magnesium on kinetics of potassium release in some calcareous soils of western Iran. Geoderma ۱۴۵, ۲۰۷-۲۱۵.

Jalali, M., and Moharrami, S. (۲۰۰۷). Competitive adsorption of trace elements in calcareous soils of western Iran. Geoderma ۱۴۰, ۱۵۶-۱۶۳.

Karimov, A., Qadir, M., Noble, A., Vyshpolsky, F., and Anzelm, K. (۲۰۰۹). Development of Magnesium-Dominant Soils Under Irrigated Agriculture in Southern Kazakhstan. pedosphere ۱۹, ۳۳۱-۳۴۳.

Keren, R. (۲۰۰۰). salinity. In Handbook of Soil Science, M.E. Sumner, ed (Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.

Rhoades, J.D. (۱۹۸۹). Intercepting, isolating and reusing drainage waters for irrigation to conserve water and protect water quality. Agr. Water Mgmt ۱۶, ۳۷-۵۲.

USSL. (۱۹۵۴). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. In US Salinity Laboratory (Washington, USA: United States Department of Agriculture).

Vyshpolsky, F., Qadir, M., Karimov, A., Mukhamedjanov, K., Bekbaev, U., Paroda, R., Aw-Hassan, A., and Karajeh, F. (۲۰۰۸). Enhancing the productivity of high-magnesium soil and water resources in Central Asia through the application of phosphogypsum. Land. Degrad Dev ۱۹, ۴۵-۵۶.

Yadav, J.S.P., and Girdhar, I.K. (۱۹۸۱). The Effects of Different Magnesium: Calcium Ratios and Sodium Adsorption Ratio Values of Leaching Water on the Properties of Calcareous Versus Noncalcareous Soils. Soil Sci ۱۳۱, ۱۹۴.

Abstract

The effect of long-term use of irrigation water with Ca/Mg<۱ on chemical properties of pistachio orchards soils

Using irrigation water with Ca/Mg<۱ being popular on agricultural lands especially pistachio orchards and extended with decreasing water quality. Long-term use of this irrigation water could change the soil physicochemical properties and affect the root environment growth of pistachio. In this study the relationship between the ratios of irrigation water Ca/Mg with soil chemical properties were investigated. The results showed that this ratio in soil extract despite the presence of calcium sources such as gypsum and limestone, were significantly correlate with Ca/Mg of irrigation water. But the situation is more complex in exchange phase and the observed changes, especially in the presence of gypsum could due to the lack of accuracy of the calcium and magnesium estimate in exchangeable phase. There was no correlation between the salinity and the ratio of calcium and magnesium in water and soil paste extract.

بررسی بازیافت نیتروژن از منابع مختلف در گندم در جنوب خوزستان

ابراهیم جواهری [۱]، سید محمد هادی موسوی فضل [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

چکیده
نیتروژن مهمترین عنصر غذایی برای گیاهان می باشد که بخش قابل توجه آن از طریق کود شیمیایی در اختیار گیاه قرار می گیرد. به منظور بررسی میزان بازدهی زراعی کود نیتروژن از منابع مختلف آزمایشی در قالب بلوک های کامل تصادفی به شکل کرت های یکبار خرد شده با ۳ کرت اصلی و ۴ کرت فرعی در ۴ تکرار اجرا شد. نتایج نشان دادند که بیشترین کارآیی، بازیافت ظاهری، کارآیی جذب، کارآیی زراعی، کارآیی فیزیولوژیکی و شاخص برداشت نیتروژن با مدیریت مصرف کود نیتروژن بر اساس توصیه های آزمون خاک به ترتیب ۳/۴۱، ۳۹/۵۱، ۸۶/۰، ۵/۲۰، ۴۸/۷۴ و ۶۲/۷۶ درصد به دست می آید.

واژه های کلیدی: گندم، راندمان، نیتروژن

مقدمه
آگاهی از روند جذب نیتروژن در طول دورة رشد با توجه به مقدار نیتروژن موجود در خاك و نیاز گندم امکان جلوگیری از بروز اثرات ناشی از کمبود این عنصر حیاتی را فراهم میسازد. بر اساس آمار موجود در سال ۱۳۸۳ بالغ بر ۸۳ میلیون تن انواع کودهای شیمیایی نیتروژن در دنیا به مصرف رسیده که سهم ایران بیش از ۲ میلیون تن از آن بوده است. ملکوتی و بابا اکبری (۱۳۸۴) به نقل از ران و جانسون بیان داشتند که در اکثر کشورهای جهان درصد بازیافت نیتروژن برای گندم، ذرت، برنج، جو، سورگوم و سایر گیاهان زراعی حدود ۳۳ درصد گزارش بوده و ۶۷ درصد باقیمانده به روش های مختلف مانند تصعید، تثبیت، تغییر شکل و آبشوئی به صورت نیترات هدر می رود. درصد بازیافت در کشورهای توسعه یافته ۴۲ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۲۹ درصد است و اگر بتوان فقط یك درصد بازیاف نیتروژن را افزایش داد بالغ بر ۲۳۵ میلیون دلار در مصرف کودهای نیتروژنی صرفه جوئی خواهد شد،کارائی مصرف نیتروژن به چند عامل از قبیل زمان، مقدار، نوع و روش مصرف، بارندگی و سایر متغیر های مربوط به اقلیم بستگی دارد، تحقیقات در مورد مصرف بهینه کودهای نیتروژن و ترویج آن افزایش بازیافت نیتروژن تا ۸۰ درصد را در روش های علمی کشاورزی به همراه داشته، بدین منظور، گسترش و حمایت از این نوع تحقیقات توسط مراکز دانشگاهی و موسسات تحقیقاتی ضروری می باشد. در کشورهای پیشرفته کارآیی زراعی نیتروژن ۲۰ کیلوگرم دانه به ازای مصرف هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی است. این رقم در آزمایشات انجام شده در کشور بسیار کمتر برآورد شده است. حداکثر کارآیی نیتروژن زمانی است که مقدار و زمان مصرف کود با نیاز گیاه هماهنگ باشد. نظامی و همکاران(۱۳۸۶۹) در آزمایشی کارآیی نیتروژن مصرفی را ۱۷ کیلوگرم دانه گندم به ازای مصرف هر کیلوگرم نیتروژن (NUE و NARF را به ترتیب ۴۷ و ۵۰) به دست آوردند. میزان معدنی شدن نیتروژن به شیوه های مختلفی انجام شده است. بازیافت نیتروژن اندازه گیری شده خاك سطحی در تاریخ های مختلف متفاوت بود. بیشترین مقدار در زمان گرده افشانی و پس از آن سفت شدن دانه به وقوع پیوست. گارابت و همکاران (۱۹۹۸) در تحقیقی خود با استفاده از نیتروژن نشاندار بر روی گندم نشان دادند که با مقادیر مختلف بارندگی میزان بازیافت نیتروژن اندازه گیری شده خاك سطحی در تاریخ های مختلف متفاوت بود. بیشترین مقدار در زمان گرده افشانی و پس از آن سفت شدن دانه به وقوع پیوست. همچنین با انجام آبیاری تکمیلی میزان بازیافت از ۱۰ درصد به ۶۰ درصد در مقایسه با تر سالی و خشکسالی افزایش یافت. دویل و هالفورد (۱۹۹۳) با اندازه گیری میزان نیترات خاك تا عمق ۹۰ سانتیمتر از سطح خاك در ۵۳ نمونه خاك تحت کشت گندم در سال های پر باران در مقایسه با سال های کم باران اعلام کردند که اختلاف بسیار معنی دار بین جذب نیتروژن در تیمارهای مختلف بکاررفته در خاك نسبت به شاهد (بدون مصرف نیتروژن) وجود داشت. همچنین شیب جذب در بازیافت نیتروژن بیشتر از بازیافت زراعی بود.
آمد.

مواد و روش‌ها
به منظور به منظور بررسی میزان بازدهی زراعی و بازدهی کود نیتروژن از منابع مختلف آزمایشی درقالب بلوك های کامل تصادفی به شکل کرت های یکبار خرد شده با ۳ کرت اصلی و ۴ کرت فرعی (۱۲ تیمار) و ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای کودی بر اساس آزمون خاك پس ازنمونه برداری خاك از عمق ۳۰- ۰ سانتیمتر تعیین و در مراحل پایه، پایان پنجه دهی و پایان ساقه رفتن اعمال گردید. تیمارهای اصلی شامل: ۱ - مصرف نیتروژن از منبع اوره، ۲- مصرف نیتروژن از منبع نیترات آمونیوم، ۳- مصرف نیتروژن از منبع سولفات آمونیوم وکرت های فرعی شامل: ۱- شاهد(بدون مصرف نیتروژن)، ۲- مصرف کود نیتروژن بر اساس آزمون خاك، ۳- مصرف نیتروژن ۳۰% کمتر از آزمون خاك، ۴- مصرف نیتروژن ۳۰% بیشتر از آزمون خاك. منابع کودی مورد استفاده شامل، اوره، سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم بودند.کشت در کرت هایی به ابعاد ۵× ۵ متر انجام شد. از رقم چمران برای کشت استفاده گردید. نمونه برداری خاك قبل از کاشت از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری به شکل مرکب تهیه و آزمایشات فیزیکوشیمایی لازم

شامل : Fe, Cu, Mn, Zn ، K ، No۳, P ، % OC ،EC, pH و بافت انجام شد. به منظور اندازه گیری میزان بازده زراعی، کارآیی جذب نیتروژن، بازده نیتروژن و بازیافت ظاهری نیتروژن از روابط زیر استفاده شد:

NAE = Ynx - Yn۰/Nf

در این رابطه NAE کارآیی زراعی نیتروژن، Ynx عملکرد در تیمار کود داده شده، Yn۰ در تیمار شاهد و Nf کل نیتروژن مصرف بر حسب کیلوگرم می باشد.

۱۰۰ ×(ازت جذب شده در شاهد - ازت جذب شده در تیمارهای کودی) = باز دهی کود ازته (درصد)/ (مقدار ازت داده شده)

(مقدار کود ازته داده شده) / (عملکرد در قطعات شاهد)- (عملکرد در قطعات کود داده شده)= بازدهی زراعی

با استفاده از رابطه زیر کارآیی فیزیولوژیك نیتروژن اندازه گیری می شود:

NPE=Ynx-Yn۰/D-E

در این رابطه NPE کارآیی فیزیولوژیك نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)، Ynx عملکرد کل ماده خشك در تیمار کودی، Yn۰ عملکرد کل ماده خشك در تیمار شاهد و D جذب عنصر غذایی توسط گیاه و E جذب عنصر غذایی توسط گیاه تیمار شاهد بر حسب کیلوگرم می باشند.

NRF = N uptake at Nx - N uptake at N۰/Nf

در این رابطه NRF بازیافت ظاهری نیتروژن بر حسب درصد، N uptake جذب عنصر غذایی توسط گیاه در تیمار کودی، N uptake جذب عنصر غذایی توسط گیاه در تیمار شاهد و Nf مقدار نیتروژن مصرفی بر حسب کیلوگرم می باشند.همچنین کارآیی جذب نیتروژن با استفاده از رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

UPE=NT/Nf

در این رابطه UPE کارآیی جذب نیتروژن بر حسب کیلوگرم، NT کل نیتروژن جذب شده توسط دانه بر حسب کیلوگرم و Nf مقدار نیتروژن مصرف شده در قالب کود بر حسب کیلوگرم می باشد.گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ کارآیی نیتروژن مصرف شده در ترکیب های مختلف مصرفی از منابع و درصدهای تقسیط را نشان می دهد. بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس، تفاوت بین سطوح اصلی مصرف منابع نیتروژن (اوره، نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم) در سطح پنج درصد برای وزن هزار دانه در سطح پنج درصد معنی دار و برای صفات عملکرد دانه، کاه و زیست توده معنی دار نشد. تجزیه واریانس برای سطوح فرعی نشان داد که تفاوت بین میزان های مختلف مصرف کود برای عملکرد دانه، کاه، زیست توده و وزن هزار دانه در سطح پنج درصد معنی دار شد. مقایسات میانگین ها به روش دانکن نشان داد که تیمارهای مصرف کود بر اساس آزمون خاك (تیمار دوم) با عملکرد دانه، کاه، زیست توده و وزن هزار دانه به ترتیب ۵۵۸۰، ۷۵۸۸، ۱۳۱۷۰ کیلوگرم در هکتار، ۷۱/۴۶ گرم و تیمار سوم (۲۰ درصد بیشتر از توصیه بر اساس آزمون خاك) با عملکرد دانه، کاه، زیست توده و وزن هزار دانه به ترتیب ۵۷۰۵، ۷۷۹۸، ۱۳۴۲۰ کیلوگرم در هکتار، ۱۸/۴۶ گرم در گروه اول و تیمارهای چهارم (مصرف کود به میزان ۲۰ درصد کمتر از توصیه کودی بر اساس آزمون خاك) با تولید ۵۰۱۴، ۱۲۰۶۰،۷۰۳۹ کیلوگرم در هکتار، ۸۱/۴۲ گرم و شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) با تولید ۲۸۱۲، ۴۰۵۲، ۶۳۳۹ (کیلوگرم در هکتار)، ۸۵/۳۷ (گرم) به ترتیب در گروه دوم و سوم قرار گرفتند. درصد نیتروژن جذب شده در تیمار دوم ۰۸/۲ و در تیمارهای اول، سوم و چهارم به ترتیب ۶۶/۱، ۹۲/۱ و ۸۷/۱ درصد و براین اساس میزان درصد پروتیین دانه به ترتیب برای تیمارهای اول، دوم، سوم و چهارم ۴۶/۹، ۸۶/۱۱، ۹۴/۱۰ و ۶۶/۱۰ محاسبه گردید. همانگونه که در جدول مشاهده می شود میزان کارآیی نیتروژن در تیمار دوم (آزمون خاك) ۳/۴۱ و در تیمارهای سوم و چهارم به ترتیب ۶/۳۲ و ۸/۵۲ درصد به دست آمد. میزان بازیافت ظاهری نیتروژن برای تیمارهای دوم، سوم و چهارم به ترتیب ۳۹/۵۱، ۹۱/۳۵، ۵۶/۴۹ درصد و برای کارآیی جذب نیتروژن ۸۶/۰، ۶۳/۰، ۹۹/۰ و برای کارآیی زراعی نیتروژن ۵/۲۰، ۵۳/۱۶ و ۱۸/ درصد ۲۳ به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده اوره نسبت به سایر منابع از نظر اقتصادی صرفه بیشتری داشته است. همچنین میزان کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن برای تیمارهای دوم، سوم و چهارم به ترتیب ۴۸/۷۲، ۱۰/۵۸، ۱۹/۸۸ و ۶۲/۷۴، ۷۱/۷۸ و ۳۳/۷۴ درصد به دست آمد. به طور کلی نتایج قابل استنباط از اجرای این آزمایش نشان داد که در شرایط معمول مدیریت مصرف کود بر اساس آزمون خاک برای جنوب استان خوزستان از کارآیی بیشتری نسبت به شرایط مرسوم در منطقه برخودار است و افزایش یا کاهش نیتروژن مصرفی به نسبت راندمان به دست آمده از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد، لذا به منظور دستیابی به عملکرد قابل قبول با کمترین تلفات نیتروژن می توان از آزمون خاک برای توصیه و مصرف نیتروژن استفاده نمود.

جدول ۱ اشکال مختلف راندمان نیتروژن در گندم

تیمارکودی	کارآیی	بازیافت ظاهری	کارآیی جذب	کارآیی زراعی	کارآیی فیزیولوژیکی	شاخص برداشت

(درصد)

Kg/Kg

شاهد	-	-	-	-	-	-
آزمون خاك	۳/۴۱	۳۹/۵۱	۸۶/۰	۱۵/۳۰	۴۸/۷۲	۶۲/۷۴
۳۰%> آزمون خاك	۶/۳۳	۹۱/۳۵	۶۳/۰	۵۳/۱۶	۱۰/۵۸	۷۱/۷۸
۳۰%< آزمون خاك	۸/۵۲	۵۶/۴۹	۹۹/۰	۱۸/۲۳	۱۹/۸۸	۳۳/۷۴

منابع

۱- خادمی ز، ۱۳۷۷. بررسی تأثیر زمان مصرف و تقسیط کود ازت بر عملکرد و درصد پروتئین گندم. نشریهٔ علمی پژوهشی خاك و آب، مؤسسه تحقیقات خاك و آب. جلد ۱۲، شمارهٔ ۵. سازمان تات، وزارت کشاورزی، تهران، ایران.

۲- خلد برین ب و اسلام زاده ظ، ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان آلی(ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. جلد دوم.۹۰۲ص. شیراز، ایران.

۳- لطف اللهی م و ملکوتی م ج، ۱۳۷۶. کاهش مصرف کود ازته و افزایش پروتئین دانهٔ گندم از طریق محلول‌پاشی. اولین گردهمائی ملی کاهش مصرف سموم و استفادهٔ بهینه از کودهای شیمیایی در کشاورزی (خلاصه مقالات) وزارت کشاورزی، کرج، ایران.۴- ملکوتی، محمد جعفر و محمد بابا اکبری. ۱۳۸۴. ضرورت افزایش کارآیی کودهای نیتروژنه در کشور. نشریه فنی شماره ۴۲۵ . انتشارات سنا. تهران. ایران. ۵- ملکوتی، محمد جعفر و مهدی همایی. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاك های مناطق خشك. انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ایران. ۴۹۴ص.

۶- ملکوتی م ح، ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در کشور. شورایعالی سیاستگزاری کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودهای شیمیایی در کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران، ایران.

۷- ملکوتی م ج و ز خوگر و ز خادمی، ۱۳۸۳. روش های نوین تغذیه(مجموعه مقالات). ۸۴۷ ص. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی. تهران. ایران.

۸- ملکوتی م ج و رضایی ح،۱۳۸۲. افزایش کارآیی ازت و جلوگیری از هدر رفتن آن. صفحات ۴۹-۳۹.کتاب اصول تغذیه ذرت(مجموعه مقالات).چاپ اول. انتشارات سنا. تهران، ایران.

۹- Garbet, J. Rayan and M. Wood. ۱۹۹۸. Nitrogen and Nitrogen effect on Wheat yield in a Mediterranean - type climate. II .Fertilizers - use efficiency with labeled Nitrogen Science Direct. Field Crop Research.V۵۸,Issue۳,۱September۱۹۹۸,Pages ۲۱۳-۲۱۶.

۱۰- Doyl, A.D and I.C.R, Holford. ۱۹۹۳. The uptake of nitrogen by wheat, its agronomic efficiency and their Relationship to soil and fertilizer nitrogen. Australian Journal of Agricultural research ۴(۶)۱۲۴۵-۱۲۵۸.

Abstract

Nitrogen is the most important nutrient elements food for plants that the heed part of it can be serv by chemical fertilizer for plants. In order to study the efficiency amount of nitrogen chemical fertilizer from different sources a complete random split plot for two year were placed. Results showed that the most efficiency of apparently, attractive, physiological and uptake index area efficiency nitrogen by the managements were ۴.۳, ۵۱.۳۹, ۰.۸۶, ۲۰.۵, ۷۴.۴۸ and ۷۶.۶۲ percent respectively.

تاثیر استفاده از کودهای آلی و نیتروژن بر کمیت و کیفیت گندم و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاك در کرت‌های دائم

زهرا خوگر [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

چکیده

بروز مشکلات فراوان زیست محیطی و کاهش روز افزون ماده آلی خاک‌های کشور (به کمتر از یک در صد)سبب شد تا در استان فارس این تحقیق به‌مرحله اجرا درآید.این آزمایش با یازده تیمار شامل: ۱- مصرف کودهای شیمیایی میکرو و فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در سه مرحله پنجه(زادوکس ۲.۶)، ساقه(زادوکس ۳.۲)و ظهور سنبلچه(زادوکس ۳.۷). ۲-کمپوست غنی محلی به میزان ۱۰ تن در هکتار ۳- کود حیوانی به میزان ۱۰ تن در هکتار. ۴- کمپوست حاصل از زباله شهری به میزان ۱۰ تن در هکتار. ۵- کمپوست غنی محلی به میزان ۱۰ تن در هکتار+ مابقی نیتروژن توصیه شده در تیمار شماره ۱(میزان نیتروژن در کمپوست از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن کود شیمیایی کسر و سپس مابقی نیتروژن توسط کود شیمیایی تأمین و در سه مرحله مذکور مصرف میشود). ۶- کود حیوانی به میزان ۱۰ تن در هکتار+ مابقی میزان کودهای توصیه شده در تیمار شماره ۱ (میزان نیتروژن در کود حیوانی از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن کود شیمیایی کسر و سپس مابقی نیتروژن توسط کود شیمیایی تأمین و در سه مرحله مذکور مصرف میشود). ۷- کمپوست حاصل از زباله شهری به میزان ۱۰ تن در هکتار+ مابقی میزان کودهای توصیه شده در تیمار شماره ۱ (میزان نیتروژن در کمپوست حاصل از زباله شهری از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن کود شیمیایی کسر و سپس مابقی نیتروژن توسط کود شیمیایی تامین و در سه مرحله مذکور مصرف میشود). ۸- ۲۵ درصد نیتروژن از منبع اوره همراه با ۱۰ تن کمپوست غنی محلی قبل از کشت +۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده از منبع اوره به صورت سرک در سه مرحله فوق ۹-۲۵ درصد نیتروژن توصیه شده ادر تیمار یک از منبع اوره همراه با ۱۰ تن کود حیوانی قبل از کشت +۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده از منبع اوره به صورت سرک در سه مرحله فوق. ۱۰ -۲۵ درصد نیتروژن توصیه شده در تیمار یک از منبع اوره همراه با ۱۰ تن کمپوست حاصل از زباله شهری قبل از کشت +۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده از منبع اوره به صورت سرک در سه مرحله فوق. ۱۱-چای کمپوستی به میزان ۶۰۰۰ لیتر در هکتار(۳هزارلیترخالص + ۳هزارلیترآب)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به مرحله اجرا درآمد. نتایج نشان داد که که تاثیر تیمارهای مختلف بر میانگین دانه گندم، میانگین وزن هزار دانه گندم در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. بیشترین میانگین عملکرد دانه گندم ، وزن هزار دانه گندم مربوط به تیمار هشتم(۲۵ درصد نیتروژن توصیه شده اوره تیمار یک از منبع اوره همراه ۱۰ تن کمپوست غنی محلی قبل از کشت +۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده از منبع اوره به صورت سرک در سه مرحله) به ترتیب به میزان ۶/۹۵۳۰ کیلوگرم در هکتار و ۹/۴۰ گرم به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: کودهای آلی و شیمیایی، گندم

مقدمه

کشور ایران از جمله استان فارس با دارا بودن اقلیم خشك و نیمه خشك و محتوای اندك ماده آلی(عمدتا کمتر از یك درصد) ،نیازمند عزم ملی برای احیا و باروری خاك های زراعی است (۱ و ۲) .کمپوست ضایعات شهری و صنعتی، کودهای دامی و بقایای گیاهی در تامین ماده آلی خاك به عنوان منابع مهم در کشور مورد توجه قرار گرفته اند. به فراموشی سپردن مصرف ماده آلی در خاك های استان سبب کاهش مقاومت خاك در برابر فرسایش بادی و آبی، عوارضی از قبیل کاهش پایداری خاکدانه، سله بستن و سفت شدن لایه‌های خاك و کاهش نفوذپذیری خاك شده، که حاصل آن فراهم شدن بستری نامناسب برای جوانه زدن و ایجاد مشکل در نفوذ ریشه ،هوا و آب به داخل خاك است.از طرف دیگر وجود ماده آلی به عنوان مخزن عناصر غذایی عمل کرده و عناصر غذایی طی فرآیند تجزیه به آهستگی آزاد شده و می تواند از مصرف کودهای شیمیایی بکاهد با عنایت به کاهش مواد آلی در خاك‌های زراعی کشور ومنافات داشتن آن با کشاورزی پایدار، نیاز به تولیدات بیشتر کشاورزی، حفظ خاك به عنوان یکی از ارکان منابع طبیعی برای نسل آینده وسطح زیر کشت قابل ملاحظه گندم در استان اجرای این طرح ضروری به نظر است. آنابی و همکاران ۲۰۰۷ (۴) در انجام تحقیقی آزمایشگاهی با مصرف کمپوست شهری با پوسیدگیهای متفاوت دریافتند که نتایج آزمایش بستگی به فعالیت میکروبی، تخریب پذیری ماده آلی به وسیله موجودات زنده،کسر بیوشیمیایی، معدنی شدن کربن آلی و تکامل تودهای قارچی و میکروبی دارد. آنان همچنین گزارش کردند که پایداری خاکدانه از طریق مکانیزم‌های مختلف در کلیه تیمارها افزایش یافت، این افزایش با پوسیدگی بیشتر کمپوست افزایش یافت.کاویتا و سوبرامانیان ۲۰۰۷ (۷) در یك آزمایش مزرعه‌ای تاثیر ۷ تیمار شامل: ۱- کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم توصیه شده(به ترتیب ۱۲۰ ،۳۸ و ۳۸ کیلوگرم در هکتار) ۲- ۱۰۰ درصد نیتروژن از طریق کمپوست غنی شده جامد شهری ۳- ۱۰۰ درصد نیتروژن از طریق کمپوست جامد شهری ۴- ۷۵ درصد نیتروژن از طریق کود شیمیایی و ۲۵ درصد نیتروژن از طریق کمپوست شهری ۵-۷۵ درصد نیتروژن از طریق کود شیمیایی و ۲۵ درصد نیتروژن از طریق

کمپوست غنی شده شهری ۶- ۵ تن کمپوست غنی شده شهری و ۲۵ درصد نیتروژن از طریق کود شیمیایی ۷- ۵ تن ورمی کمپوست و ۲۵ درصد نیتروژن از طریق کود شیمیایی. محققین نتیجه گرفتند که ارتفاع گیاه، سطح برگ، تعداد پنجه و ماده خشک گیاه تحت تاثیر تیمارهای مختلف از لحاظ آماری معنیدار شدند.آنان افزایش کمی این صفات را به کمپوست غنی شده نسبت دادند. سطح بیشتر مواد غذایی در گیاه در تیمارهای کمپوست غنی شده به دلیل قابل استفاده بودن عناصر غذایی به صورت مستمر بوده است. بالاترین عملکرد دانه و کاه در تیمار پنجم به ترتیب ۲۲/۵ و ۶۵/۸ تن در هکتار بوده است. عملکرد دانه گندم در تیمار ۶ معادل ۳۳/۴ تن در هکتار بود.کمترین عملکرد دانه (۷۸/۳ تن در هکتار) در تیمار ۳ بدست آمد. نصراللهزاده ماسوله و همکاران ۱۳۸۸(۳) گزارش کردند که با اعمال ۴ تیمار ماده‌آلی(بدون ماده آلی، کود گاوی پوسیده به میزان ۱۰ تن در هکتار،کود گاوی پوسیده به میزان ۲۰ تن در هکتار و کمپوست آزولا به مقدار ۵ تن در هکتار) به عنوان فاکتور اول و ۴ سطح کودی (بدون کود شیمیایی، ۳۰-۴۰-۸۰ ، ۴۵-۶۰-۱۲۰ و ۶۰-۸۰-۱۶۰ به ترتیب $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ کیلو گرم در هکتار) به عنوان فاکتور دوم در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی بر روی برنج به این نتیجه رسیدند که تاثیر مقادیر مختلف کود شیمیایی بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده(عملکرد، ارتفاع بوته، تعداد پنجه،طول خوشه، درصد پوکی و وزن هزار دانه) و مقادیر ماده آلی(به‌جز وزن هزار دانه) و اثرات مقابل ماده آلی و سطح کودی بسیار معنیدار بوده است. رضوان احمد و همکاران ۲۰۰۷(۸) در آزمایشی زوائد میوه و سبزیجات را جمع‌آوری وآن‌ها را در یك كارگاه محلی به کمپوست تبدیل نمودند. سپس کمپوست را با ۲۵ و ۵۰ درصد کود نیتروژن توصیه شده و ۵ میلی گرم تریپتوفان ال به ازاء هر کیلوگرم کمپوست، غنی نمودند.تیمار کمپوست غنی شده به تنهایی و سایر مواد غنیساز به طور جداگانه بر روی گندم و ذرت آزمایش کردند. آنان نتیجه گرفتند که کمپوست غنی شده و ۵۰ درصد نیتروژن توصیه شده بر عملکرد دانه و سایر فاکتورهای رشد موثر بود، علاوه بر آن میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه ذرت و دانه در اثر مصرف کمپوست غنی شده افزایش یافت. در نهایت نتیجه گرفتند که در کشاورزی پایدار مخلوطی از کمپوست و کود شیمیایی در افزایش محصول اقتصادی و موثر است. ابراهیم و همکاران ۲۰۰۸ (۵) با اعمال مقادیر مختلف کود حیوانی و کمپوست بر روی گندم نتیجه گرفتند که کود حیوانی و کمپوست ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، طول خوشه، محصول کاه و دانه گندم و وزن هزار دانه را نسبت به کنترل افزایش دادند. بیشترین افزایش در طول بوته مربوط به مصرف ۵ تن ۰ کمپوست در هکتار بدست آمد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی تاثیر منابع مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات خاك وکمیت وکیفیت گندم آزمایش سال ۸۹-۹۲ با سه تکرار در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی در شهرستان پاسارگاد مرکز آموزش علیآباد کمین با کشت گندم آغاز شد. آزمایش با یازده تیمار شامل: ۱- مصرف کودهای شیمیایی میکرو و فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در سه مرحله پنجه(زادوکس ۲/۶)، ساقه(زادوکس ۳/۲)و ظهور سنبلچه(زادوکس ۳/۷). ۲-کمپوست غنی محلی به میزان ۱۰ تن در هکتار. ۳- کود حیوانی به میزان ۱۰ تن در هکتار. ۴- کمپوست حاصل از زباله شهری به میزان ۱۰ تن در هکتار. ۵- کمپوست غنی محلی به میزان ۱۰ تن در هکتار+ مابقی نیتروژن توصیه شده در تیمار شماره ۱(میزان نیتروژن در کمپوست از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن کود شیمیایی کسر و سپس مابقی نیتروژن توسط کود شیمیایی تأمین و در سه مرحله مذکور مصرف میشود) ۶- کود حیوانی به میزان ۱۰ تن در هکتار+ مابقی میزان کودهای توصیه شده در تیمار شماره ۱ (میزان نیتروژن در کود حیوانی از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن کود شیمیایی کسر و سپس مابقی نیتروژن توسط کود شیمیایی تأمین و در سه مرحله مذکور مصرف میشود).۷ - کمپوست حاصل از زباله شهری به میزان ۱۰ تن در هکتار+ مابقی میزان کودهای توصیه شده در تیمار شماره ۱ (میزان نیتروژن در کمپوست حاصل از زباله شهری از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن کود شیمیایی کسر و سپس مابقی نیتروژن توسط کود شیمیایی تأمین و در سه مرحله مذکور مصرف میشود).۸- ۲۵ درصد نیتروژن توصیه شده اوره تیمار یک از منبع اوره همراه ۱۰ تن کمپوست غنی محلی قبل از کشت +۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده از منبع اوره به صورت سرک در سه مرحله فوق ۹-۲۵ درصد نیتروژن توصیه شده اوره تیمار یک از منبع اوره همراه با ۱۰ تن کود حیوانی قبل از کشت +۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده از منبع اوره به صورت سرک در سه مرحله فوق ۱۰ -۲۵ درصد نیتروژن توصیه شده در تیمار یک از منبع اوره همراه با ۱۰ تن کمپوست حاصل از زباله شهری قبل از کشت + ۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده از منبع اوره به صورت سرک در سه مرحله فوق.۱۱ -چای کمپوستی به میزان ۶۰۰۰ لیتر در هکتار(۳هزارلیترخالص + ۳هزارلیترآب)، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به مرحله اجرا در آمد. ماده آلی با دیسک به زیر خاک برده و با خاک سطحی مخلوط شد. قبل از کشت نمونه خاك و نمونه‌های ماده‌آلی در آزمایشگاه تجزیه شدند. اندازه هر پلات ۲۰ (۵*۴) متر مربع، فاصله ردیف‌های گندم ۳۰ سانتیمتر وسطح کل آزمایش حدود ۸۰۰ متر مربع در نظر گرفته شد.کودهای فسفر و پتاسیم از منابع سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم در کلیه تیمارها همراه با کودهای آلی با خاك مخلوط شد.کود نیتروژن از منبع اوره در تیمار دو، و ۷۵ درصد مابقی در تیمارهای ۵، ۶ و ۷در ۳ مرحله (پنجه، ساقه و ظهور سنبلچه) همراه با آب آبیاری مصرف شد.در این آزمایش گندم از رقم پارسی کشت شد. لازم به ذکر است که بقایای گیاهی در کشت گندم بر اساس عرف زارع و به دلیل عدم گستردگی آزمایش و ایجاد خطای کمتر جمع‌آوری گردید.پس از برداشت نیز نمونه خاك از هر تیمار از عمق ۳۰-۰ برداشت و میزان ماده آلی، فسفر، پتاسیم، نیتروژن، عناصر میکرو، وزن مخصوص ظاهری و CEC اندازه گیری شد . از برگ پرچم(بعد از توسعه کامل و در هنگام به گل رفتن) در موعد مقرر نمونه برداری شد، و نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری میزان نیتروژن،روی، فسفر و پتاسیم به آزمایشگاه داده شد. در زمان برداشت عملکرد گندم،تعداد پنجه و تعدادخوشه در متر مربع،تعداد دانه در خوشه ، وزن هزار دانه طول خوشه در متر مربع، درصد پروتئین، و روی در دانه گندم اندازه گیری و توسط برنامه Mstatc آنالیز آماری و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۱ تجزیه مرکب برخی صفات مورد مطالعه تحت تاثیر تیمارهای مختلف آورده شده است. اعداد متن جدول موید این مطلب است که تاثیر تیمارهای مختلف بر میانگین دانه گندم، میانگین وزن هزار دانه گندم و میانگین وزن تر ذرت در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب برخی صفات مورد مطالعه تحت تاثیر تیمارهای مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات دانه گندم	میانگین مربعات کاه گندم	میانگین مربعات وزن هزار دانه گندم
سال	۲	۰۱/۱۰۳۲۵۴۲۴*	n.s۳/۸۹۲۹۴۷۳۱	n.s۳۰۳۰۳۰۳/۱۹
تکرار	۶	n.s۹۹/۴۵۵۹۶۹	n.s۷/۱۱۱۴۴۴۳	n.s۸۰۸۰۸۰۸/۴
تیمار	۱۰	۰۳/۶۸۹۸۳۰۹**	n.s۰/۱۴۵۸۳۹۵	۴۹۴۹۴۹/۱۹**
اثر متقابل تیمار و سال	۲۰	۴۰/۶۵۹۲۹۹**	۶/۱۲۹۸۴۵۵*	۳۵۸۵۸۵۹/۱**
خطا	۶۰	۴/۱۶۹۱۸۸	۳/۷۴۱۱۹۰	۳۸۵۸۵۸۶/۰

و به ترتیب بدون معنی و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد* ns,**

. بیشترین میانگین عملکرد دانه گندم ، وزن هزار دانه گندم مربوط به تیمار هشتم(۲۵ درصد نیتروژن توصیه شده اوره تیمار یک از منبع اوره همراه ۱۰ تن کمپوست غنی محلی قبل از کشت +۷۵ درصد نیتروژن توصیه شده از منبع اوره به صورت سرک در سه مرحله) به ترتیب به میزان ۶/۹۵۳۰ کیلوگرم در هکتار و ۹/۴۰ گرم (جدول ۲).

تفاوت میانگین عملکرد دانه گندم و در تیمارهای مختلف با تیمار شاهد در جدول ۳ مشاهده می‌شود.اعداد متن جدول موید افزایش عملکرد گندم با استفاده از کودهای آلی نسبت به شاهد است، تیمارهشتم(کمپوست غنی محلی و مصرف ۱۸۰ کیلو گرم نیتروژن) و بعد از آن تیمار پنجم (کمپوست غنی محلی به میزان ۱۰ تن در هکتار+ مابقی نیتروژن توصیه شده در تیمار شماره ۱(میزان نیتروژن در کمپوست از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن کود شیمیایی کسر و سپس مابقی نیتروژن توسط کود شیمیایی تأمین و در سه مرحله مذکور مصرف شد) بیشترین تفاوت عملکرد را با شاهد داشته است. (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین برخی صفات مورد مطالعه تحت تاثیر تیمارهای مختلف

تیمار	میانگین دانه گندم	میانگین کاه گندم	وزن هزار دانه
۱	F۱/۶۴۵۳	BC۲/۴۲۴۷	D۰/۳۶
۲	E۶/۷۵۹۶	ABC۵۰۰۷	BC۷/۳۸
۳	DE۶/۷۹۴۱	ABC۲/۴۷۲۹	BC۰/۳۹
۴	C۰/۸۴۱۹	BC۶/۴۴۸۷	C۴/۳۸
۵	B۱/۸۸۱۵	ABC۷/۵۰۵۶	BC۹/۳۸
۶	E۴/۷۵۹۴	ABC۲/۵۰۶۳	BC۹/۳۸
۷	DC۲/۸۲۶۵	ABC۴/۴۹۸۰	BC۹/۳۸
۸	A۶/۹۵۳۰	AB۶/۵۱۱۲	A۹/۴۰
۹	DC۴/۸۰۹۸	ABC۳/۴۸۲۵	BC۰/۳۹
۱۰	C۰/۸۳۶۸	A۰/۵۴۷۵	B۳/۳۹
۱۱	F۸/۶۷۵۶	C۴/۴۱۲۴	DV/۳۵

میانگین‌هایی که در هر ستون، ردیف و متن جدول در یك حرف مشترك میباشند از لحاظ آماری باآزمون دانکن در سطح ۵ معنیدار معنیدار* .نمیباشند

جداول شماره ۲ و ۳ نشان می‌دهد ماده آلی می‌تواند جایگزین کودهای نیتروژنی گردد.

جدول ۲۳- تفاوت عملکرد گندم تیمارهای مختلف با تیمار شاهد

تیمار	تفاوت عملکرد با شاهد(کیلوگرم در هکتار)		
	گندم ۸۹-۹۰	گندم ۹۰-۹۱	گندم ۹۱-۹۲
۲	۵۲۳	۷۲۳	۲۴۱۷
۳	۶۹۶	۸۶۶	۲۸۸۴
۴	۱۰۷۹	۱۳۶۸	۳۴۰۵
۵	۱۴۰۰	۱۷۵۳	۳۹۳۴
۶	۴۲۱	۳۳۷	۲۶۶۷
۷	۱۴۲۹	۱۱۵۷	۲۸۵۰
۸	۲۳۲۵	۲۴۰۷	۴۵۰۰
۹	۶۳۰	۶۹۹	۳۶۱۷
۱۰	۱۱۰۰	۱۱۲۰	۳۵۱۷

۱۱	-۲۹	-۱۱۱	۱۰۵۰

میزان وزن مخصوص خاک پس از برداشت در سال آخرنسبت به سال اول و دوم تغییری نداشته است، اما همانند دو سال اول آزمایش نسب به شاهد کاهش یافته است.

منابع

ابراهیمی،سهیلا. حسینعلی بهرامی و محمد جعفر ملکوتی.۱۳۸۴ .اثر مواد آلی در اصلاح فاکتور کربن به ازت خاك.۱۳۸۴.نشریه شماره ۴۴۸.موسسه تحقیقات خاك و آب. انتشارات سنا.

توشیح، وفا و محمد حسین سدری. نقش کاه و کلش گندم در حاصلخیزی و اصلاح خاك.نشریه شماره ۴۱۸ .موسسه تحقیقات خاك و آب. انتشارات سنا.

زیبایی، م. و ی. امام. ۱۳۷۹. کاربرد معیار برتری تصادفی درجه یک و درجه دو: مطالعه موردی تعیین استراتژی بهینه رفتار با بقایای گندم در کشت های مکرر در منطقه سد درودزن، مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد، ایران، ۱۰۷۷-۱۰۹۳.

نصراللهزاده ماسوله، ابراهیم امیری و تیمور رضوی پورکومله.۱۳۸۸. تاثیر کمپوست آزولا،کود گاوی و کود شیمیایی روی گیاه برنج.یازدهمین کنگره علوم خاك ایران(مدیریت خاك و امنیت غذایی) گرگان.پردیس علوم کشاورزی و منابع طبیعی.۲۱ لغایت ۲۴ تیرماه.ص ۳۲۱ .

۵. Annabi, M., S.Houot, C. Francou, M. Poitrenaud, and Y. Le Bissonnais. ۲۰۰۷. Soil aggregate stability improvment with urban compost of diffrent maturities. Soil Sci. Soc. Am J.۷۱:۴۱۳-۴۲۳.

۶. Anderson, J. R., Dillon, J. L., and Hardaker, J. B. ۱۹۹۲. Agricultural Decision Analysis. Lowa State University press. Ames.

۷. Botes, J.H.F. ۲۰۰۵. An Economic of Wheat Irrigation Scheduling Strategies using Stochastic Dominance. MScAgric Dissertation. Department of Agricultural Economics, University of the Range Free State, Bloemfontein

۸. Ebrahim, M. A. Ul-Hassan, M. Iqbal, and E. Elahi Valeem. ۲۰۰۸. Response of wheat growth and yield to various levels of compost and organic manure. Pak. J Bot. ۴۰(۵): ۲۱۳۵-۲۱۴۱.

۹. Hardaker, J.B., R. B. M, Huirne, J. R. Anderson, and G. Lien. ۲۰۰۰. Coping with risk in agriculture. ۲nd edition. CABI Publishing.

۱۰. Hardaker, J.B., Richardson, J.W., Lien, G., and Schumann, K. D. ۲۰۰۴. Stochastic efficiency analysis with risk aversion bounds: a simplified approach. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, ۲: ۲۵۳-۲۷۰.

۱۱. Kavitha, R. and P. Subramanian.۲۰۰۷. Effect of enriched municipal solid waste compost application on growth, plant nutrient uptake and yild of rice.J. agron. ۶(۴):۵۸۶-۵۹۲.

۱۲. Rizwan, A. M. Sher, A. Khalid, M. Arshad and M. mahmood.۲۰۰۷. Growth and yield response of wheat (*Triticum A estivum L.*) and maize (*Zea may L.*) to nitrogen and l- tryptophan enriched compost. Pak. J. Bot. ۳۹(۲): ۵۴۱-۵۴۹.

۱۳. Roberts, K, Howard, D. D., Gwathmey, C. O. and Sleigh, D. E. ۱۹۹۹. Economics of broadcast and injected nitrogen on no-till cotton produced at three locations in Tennessee. The Journal of Cotton Science. ۳:۱۰۹-۱۱۵.

Abstract

Environmental problems and dramatic reduction of organic matter in soil in our country (to less than ۱%) is the cause of this research in Fars province, Iran. This experiment was carried out as a complete randomized block design in ۳ replications with ۱۱ treatments. The treatments were as follows: ۱- Micro, P and K chemical fertilizers application based on soil test + ۱۸۰ kg nitrogen in three stages (tillering, ZGS=۲.۶, stem elongation, ZGS=۳.۲ and heading, ZGS=۳.۷). ۲- Enriched local compost as ۱۰ tones/ha. ۳- Manure as ۱۰ tones/ha. ۴- Compost obtained from urban solid waste as ۱۰ tones/ha. ۵- Enriched local compost as ۱۰ tones/ha + the rest of the treatment۱ recommended nitrogen (nitrogen dose of compost is subtracted from ۱۸۰kg nitrogen fertilizer and the remaining needed nitrogen is supplied by chemical fertilizer and applied at the three above- mentioned stages). ۶- Manure as ۱۰ tones/ha + the rest of the treatment۱ recommended fertilizers (nitrogen dose of manure is subtracted from ۱۸۰kg nitrogen fertilizer and the remaining needed nitrogen is supplied by chemical fertilizer and applied at the three above- mentioned stages). ۷- Compost obtained from urban solid waste as ۱۰ tones/ha + the rest of the treatment۱ recommended fertilizers (nitrogen dose of compost obtained from urban solid waste is subtracted from ۱۸۰kg nitrogen fertilizer and the remaining needed nitrogen is supplied by chemical fertilizer and applied at the

three above- mentioned stages). ۸- Before planting application of ۲۵% of the treatment۱ recommended nitrogen as urea with ۱۰tones/ha of enriched local compost+ top dressing of ۷۵% recommended nitrogen as urea at the three above- mentioned stages. ۹- Before planting application of ۲۵%of the treatment۱ recommended nitrogen as urea with ۱۰tones/ha of manure+ top dressing of ۷۵% recommended nitrogen as urea at the three above- mentioned stages. ۱۰- Before planting application of ۲۵%of the treatment۱ recommended nitrogen as urea with ۱۰tones/ha of compost obtained from urban solid+ top dressing of ۷۵% recommended nitrogen as urea at the three above- mentioned stages. ۱۱- Tea as compost as ۶۰۰۰ lit/ha (۳۰۰۰lit of tea+۳۰۰۰ lit water. The results showed that the effect of the treatments on wheat kernel number mean, wheat ۱۰۰۰-kernel weight mean and was significant. The highest wheat kernel number mean and wheat ۱۰۰۰-kernel weight mean were due to the treatment ۸ as ۹۵۳۰.۶kg/ha and ۴۰.۹ g, respectively.

اثر کاربرد ورمی کمپوست و منابع مختلف آهن بر عملکرد اسفناج و غلظت عناصر کم مصرف در در یک خاک آهکی پس از برداشت

لیلا صادق کسمائی [۱]،زهرا احمد آبادی [۱]، عبدالمجید رونقی [۲]
۱-دانشجوی دکتریبخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲-استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
بمنظور مطالعهاثر ورمیکمپوستو آهن (سولفات آهن و سکوسترین) بر عملکرد اسفناج و غلظت عناصر کم مصرفخاك پس از برداشت،آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل با پایه بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۳ انجام شد.تیمارها شامل ورمیکمپوست (۰، ۷۵/۰ و ۵/۱ درصد) و آهناز منبع سولفات آهن (۰، ۵/۲ و ۵mg/kg) و سکوسترین اهن(۰ و ۳ mg/kg) بود. طبق نتایج، کاربرد ورمیکمپوست بر وزن تر و خشک اندام هوایی و غلظت آهن، روی و منگنز خاک معنی دار بود که این اثر در همه موارد به جز در مورد منگنز افزایشی بوده است. کاربرد سولفات آهن بر پارامترهای مورد مطالعه اثر معنی داری نداشت. اما اثر کاربرد سکوسترین بروزن تر و خشک اندام هوایی معنی دار بود. بررسی اثرات متقابل تیمارها نشان داد که تنها اثر سه گانه کاربرد تیمارها بر میزان غلظت آهن خاک معنی دار بود.

واژه های کلیدی: ورمیکمپوست، آهن، سکوسترین، عناصر کم مصرف

مقدمه
امروزه کاربرد سموم و کودهای شیمیایی در زمینهای زراعی به طور قابل ملاحظه ای افزایش یافته است،که علاوه بر هزینه اضافی، اثرات جبران ناپذیری بر محیط زیست و سلامتی انسان دارند و آلودگی خاك و آب ناشی از مواد شیمیایی، باعث ایجاد مسائل پیچیده در این زمینه شده است (اکبری نیا و همکاران ۱۳۸۳؛ Mirzaei et al, ۲۰۰۹). استفاده دائم گیاهان از ذخایر غذایی خاك بدون جایگزینی مناسب عامل اصلی کاهش توان تولیدی و عناصر غذایی می باشد. (Malakouti ۱۹۹۷). برای جلوگیری از ایجاد این مشکلات و مدیریت موثر حاصلخیزی خاك، توجه به کشاورزی ارگانیک توصیه می شود. بنابراین بدیهی است که نیاز به مصرف کودهای آلی برای تغذیه گیاه افزایش پیدا می کند (Jeybal and Kupposwany, ۲۰۰۱).
خاکهای آهکی ایران به به دلیل بالا بودن پ- هاش در معرض کمبود آهن می باشد. اگرچه آهن از نظر فراوانی چهارمین عنصر خاک است اما در پ- هاش بالای خاکهای آهکی فراهمی آهن خیلی کمتر از میزان مورد نیاز گیاهان می باشد. از جمله روشهای موثر جهت رفع کمبود آهن می توان به کاربرد ترکیبات معدنی آهن، استفاده از کلات آهن و مواد اصلاح کننده اشاره کرد. آهن در بسیاری از واکنشهای حیاتی گیاه از جمله سنتز تنظیم کننده های رشد، سنتز DNA تنفس، فتوسنتز (Wu et al, ۲۰۰۵)، همچنین به عنوان کوفاکتور ۱۰۰ آنزیم و پروتئین دخیل در تقسیم سلولی، متابولیسم اسید نوکلوئیک و سنتز پروتئین نقش دارد (فتحی و همکاران ۱۳۹۰).
ورمیکمپوست دارای عناصر غذایی برای گیاهان ، شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، منگنز، روی، مس و بور می باشد که اثر مثبت بر تغذیه گیاهان دارند. درصد بالای اسید هومیک در ورمیکمپوست در سلامتی گیاه نقش دارد. بنابراین ورمیکمپوست می تواند به عنوان یک منبع مناسب کود آلی در کشاورزی کشور مورد استفاده قرار گیرد. در کشور ما اسفناج یکی از سبزیهای متداول برگی بشمار می رود (عرفانی و همکاران ۱۳۸۵). با توجه به کشت وسیع اسفناج در ایران، این تحقیق به منظور ارزیابی کاربرد کلات آهن(سکوسترین آهن) و سولفات آهن و اثر کاربرد ورمیکمپوست بر عملکرد اسفناج و غلظت عناصر کم مصرف خاك انجام شد.

مواد و روش‌ها
این پژوهش به صورت فاکتوریل بر پایه بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه پژوهشیبخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. تیمارهای آزمایش شاملورمیکمپوستدر سه سطح صفر، ۷۵/۰ و ۵/۱ درصد،آهن از منبع سولفات آهن درسه سطح صفر، ۵/۲ و ۵ میلی گرم بر کیلوگرم و سکوسترین آهندر دو سطح صفر و ۳ میلی گرم بر کیلوگرم بود،که پیش از کشت به خاک گلدانهایچهار کیلوگرمیاضافه شد. قبل از کاشت عناصر غذایی مورد نیاز (با توجه به نتایج آزمون خاک) به جز آهن به خاک گلدانها اضافه شدند (جدول ۱).

جدول۱- برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و ورمی کمپوست مورد استفاده

	pH	EC (dS/m)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
خاک	۰۰/۷	۵۴/۰	۹۹/۴	۲۳/۳	۱۴/۱	۷۵/۸

ورمیکمپوست	۴/۷	۲/۱	۵۰۰۰	۱۱۰	۲۰	۲۷۶

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به اندام هوایی اسفناج

		میانگین مربعات						
	درجه آزادی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	محتوی کلروفیل	غلظت آهن خاک	غلظت روی خاک	غلظت مس خاک	غلظت منگنز خاک
تکرار	۲	۸۴/۱۴۵ ns	۸۱/۱ ns	۴۶/۸ ns	۳۳/۰*	۰۰۰۱/۰ ns	۰۳/۰ ns	۶۴/۰*
V	۲	۹/۲۳۹*	۷۵/۳*	۷۴/۳۶ ns	۰۹/۳**	۷۱/۱**	۰۳/۰ ns	۶۹/۰ **
Fe	۲	۳۹ /۱۰۶ ns	۷۹ /۰ ns	۳۵/۱۴ ns	۱۵ /۰ ns	۰۳ /۰ ns	۰۱ /۰ ns	۰۲/۰ ns
Sq	۱	۴۵/۳۹۱ *	۹۶/۳*	۰۶/۴۵ ns	۱۶/۰ ns	۱۸/۰ ns	۰۲/۰ ns	۳۷/۰ ns
V*Fe	۴	۲۳/۱۳۶ ns	۰۶ / ۱ ns	۹۴ /۱۵ ns	۱۰/۰ ns	۰۱/۰ ns	۰۱/۰ ns	۱۶/۰ ns
V*Sq	۲	۱۲/۱۲۸ ns	۶۱۵ /۰ ns	۴۷/۳۷ ns	۱۱/۰ ns	۱۷/۰ ns	۰۹/۰ ns	۲۱/۰ ns
Fe*Sq	۲	۹۰/۹۴ ns	۳۲۱/۰ ns	۷۱/۶ ns	۱۷/۰ ns	۰۵۶/۰ ns	۰۹/۰ ns	۱۸/۰ ns
V*Fe*Sq	۴	۷۰/۲۸ ns	۳۶۹ /۰ ns	۰۰ /۵ ns	۴۷/۰ **	۰۲۳/۰ ns	۰۲/۰ ns	۱۱/۰ ns
خطا	۳۴	۰۶/۶۷ ns	۵۵۶ /۰ ns	۸۸ /۴۸۷ ns	۰۶۱/۰	۰۷۵/۰	۰۲۵/۰	۱۲۸/۰

اثر متقابل ورمیکپوست و :V*Sq ،اثر متقابل ورمیکپوست و آهن :V*Fe ،سکوسترین :Sq، آهن (از منبع سولفات آهن) :Fe ،ورمیکپوست :V .اثر متقابل ورمیکمپوست و آهن و سکوسترین : V*Fe*Sq ،اثر متقابل آهن و سکوسترین :Fe*Sq ،سکوسترین

جدول۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای ورمی کمپوست، و منابع مختلف آهن،بر غلظت آهن خاک تحت کشت اسفناج (میلی گرم بر کیلوگرم)

V۱. ۵ F۵ S۳	V۰.۷ ۵ F۵ S۳	V۰ ۵ F۵ S۳	V۰.۱ ۵ F۵ S۰	V۰.۷ ۵ F۵ S۰	V۰ ۵ F۵ S۰	V۱. ۵ F۲.۵ S۳	V۰.۷ ۵ F۲.۵ S۳	V۰ ۵ F۲.۵ S۳	V۱. ۵ F۲.۵ S۰	V۰.۷ ۵ F۲.۵ S۰	V۰ ۵ F۲.۵ S۰	V۱. ۵ F۰ S۳	V۰.۷ ۵ F۰ S۳	V۰ ۵ F۰ S۳	V۱. ۵ F۰ S۰	V۰.۷ ۵ F۰ S۰	V۰ ۵ F۰ S۰
۶۱/ ۲ ab	۰۴/ ۲ cde	۵۰/ ۱ f	۱۰/ ۲ cde	۹۹/ ۱ de	۳۸/ ۱ f	۳۱/ ۲ Bcd	۰۹/ ۲ cde	۶۹/ ۱ ef	۲۹/ ۲ bcd	۴۸/ ۲ abc	۶۷/ ۱ ef	۲۴/ ۲ bcd	۴۰/ ۲ bcd	۹۸/ ۱ de	۹۰/ ۲ a	۷۵/ ۱ ef	۳۳ /۱ f

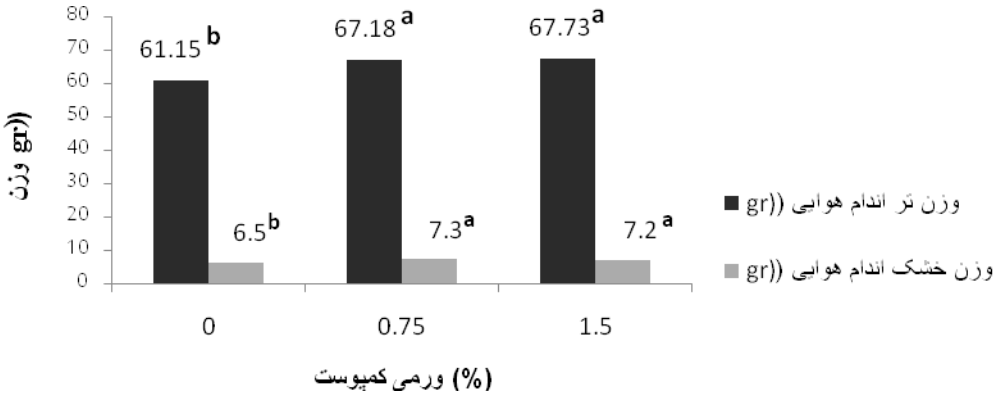
کاشت بذر اسفناج در تاریخ ۱۰/۱۰/۹۳ انجام شد. طی دوره رشد گلدانها در حد ظرفیت زراعی به روش توزین نگه داری شدند. ۶۳ روز پس از کاشت در تاریخ ۱۳/۱۲/۹۳ برداشت صورت گرفت. نمونه های گیاهی (شامل اندام هوایی و ریشه) پس از توزین به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به منظور تعیین وزن خشک قرار گرفتند. نمونه برداری از خاک گلدانها انجام شد و نمونه ها جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند. در نهایت آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم افزارهای SPSS و MSRTAT C انجام شد.

نتایج و بحث

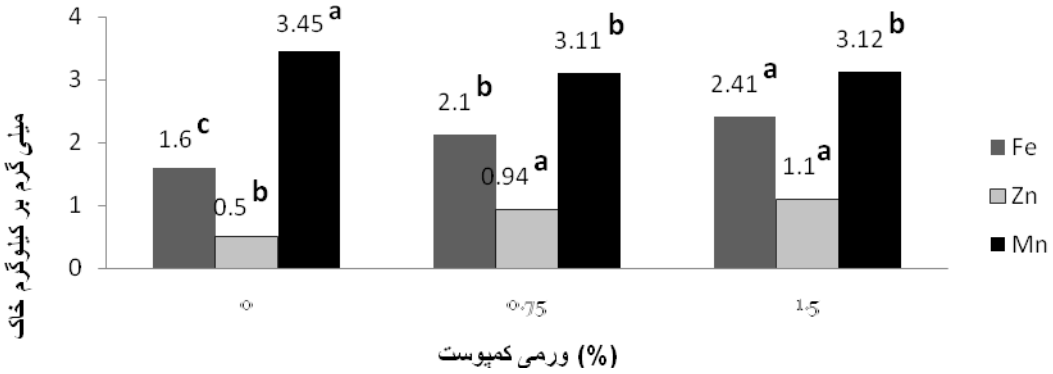
بر اساس داده های جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر تیمار ورمیکمپوست بر وزن تر و خشک اندام هوایی اسفناج در سطح ۵ درصد آماری و بر غلظت آهن، روی و منگنز خاک پس از برداشت اسفناج در سطح یک درصد آماری معنی دار بود. اثر تیمار سکوسترین تنها بر وزن تر و خشک اندام هوایی در سطح ۵ درصد آماری معنی دار بود. کاربرد سولفات آهن بر پارامترهای مورد مطالعه اثر معنی داری نداشت. بررسی اثر متقابل کاربرد ورمیکمپوست، سولفات آهن و سکوسترین نشان داد که تنها اثر متقابل سه گانه کاربرد تیمارها بر غلظت آهن خاک پس از برداشت اسفناج معنی دار بود.

مقایسه میانگین اثر ورمیکمپوست بر وزن تر و خشک اندام هوایی اسفناج نشان داد که با افزایش درصد ورمیکمپوست وزن اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری داشت (شکل ۱). بیشترین وزن تر در تیمار سطح ۵/۱ درصد ورمیکمپوست مشاهده شد که از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با سطح ۷۵/۰ درصد نداشت. پیوستوهمکاران ۲۰۰۷ گزارشکردندکهکاربرد ورمی کمپوست،عملکرداسفناجرادرمقایسهبا سطحبدونکاربردورمی کمپوستبه طورمعنیداریافزایش داد.نتایج حاصل از آزمایشی روی گیاه دارویییاسفرزهنیزنشانداد‌کهبهکارگیریورمیکمپوستبانسبت ۱:۲۰ در خاک باعث افزایش ۵/۲۳ درصدی رشد و عملکردگیاه میشود که در این صورت، عناصر غذایی به صورت قابل جذببهمقداربیشتریدراختیارگیاهقرارمی گیرد (Astaraei ۲۰۰۶).

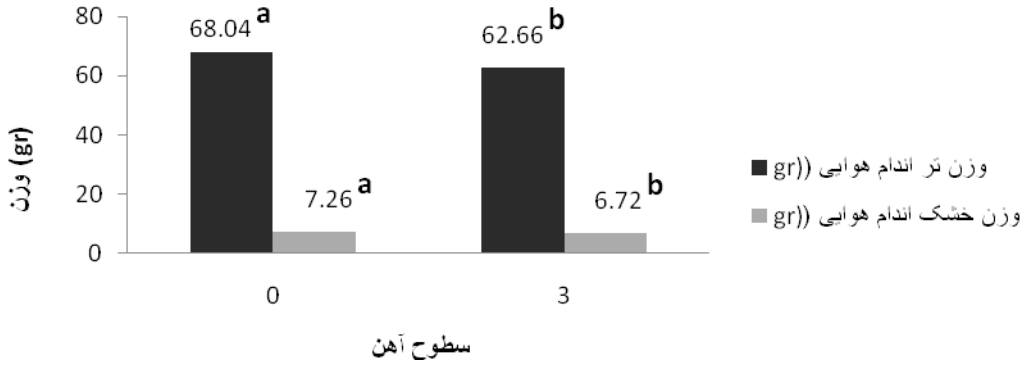
با افزایش سطح ورمیکمپوست غلظت آهن و روی خاک پس از برداشت اسفناج نسبت به شاهد افزایش داشت (شکل ۲). بیشترین غلظت آهن و روی در تیمار ۵/۱ درصد ورمیکمپوست مشاهده شد، هر چند غلظت روی خاک در سطح ۵/۱ درصد با سطح ۷۵/۰ درصد ورمیکمپوست از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشت. طیمطالعه ایگزارششد که تجمع روی و مس در خاکهای غنی شده با ۴۰۰ گرمورمیکمپوستدرکیلوگرمخاك،نسبتبهشاهدافزایش معنی داریپیداکرد(Ridvan ۲۰۰۴).غلظت منگنز قابل جذب خاک با فزایش سطح ورمیکمپوست نسبت به شاهد به طور معنی داری کاهش یافت.



شکل۱ - اثر سطوح مختلف ورمیکمپوست بر وزن تر و خشک اندام هوایی اسفناج



شکل۲ - اثر سطوح مختلف ورمیکمپوست بر غلظت عناصر کم مصرف در خاک پس از کشت اسفناج



شکل۳- اثر سکوسترین بر وزن تر و خشک اندام هوایی اسفناج

بررسی اثر سکوسترین بر وزن تر و خشک اندام هوایی (شکل ۳) نشان داد که افزایش سطح سکوسترین به صورت معنی داری باعث کاهش عملکرد اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد (سطح صفر سکوسترین) شد.مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای ورمی

کمپوست، و منابع مختلف آهن،بر غلظت آهن خاک (جدول ۳) نشان داد که بیشترین غلظت آهن در تیمار $V_{1.5}$ F.S. مشاهده شد که با تیمار $V_{1.5}$ F_5S_3 از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشت. که این امر میتواند نشان دهنده نقش قابل توجه ورمیکمپوست در افزایش غلظت آهن قابل جذب گیاه باشد.

منابع

اکبرینیا،ا.،قلاوند،ا.وشریفی،ا.۱۳۸۳. تأثیرسیستمهایمختلف تغذیهبرخواصخاك،جذبوغلظتعناصرتوسطگیاهدارویی زنیانوعملکردآن.مجلهپژوهشوسازندگی. شماره ۶۲، صفحه های ۱۱ تا ۱۳.

فتحیامیرخیز،ک.،امینیدهقی،م.،مدرسثانوی،س. وحشمتی،س. ۱۳۹۰.اثرکاربردخاکی برگی عنصر آهن بربرخیخصوصیاتبیوشیمیاییگلرنگ. *Carthamus tinctorius L* تحتدورژیمرطوبتی.مجلهعلومگیاهانزراعیایرانجلد ۳، شماره ۴۲،صفحه های ۵۰۹ تا ۵۱۹.

عرفانی،ف.،حسندخت،م.،برزگر،م. وجباری،ع. ۱۳۸۵ .تعیینومقایسهبرخیازموادمغذیهفترقم اسفناج ایرانی.مجلهعلوم و صنایع غذایی. جلد ۲، شماره ۳، صفحه های ۲۷-۳۴.

Astaraei A. ۲۰۰۶. Effect of municipal solid waste compost and vermicompost on yield and yield components of Plantago ovata. Iranian Journal of Medicinal and Aromatocic Plants, ۳: ۱۸۰-۱۸۷.

Jeybal H., Kupposwany G. ۲۰۰۱. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and itsvosponsec in rice-legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronomy, ۱۵: ۱۵۳-۱۷۰.

Malakouti M.J. ۱۹۹۷. The effects of using balabced fertilizers and the role of microelements in qualitative andquantitative improvement of agricultural products and the environment.Pp. ۴۸-۵۲. Proceedings of the ۲nd nationalconference on the effectiveuse of fertilizers and toxins.

Mirzaei R., Kambozia J., Sabahi H., Mahdavi A. ۲۰۰۹.Effect of different organic fertilizers on soilphysicochemical properties, production and biomass yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Iranian Journal of CropsResearches, ۷(۱): ۲۵۷-۲۶۷.

Peyvast G.H., OlfatiJ.A.,MadeniS., ForghaniA. ۲۰۰۷. Effect of vermicompost on the growth and yieldofspinach (*Spinacia oleracea* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment, ۶(۱): ۴۳-۵۰.

Ridvan K. ۲۰۰۴ Cu and Zn accumulation in earth worm Lumbricus terrestrist in sewag sludge amended soil and fraction of Cu and Zn casts and surrounding. Soil Science, ۲۲: ۱۴۱- ۱۴۵.

WuH., Li L., Du J., Yuan Y., Cheng X., Ling H.Q. ۲۰۰۵. Molecular and Biochemical Characterization of the Fe(III) Chelate Reductase Gene Family in Arabidopsis thaliana. Journal of Plant Cell Physiol, ۴۶(۹):۱۵۰۵-۱۵۱۴.

Abstract

In order to investigate the effect of vermicompost and Iron ($FeSo_4$ and sequsterin) application on Spinach yield and concentration of micronutrientsin post-harvest soil, a factorial experiment in a randomized completeblock design with three replications was conducted in ۲۰۱۵. Treatments included vermicompost levels (۰, ۰.۷۵ and ۱.۵ %) and iron ($FeSo_4$ ۰, ۲.۵ and ۵ mg/kg) and Iron-chelate (sequsterin ۰ and ۳mg/kg). Results showed that, influence of vermicompost application on wet and dry weight of shoot and on the concentrations of Fe, Zn and Mn in soil was significant which had an incremental trend at whole cases except Mn. Iron-sulfate application had not significant effect on the studied parameters. But Fe-chelateapplication significantly affected wet and dry weight of spinach shoot. Interaction effects of all treatments was only significant on post-harvest soil Fe.

برهمکنش باکتری‌های محرک رشد با لیگاند سیدروفور (DFOB) بر برخی خواص رویشی گیاه ذرت در یک خاک آلوده به فلزات سنگین

حمیده نعمتی [۱]، محسن حمیدپور [۲]، پیمان عباس زاده دهجی [۳]، حمیدرضا روستا [۲]
۱.دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان ۲.دانشیار، عضو هیئت علمی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان
۳.استاد یار، عضو هیئت علمی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده
در این پژوهش اثر باکتری‌های محرک رشد و لیگاند سیدروفور (DFOB) برخواص رویشی گیاه ذرت در یک خاک آلوده به عناصر سنگین، در آزمایشی درقالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل باکتری‌های محرک رشد در ۴ سطح (عدم تلقیح و تلقیح با سودوموناس‌های فلورسنت جدایه‌های P۱۸، P۱۵ و P۱۹) و تیمار لیگاند DFOB در ۳ سطح (۰ و ۷۰ و ۱۴۰ میکرومولار) بود. پس از کشت گیاه در گلدان‌ها و تلقیح باکتری صورت گرفت. بعد ازگذشت ۴۵ روز تیمار لیگاند نیز اضافه و گیاه پس از مدت ۶۰ روز برداشت شد. نتایج نشان داد کاربرد تیمار باکتری وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع را نسبت به شاهد افزایش داد و کاربرد کلات باعث افزایش وزن خشک ریشه نسبت به شاهد شد.

واژه های کلیدی: گیاه پالایی، باکتری‌های محرک رشد، لیگاند آلی، سیدروفور

مقدمه
آلودگی خاك توسط فلزات سنگین مشکل زیست محیطی عمده در سراسر جهان محسوب می‌شود و خاك‌های آلوده به فلزات سنگین ممکن است سلامتی بشر و زیست بوم را به خطر بیندازند. پالایش خاك‌های آلوده به فلزات سنگین موضوع بحث برانگیزی است، زیرا فلزات سنگین قابل تخریب نیستند و خطر آنها به واسطه‌ی مقاومت تقریبا نامحدود آنها در محیط زیست می باشد.
گیاه پالایی یکی از فناوری‌هایی است که در آن از توانایی گیاهان و همزیستی گیاهان و میکروارگانیسم‌های خاک در جذب و پالایش آلاینده‌های خاک توسط گیاهان استفاده می‌شود(Zhang et al., ۲۰۱۰) . واکنش بین گیاهان و ریزجانداران مفید ریزوسفر می‌تواند تولید زیست توده و تحمل گیاه به فلزات سنگین را افزایش دهد بنابراین می‌تواند جزء مهّمی از تکنولوژی گیاه پالایی محسوب شود(Bernard and Glick , ۲۰۰۳) . باکتری‌های سودوموناس خاکزی به دلیل داشتن خصوصیاتی همچون تنوع کاتابولیکی توانایی بالا در کلونیزاسیون ریشه و قابلیت آنها در تولید محدوده‌ی وسیعی از آنزیمها (از جمله ACC- دِآمیناز)، سیدروفورها و مواد متابولیک از اهمیّت ویژه‌ای برخوردار هستند و از این نظر جزء مهمترین و پرشمارترین اعضاء جمعیت باکتریایی ریزوسفر محسوب می‌شوند (Glick, ۲۰۱۰).
در روش گیاه پالایی گزینش گیاه مناسب اهمیت ویژه‌ای دارد و به وضعیت اقلیمی منطقه و نوع و مقدار آلودگی خاک وابسته است؛ زیرا گونه‌های گیاهی مختلف توانایی متفاوتی در انباشت فلزات سنگین دارند. همچنین توانایی اندوزش فلز در بین واریته‌های مختلف یک گونه متفاوت است (رشیدشمالی و همکاران، ۱۳۹۱). برخی از گیاهان قادر به تحمل غلظت‌های بالای فلزات در خاک می‌باشند. این گیاهان که استثنائا فلزات را در غلظت‌های بالا در قسمت اندام هوایی به ویژه برگ‌ها نسبت به ریشه‌ها و بدون بروز هر گونه علایم سمیت فلز تجمع می‌دهند، گیاهان بیش اندوز[۱۰۵] نام دارند (Baker, ۱۹۸۱). بررسی‌ها نشان داده است که با اینکه گیاهان بیش اندوز قادرند مقادیر زیادی از فلزات را در خود تغلیظ کنند اما به دلیل رشد کند و تولید زیست توده پایین برای فرایند گیاه پالایی از نظر کاربردی چندان مناسب نیستند اما در مقایسه، گیاهان با جذب کمتر و تولید زیست توده بالاتر می‌توانند در فرایند گیاه پالایی مناسب تر باشند (Sahmurova et al., ۲۰۱۰).
سیدروفورها لیگاندهای آلی با وزن مولکولی کم هستند که درشرایط کمبود آهن به وسیله ریز جانداران‌های و ریشه برخی از گیاهان ترشح شده تا با کلات کردن آهن محلول خاک، قابلیت جذب آن را افزایش دهند.اغلب باکتری‌های هوازی و نیمه‌هوازی و قارچ‌ها توانایی تولید سیدروفور را دارند.گونه‌های متفاوتی از سیدروفور گزارش شده است که مهمترین نوع آن سیدروفوردسفروکسامین بی (DFOB) می‌باشد. این سیدروفور به عنوان یک لیگاند ۶ دندانه از گروه‌های سیدروفور هایدروکسامیت با سه گروه عامل هایدروکسامیک اسید هر یک با دو اتم دهنده الکترون می باشد.(Varma and Chincholkar, ۲۰۰۷)
هدف از این پژوهش بررسی نقش باکتری‌های محرک رشد و لیگاند سیدروفور و برهمکنش عوامل کلات کننده و باکتری‌های محرک رشد بر خواص رویشی گیاه ذرت یک خاک آلوده به عناصر سنگین بود.

[۱۰۵] Hyperaccumulator

مواد و روش‌ها

این آزمایش در محیط گلخانه و در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل، باکتری‌های محرک رشد گیاه در ۴ سطح (عدم تلقیح و تلقیح با سودوموناس‌های فلورسنت جدایه‌های P۱۵، P۱۸ و P۱۹) و تیمار لیگاند سیدروفور(DFOB) در ۳ سطح (۰ و ۷۰ و ۱۴۰ میکرومول) استفاده شد. پس از تهیه یک خاک آلوده به فلزات سنگین کادمیم، سرب و روی از اطراف کارخانه روی زنجان، نمونه‌های یک کیلوگرمی از خاک آماده شد و به گلدان‌ها منتقل گردید. در هر گلدان تعداد ۵ عدد بذر گیاه کشت شد و تلقیح باکتری های محرک رشد به گلدان‌ها هنگام کاشت با جمعیت 10^8 سلول به ازای هر بذر صورت گرفت. بعد از چند برگی شدن گیاه، بوته‌های اضافی در هر گلدان حذف گردید، ۳ بوته در هر گلدان نگهداری شد. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر به صورت روزانه و بر اساس ۸۰ درصد ظرفیت زراعی انجام گردید. تیمار لیگاند آلی سیدروفور پس از استقرار کامل گیاه پس از ۴۵ روز از کشت گیاه به صورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه گردید. گیاهان پس ازگذشت ۶۰ روز برداشت شدند و پس ازاتمام دوره رشد،'گیاهان ازسطح خاک قطع شده و سپس شاخص‌های رویشی شامل وزن خشک اندام هوایی و ریشه، ارتفاع، اندام هوایی و شاخص سبزینگی (SPAD) اندازه‌گیری شد.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS ۹.۱ مورد تجزیه وتحلیل قرارگرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد(P ۰.۰۵) انجام شد.

نتایج و بحث

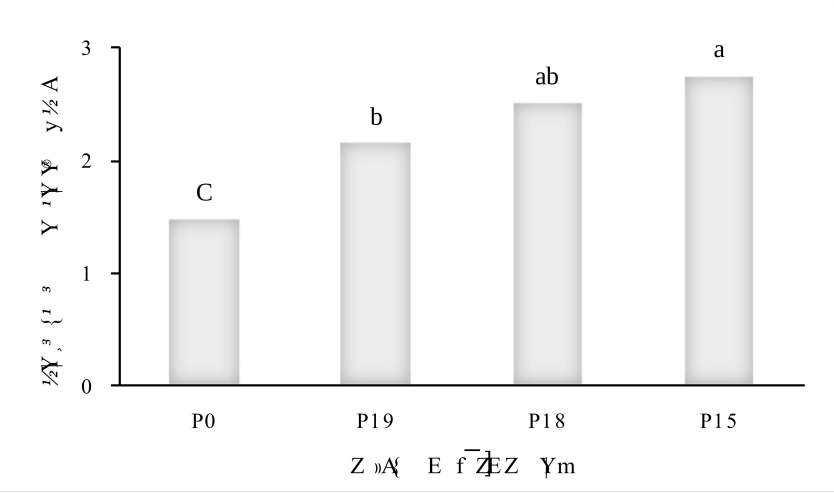
بر اساس نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس اثر اصلی کلات، وزن خشک ریشه و ارتفاع را تحت تأثیر قرار داد. همچنین تیمار باکتری بر وزن خشک ریشه و اندام هوایی و ارتفاع مؤثر بود اما هیچ یک از تیمارها تأثیر معنی‌داری بر شاخص سبزینگی (SPAD) نداشتند.

نتایج نشان داد برهمکنش بین تیمارهای کلات و باکتری هیچ یک از صفات وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع و شاخص سبزینگی راتحت تأثیر قرار ندادند.

وزن خشک اندام هوایی

نتایج مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن نشان داد، کاربرد تیمار باکتری باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی نسبت به شاهد (عدم تلقیح باکتری) می‌شود. همچنین جدایه‌های مختلف باکتری سودوموناس نیز تفاوت معنی‌داری با یکدیگرداشتند (شکل ۱).

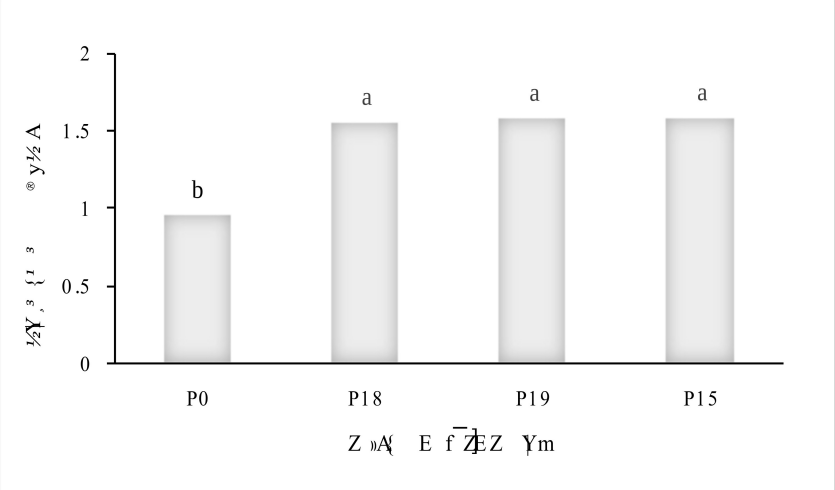
باکتری‌های محرک رشد گیاه، جذب عناصر غذایی برای رشد گیاه را از طریق مکانیسم‌های متعددی نظیر تثبیت زیستی نیتروژن، تولید هورمون‌های گیاهی، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، سیدروفورها، آنتی بیوتیک‌ها، تولید آنزیم Acc- دآمیناز و ممانعت از تولید اتیلن تنشی و انحلال فسفات‌های آلی و معدنی افزایش می‌دهند (Khan et al., ۲۰۰۸)؛ بنابراین میکروارگانیسم‌های ریزوسفری از طریق مکانیسم‌های مستقیم و غیرمستقیم می‌توانند زیست توده گیاهی و تحمل گیاهان را به فلزات افزایش دهند (Glick, ۲۰۰۳).



شکل ۱ - مقایسه میانگین جدایه‌های مختلف باکتری سودوموناس فلورسنت بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت

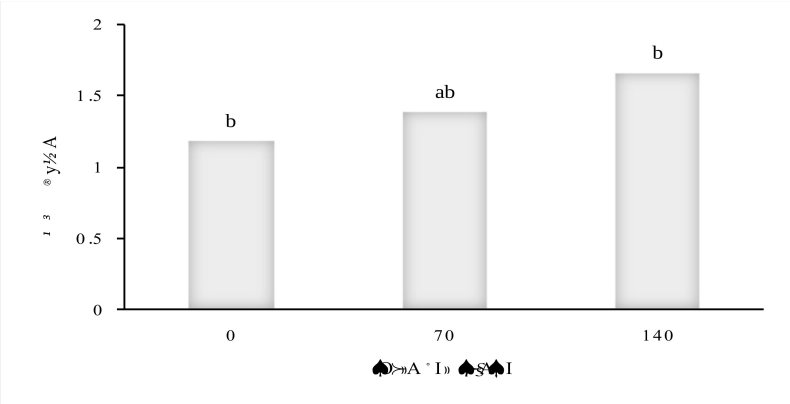
وزن خشک ریشه

نتایج مقایسه میانگین مرتبط با اثرات اصلی تیمار باکتری و کلات بر وزن خشک ریشه درشکل ۲ و ۳ نشان داده شده است. براساس این نتایج کاربرد باکتری باعث افزایش وزن خشک ریشه نسبت به شاهد (عدم تلقیح باکتری) شده اما جدایه‌های مختلف باکتری سودوموناس تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۲).



شکل۲- اثر جدایه‌های مختلف باکتری سودوموناس فلورسنت بر وزن خشک ریشه گیاه ذرت

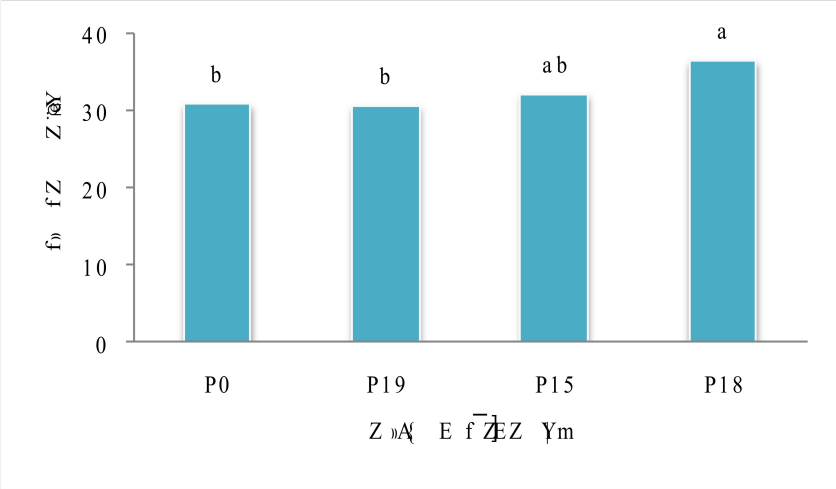
در خاک آلوده باکتری‌های محرک رشد به عنوان باکتری‌های کمک کننده میکوریزی عمل می‌کنند و با تولید آنزیم ACC- دآمیناز سطح اتیلن تنشی را در ریشه گیاه کاهش و به این ترتیب بر رشد و توسعه ریشه گیاه کمک می‌کنند (ملک زاده و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین وزن خشک ریشه مانند اندام هوایی مربوط به جدایه P_{15} باکتری سودوموناس می باشد. کاربرد کلات در سطوح مختلف باعث افزایش وزن خشک ریشه نسبت به شاهد (سطح صفر کلات) شده است و بیشترین وزن خشک مربوط به بالاترین سطح کلات (۱۴۰ میکرومولار) می‌باشد (شکل ۳). احتمالا کاربرد کلات در این سطح باعث افزایش قابلیت دسترسی عناصر کم مصرف برای گیاه و افزایش وزن خشک ریشه شده است.



شکل۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف سیدروفور بر وزن خشک ریشه گیاه ذرت

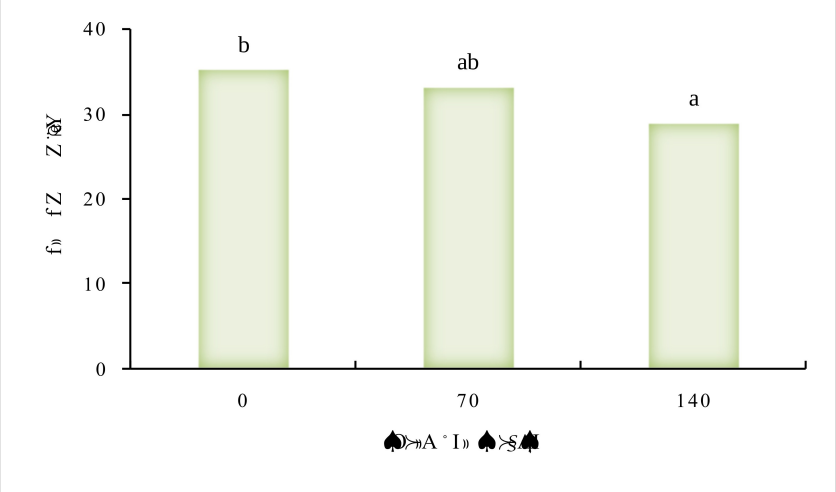
ارتفاع

نتایج مقایسه میانگین مرتبط با تأثیر تلقیح باکتری بر ارتفاع گیاه ذرت در شکل ۴ نشان می‌دهد که به جز جدایه P_{18}، تلقیح باکتری تأثیر معنی‌داری بر اتفاع ندارد.



شکل۴- مقایسه میانگین اثر جدایه‌های مختلف باکتری سودوموناس بر ارتفاع گیاه ذرت

همانطور که شکل ۵ نشان می‌دهد کاربرد کلات در سطوح مختلف باعث کاهش ارتفاع گیاه ذرت نسبت به شاهد درسطوح مختلف شده است. احتمالا افزودن کلات باعث افزایش قابلیت دسترسی عناصر سنگین و انتقال این عناصر به اندام هوایی گیاه شده و باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود.



شکل۵-مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف سیدروفور بر ارتفاع گیاه ذرت

منابع

رشید شمالی، آ. خداوردی لو، ح. صمدی، ع. ۱۳۹۱. بردباری گیاه و جذب فلز روی توسط بزخی از گیاهان وحشی در یک خاک آلوده به روی. نشریه آب و خاک. جلد ۲۶. شماره ۳. صفحه‌های ۷۱۷-۷۰۸.

ملک‌زاده، ا. علیخانی، ح. ع ثوابقی فیروزآبادی، غ. ر زارعی، م. ۱۳۹۰. برهمکنش قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و باکتری‌های PGPR مقاوم به کادمیوم در گیاه‌پالایی کادمیوم. نشریه آب و خاک. جلد ۲۵ شماره ۲ . صفحه‌های ۲۶۶-۲۷۴

Zhang H. H., Tang M. and Zheng C. ۲۰۱۰. Effect of inoculation with AM fungi on lead uptake, translocation and stress alleviation of *Zea mays* L. seedlings planting in soil with increasing lead concentrations. european journal of soil biology, ۴۶: ۳۰۶-۳۱۱.

Bernard R. and Glick B.R. ۲۰۰۳. Synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment Biotechnology Advances, ۲۱: ۳۸۳-۳۹۳.

Glick B.R. ۲۰۱۰. Using soil bacteria to facilitate phytoremediation. Biotechnology Advances, ۲۸: ۳۶۷-۳۷۴.

Sahmurova A., Celik M. and Allahverdiyev S. ۲۰۱۰. Determination of the accumulator plant in Kucukcekmece Lake (Istanbul). Africcan Journal of Biotechnology, ۳۹: ۶۵۴۵-۶۵۵۱.

Baker A. J. M. ۱۹۸۱. Accumulators and excluders-strategies in the response to heavy metals. Journal of Plant Nutrition, ۳: ۶۴۳-۶۴۵.

Varma A. and Chincholkar S (Eds). ۲۰۰۷. Microbial Siderophores. Springer-Verlag, B

Glick B. R. ۲۰۰۳. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment. Biotechnology Advances, ۲۱: ۳۸۳-۳۹۳.

Khan M. S., Zaidi A., Wain P. A. and Oves M. ۲۰۰۸. Role of plant growth promoting rhizobacteria in the remediation of metal contaminated soils. Environmental Chemistry Letters, ۷: ۱-۱۹.

Abstract

Heavy metal pollution of soil is a significant environmental problem and has its negative impact on human health and agriculture. In order to investigate the effectiveness of DFOB (chelating agent) and PGPR bacteria on some growth parameters of corn in a multi-element polluted soil, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized basic design with two factors of DFOB at ۳ concentrations (۰, ۷۰ and ۱۴۰ M) and PGPR bacteria isolates at ۴ levels (P۰ (control), P۱۵, P۱۸ and P۱۹) with three replications. Results indicated that applying factor PGPR bacteria increased dry weight of shoots, dry weight of roots and height compared to control and DFOB ligand increased root dry weight compared to control.

مطالعه سینتیک جذب مستوسطبقایای هرس درخت سیب و انگور

رقیه حمزه نژاد*[1] و ابراهیم سپهر [2]
دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه ۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه

چکیده
به منظور بررسی تاثیر زمان تماس بر کارایی حذف مس توسط بقایای هرس درخت سیب و انگور و بیوچار آن‌ها از محلول‌های آبی، آزمایشی بصورت بچ با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم برلیتر کادمیوم در زمان‌های مختلف (۰تا ۲۴۰دقیقه) انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش زمان تماس، کارایی حذف و ظرفیت جذب مس افزایش یافت. برازش داده‌های آزمایشی با مدل‌های شبه‌درجه‌اول، دوم و ایلویچ نشان داد که مدل شبه‌درجه‌دوم (R^2=۹۹/۰) نسبت به دو مدل دیگر برازش بهتری داشت و ظرفیت جذب مس مدل شبه‌درجه‌دوم برای بیوچار انگور و سیب به ترتیب ۱۰ و ۹ میلی‌گرم‌برگرم محاسبه گردید. مقایسه‌ی مقادیر ضرایب سرعت جذب k_1 و k_2 برای شبه‌درجه‌اول و دوم نشان داد که سرعت جذب مس بر روی جاذب انگور و بیوچار انگور سریعتر از جاذب سیب و بیوچار سیب می‌باشد.
واژه‌های کلیدی: بیوچار درخت سیب و انگور، سینتیک جذب، مس.

مقدمه
افزایش فلزات سنگین به محیط زیست در نتیجه توسعه سریع صنایع و تکنولوژی روز به روز در حال افزایش است و سمیت حاصل از این مواد و تجمع زیستی آن‌ها در زنجیره غذایی، تبدیل به یک تهدید جدی برای محیط زیست و سلامت بشر شده است. مس یکی از عناصر ضروری برای گیاهان و حیوانات است که مقدار زیاد آن برای تمامی موجودات زنده ایجاد سمیت می کند (Xu و همکاران، ۲۰۰۶). اگر مس بیش از حد نیاز به بدن برسد، با ایجاد اختلال در جذب آهن و روی، باعث کم خونی و فقر آهن می‌شود و بر باروری تاثیر منفی می‌گذارد. مقدار مجاز مس در آب شهری ۳/۱ ppm تعیین شده است (Zhuang et al., ۲۰۰۸). یکی از روش‌های مورد توجه برای حذف فلزات سنگین در چند سال نزدیک، جذب سطحی به وسیله‌ی جاذب‌های ارزان قیمت طبیعی است که به عنوان یک روش اقتصادی استفاده می‌شود. از مزایای این روش، امکان جذب انتخابی، امکان احیاء و بازیابی فلزات، بالا بودن نسبی سرعت فرایند عدم تولیدنشدن لجن است (El-Said, ۲۰۱۰). جذب فلزات سنگین توسط مواد لیگنوسلولزی ممکن است به علت وجود کربوهیدرات‌ها و ترکیبات فنلی بوده که با داشتن گروه‌های کربوسیل، هیدروکسیل، سولفات، فسفات و آمینی در ساختار خود با یون‌های فلزی پیوند تشکیل داده و منجر به حذف این عناصر از پساب میگردند (Bulut and Tez, ۲۰۰۶). حذف سرب از محلول آبی با کربن فعال به دست آمده از الیاف نیشکر و خاك اره، در سال ۲۰۰۶ توسط Giraldo و همکارانش انجام شد که میزان جذب سرب در pH بهینه ۵ به ترتیب معادل ۶ و ۶/۳ میلی گرم سرب بر گرم جاذب در غلظت ۱۲۰ و ۵ میلی‌گرم بر لیتر و زمان تعادل ۶۰ دقیقه به دست آمد. هدف از این پژوهش مطالعه سینتیک جذب مس توسط دو جاذب درخت سیب و انگور و بیوچار آن‌ها و تعیین اثر زمان تماس بر ظرفیت جذب مس از محلول های آبی است.

مواد و روش‌ها
در این آزمایش بقایای هرس سیب و انگور جمع آوری و پس از هواخشک نمودن به قطعات یک سانتی متری خرد و توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد رطوبت آنها گرفته شد. سپس با آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شدند. از آنجایی که سطح تماس ذرات در جذب فلزات سنگین موثر است، به منظور کنترل اثر این متغیر، ذرات از الك با مش های ۳۵ (کمتر از نیم میلی‌متر) عبور داده شدند. سپس با آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شدند. از آنجایی که سطح تماس ذرات در جذب فلزات سنگین موثر است، به منظور کنترل اثر این متغیر، ذرات از الك با مش‌های ۳۵ (کمتر از نیم میلیمتر) عبور داده شدند. برای تهیه بیوچار درخت سیب و انگور، بقایای هرس بعد از خشک شدن در آون، در کوره بدون حضور اکسیژن در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت به بیوچار تبدیل شدند. سپس با آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شده و ذرات از الك با مش های ۳۵ (کمتر از نیم میلیمتر) عبور داده شدند.

برای بررسی سینتیک جذب فلز مس بر روی درخت سیب و انگور و بیوچار آن‌ها، مقدار ۱/۰گرم از پودر درخت سیب و انگور و بیوچار آن‌ها را در لوله‌های آزمایش ریخته و ۱۰ ml از محلول ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مس با قدرت یونی ۰/۰۳ مولار $NaNO_3$ به آن افزوده و در زمان‌های مختلف (۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ ثانیه و ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۹۰، ۲۴۰، ۱۲۰ دقیقه) شیک گردیدند. پس از جداسازی محلول رویی توسط سانتریفیوژ، مقدار مس با استفاده از دستگاه جذب اتمی قرائت شد. کارایی حذف کادمیم توسط نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی، در زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. درصد حذف کادمیوم (RE) و ظرفیت جذب(q) به ترتیب با استفاده از روابطه (۱) و (۲) بدست می آید:

$$*(V/m)q_e=(C_i-C_e)\times 100 \quad (1) \qquad RE=(Ci-Ce/Ci) \quad (2)$$

C_i و C_e به ترتیب غلظت اولیه و غلظت نهایی کادمیوم ($mg\ L^{-1}$)،q مقدار یون جذب شده ($mg\ g^{-1}$)، m جرم جاذب (گرم) و v حجم محلول(لیتر) است. سپس نتایج بر روی معادلات شبه درجه اول، شبه درجه دوم و ایلویچ برازش داده شد.

معادله شبه درجه اول:

$$\text{Log}(q_e-q_t)=\text{Log}q_e-k_1t/2.303 \quad (3)$$

معادله شبه درجه دوم:

$$t/q_t=(1/K_2q_e^2)+t/q_e \quad (4)$$

معادله ایلوویچ:

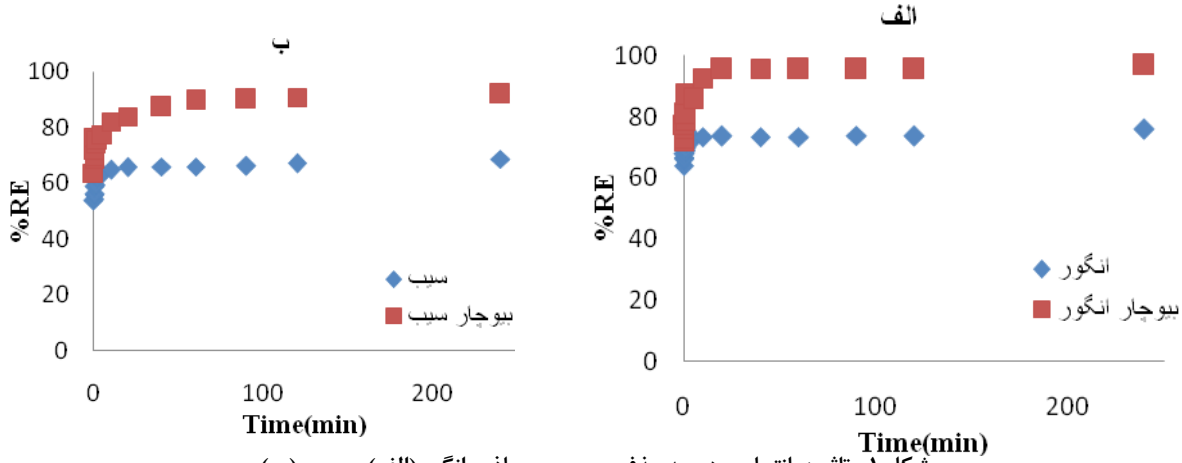
$$q_t=(1/\beta)\text{Ln}(\alpha)+(1/\beta)\text{Ln}t \quad (5)$$

که k_1 و K_2، ثابت‌های سرعت جذب (گرم بر میلی‌گرم بر دقیقه)، q_e و q_tبه ترتیب ظرفیت جذب در زمان تعادل و زمان t (میلی‌گرم بر گرم)، α (میلی‌گرم بر گرم بر دقیقه) و β/۱(میلی‌گرم بر گرم)، ظرایب معادله ایلوویچ می‌باشند.

نتایج و بحث

تاثیر زمان تماس

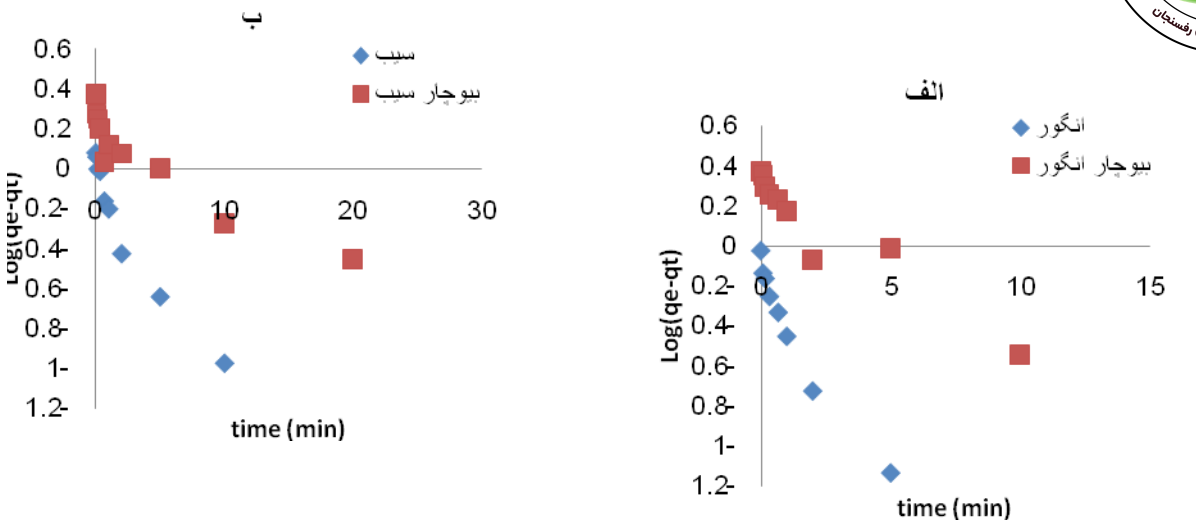
شکل (۱) کارایی حذف مس در زمان‌های مختلف توسط جاذب‌های سیب و انگور و بیوچار آن‌ها را نشان می‌دهد. کارایی حذف مس توسط بیوجاذب‌ها با افزایش زمان تماس افزایش و در یک زمان مشخص ثابت ماند. با افزایش زمان تماس از ۰ به ۲۰ دقیقه در بیوچار انگور، کارایی حذف از ۷۲% به ۹۶% افزایش یافت و پس از گذشت ۲۰ دقیقه، کارایی فرایند تغییر چندانی نکرد، همچنین در بیوچار سیب با افزایش زمان تماس از ۰ به ۴۰ دقیقه، کارایی حذف از ۶۴% به ۸۸% افزایش یافت و پس از گذشت ۴۰ دقیقه، تعادلی بین یون‌های مس و جاذب ایجاد گردید که نتیجه کاهش سایت‌های فعال با گذشت زمان میباشد. به طور کلی با افزایش زمان واکنش، زمان تماس میان یون‌های آلاینده و جاذب افزایش یافته و یون‌ها زمان بیشتری را برای اتصال مکان‌های جذب موجود بر سطوح ذرات دارند. زمان تعادل برای جاذب انگور و سیب نیز به ترتیب در زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه بدست آمد. برای بیوچار انگور در مقایسه با بیوچار سیب زمان تعادل کمتر و کارایی حذف بالا بود. El-Said (۲۰۱۰) در زمان تعادل ۲ ساعت، بیشینه میزان حذف ۲۰ میلی گرم بر لیتر سرب را ۸۷ درصد به وسیله‌ی شلتوک برنج و ۹۵ درصد به وسیله‌ی بیوچار آن گزارش کرد. همچنین Ghasemi و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای از بیوچار درخت انگور برای حذف نیکل از محلول‌های آبی استفاده کردند و مشاهده نمودند که در ابتدای آزمایش با افزایش زمان تماس، میزان حذف نیکل به شدت افزایش یافت و پس از گذشت ۲۰ دقیقه از آزمایش، میزان حذف تغییر چندانی نکرد و به تعادل رسید.



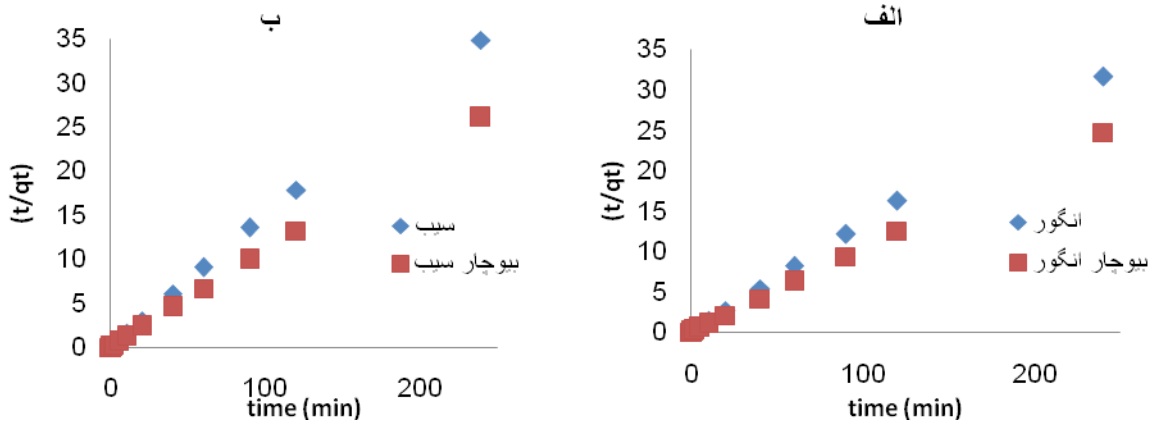
شکل ۱- تاثیرزمانتماسبردرصدحذفمس بر روی جاذب انگور (الف) و سیب (ب)

سینتیک جذب

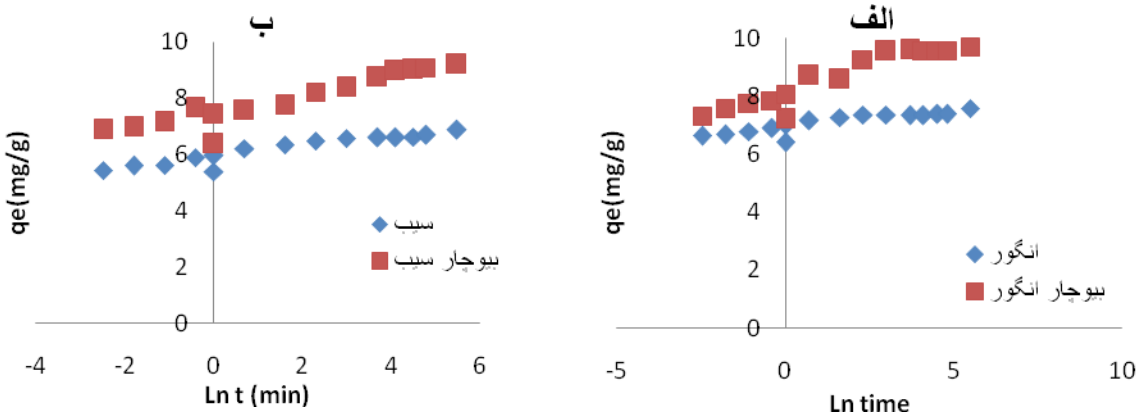
معادلات سینتیکی شبه درجه اول و دوم و ایلوویچ با داده‌های حاصل از آزمایش‌های سینتیک جذب در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مس برازش داده شد. شکل های ۲، ۳ و ۴ به ترتیب نتایج مطالعه سینتیکی شبه درجه اول و دوم و ایلوویچ را در فرایند جذب در حضور جاذب انگور و سیب و بیوچار آن‌ها نشان می‌دهد. در جدول ۱ نیز نتایج حاصل از برازش داده‌ها بر روی مدل‌های سینتیکی ارائه شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، مدل‌های شبه درجه دوم (R^2=۹۹/۰) نسبت به شبه درجه اول (R^2=۸۶/۰-۹۴/۰) و ایلوویچ (R^2=۷۸/۰-۸۹/۰) برازش بهتری یافته اند و فرایند جذب از مدل شبه مرتبه دوم تبعیت کرد.



شکل ۲- برازشمدلسینتیک شبه درجه اولبرداده‌هایجذبمس بر روی جاذب انگور (الف) و سیب (ب)



شکل ۳- برازشمدلسینتیک شبه درجه دومبرداده‌هایجذبمس بر روی جاذب انگور (الف) و سیب (ب)



شکل ۴- برازشمدلسینتیک ایلوویچبرداده‌هایجذبمس بر روی جاذب انگور (الف) و سیب (ب)

سینتیك جذب برای تعیین مکانیسم کنترل فرایندهای جذب سطحی استفاده می شود. در مدل شبه درجه اول سرعت تغییرات برداشت جسم حل شده در زمان بطور مستقیم متناسب با تغییرات در غلظت اشباع و مقدار برداشت جاذب با زمان میباشد. در حالیکه مدل شبه درجه دوم بر اساس ظرفیت جذب فاز جامد می‌باشد و سرعت جذب را وابسته به جذب شیمیایی فرض می کند. مقایسه‌ی مقدار ضرایب سرعت k_1 و k_2 برای شبه درجه اول و دوم برای دو جاذب انگور و سیب نشان داد که سرعت جذب سطحی

مس بر روی جاذب انگور و بیوچار انگور سریعتر از جاذب سیب و بیوچار سیب می‌باشد (جدول ۱). همچنین مقدار ظرفیت جذب (q_e) از معادله شبه درجه دوم برای بیوچار انگور و سیب به ترتیب ۱۰ و ۹ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد که بیانگر ظرفیت جذب بالای بیوچار انگور در مقایسه با بیوچار سیب می‌باشد. مقدار q_e شبه درجه اول با مقدار q_e داده‌های آزمایش هم‌خوانی ندارد که دلیل این امر را می‌توان ناتوانی معادله شبه درجه اول در برازش داده‌های آزمایش و وجود تاخیر زمانی به علت لایه پیوندی یا مقاومت خارجی در شروع فرایند جذب دانست. در اکثر مطالعات، مدل شبه درجه اول برازش خوبی از داده‌های آزمایش را نمی‌دهد و مقدار q_e را کم‌براورد می‌کند، در حالیکه مدل شبه درجه دوم برخلاف سایر معادلات، برازش خوبی برای طیف وسیعی از مطالعات ارائه می‌نماید (Reddad et al., ۲۰۰۲).

جدول ۱- نتایج حاصل از برازش داده‌ها بر روی مدل‌های سینتیکی جذب

مدل سینیتیکی	ظرایب ثابت مدل	انگور	بیوچار انگور	سیب	بیوچار سیب
شبه درجه اول	K_1 ($g.mg^{-1}\ min^{-1}$)	۴۸/۰	۱۹/۰	۲۴/۰	۰۸/۰
	q_e($mg\ g^{-1}$)	۶۹/۰	۹۶/۱	۹۳/۰	۵۹/۱
	R^2	۹۴/۰	۹۱/۰	۹۲/۰	۸۶/۰
شبه درجه دوم	K_2 ($g\ mg^{-1}\ min^{-1}$)	۳۰/۰	۳۰/۰	۲۳/۰	۱۵/۰
	q_e(mgg^{-1})	۸	۱۰	۷	۹
	R^2	۹۹/۰	۹۹/۰	۹۹/۰	۹۹/۰
ایلویچ	α ($mgg^{-1}min^{-1}$)	$۷۸/۱\times۱۰^{۲۰}$	$۳۶/۱\times۱۰^{۹}$	$۹۰/۲\times۱۰^{۱۱}$	$۰۲/۱\times۱۰^{۸}$
	β ($g\ mg^{-1}$)	۱۲/۰	۳۵/۰	۱۹/۰	۳۳/۰
	R^2	۷۸/۰	۸۸/۰	۸۹/۰	۸۷/۰

به طور کلی جاذب‌های آلی انگور و سیب و بیوچار آن‌ها کارایی نسبتا بالایی در جذب و حذف کادمیوم از محلول های آبی را داشتند و کارایی حذف انگور و بیوچار آن نسبت به سیب و بیوچار سیب بیشتر بود. با افزایش زمان تماس، راندمان جذب افزایش یافت و زمان تعادل برای جاذب انگور و سیب و بیوچار انگور و سیب به ترتیب ۱۰، ۲۰، ۲۰ و ۴۰ بدست آمد. همچنین در بین معادلات سینتیکی برازش داده شده برای جذب کادمیوم، مدل شبه درجه دوم با R^2=۹۹/۰ در مقایسه با مدلشبه درجه اولوایلویچ برازش بهتری یافت.

منابع

Bulut Y. and Tez Z. ۲۰۰۶. Removal of heavymetals from aqueous solution by sawdustadsorption. Journal of environmental Sciences, ۱۹(۲):۱۶۰-۱۶۶.

El-Said A.G. ۲۰۱۰. Biosorption of Pb (II) ions fromaqueous solutions onto rice husk and its ash.Journal of American Science, ۶(۱۰):۱۴۳-۱۵۰.

Ghasemi N., Ghasemi M. and Khosravi-Fard Y. ۲۰۱۳. The Sorption of Ni(II) by Grape Shell Ash from Aqueous Solution: Kinetic and Thermodynamic Studies. Indian Journal of Materials Science, Volume ۲۰۱۳, Article ID ۲۴۸۱۳۸, ۶ pages.

Giraldo L. and Moreno J.C. ۲۰۰۸. Pb (II) and Cr (VI)adsorption from aqueous solution on activated carbons obtained from sugar cane husk andsawdust, Analytical and Applied Paralysis,۸۱ : ۲۷۸-۲۸۴.

Reddad Z., Gerente C., Andres Y. and le Cloirec P. ۲۰۰۲. Adsorptionof several metal ions onto a low-cost biosorbent: kinetic andequilibrium studies. Environmental Science and Technology, ۳۶(۹): ۲۰۶۷-۲۰۷۳.

Xu J., Yang L., Wang Z., Dong G., Huang J. and Wang Y. ۲۰۰۶. Toxicity of copper on ricegrowth and accumulation of copper in rice grain in copper contaminated soil. Journal of chemosphere, ۶۲: ۶۰۲-۶۰۷.

Zhuang H.L., Zheng G.P. and Soh A.K. ۲۰۰۸. Interactions between transition metals anddefectivecarbon nanotubes.Computational Materials Science, ۴۳: ۸۲۳-۸۲۸.

Abstract

To investigate theeffect of contact time on adsorption capacity and removal efficiency by grape and apple and their biocharsfrom aqueous solutions, a batch experiment was conducted with initial concentration of ۱۰۰ mg L^{-1} of cadmium at different times (۰ to ۲۴۰ minutes). The results showed thatthe removal efficiency and adsorption capacity were enhanced with increasing contact time. Among adsorption kinetics models, pseudo first order, pseudo second order and Elovich, pseudo second order model was better fitted for experimental data (R^2= ۰.۹۹)

andadsorption capacities for Cd(II) in pseudo second order model, were ۱۰ and ۹ mg g^{-1} for grape and apple biochars respectively.The $k_1$and $k_2$values of pseudo first order and pseudo second order models confirming that the rate of biosorption is faster at grape and its biochar compared to apple pruning residue and its biochar.

انتخاب پلی‌مر آلی مناسب برای بهبود خصوصیات خاک در عرصه‌های مارنی مناطق خشک و نیمه‌خشک

علی‌رضا واعظی [۱]، ساناز توحیدلو [۲]، سعیده مرزوان [۳]
۱- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۳- دانشجوی دکتری فیزیک وحفاظت خاکگروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده

مارن‌ها از جمله سازندهای زمین‌شناسی حساس به فرآیندهای فرسایشی هستند. بکارگیری اصلاح کننده‌های خاک برای مهار فرسایش در این عرصه‌ها ضروری است. به‌منظور مقایسه اثرات پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌ونیل‌استات در اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک مارنی، محلول پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌ونیل‌استات در چهار سطح (صفر، ۳۳/۳۳، ۶۶/۶۶ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) با چهار تکرار به سطح ۳۲ جعبه محتوی نمونه خاک مارنی در سه نوبت پاشیده شد. ویژگی‌های فیزیکی خاک در خاک‌های پلیمری شده پس از اعمال پنج رخداد باران شبیه‌سازی شده اندازه‌گیری شدند. پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌ونیل‌استات هر دو نقش مؤثری در بهبود ویژگی‌های خاک شامل خاکدانه‌سازی، پایداری خاکدانه‌ها، چگالی ظاهر و هدایت هیدرولیکی اشباع نشان دادند. ظرفیت نگهداری آب خاک متغیری بود که با مصرف پلی‌اکریل‌آمید کاهش یافت. با توجه به خطرات زیست‌محیطی استفاده از پلی‌اکریل‌آمید،پلی‌ونیل استات می‌تواند جایگزینی مناسب برای پلی‌اکریل آمید در عرصه‌های مارنی در نظر گرفته شود.

واژه های کلیدی: اصلاح کننده های خاک، پلی‌مر آلی،سازندهای مارنی، فرسایش خاک

مقدمه

فرآیندهای فرسایش آبی در سازندهای مارنی در مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار فعال است که منجر به هدررفت خاک، عناصر غذایی، تخریب سازه‌های انتقال آب و کاهش عمر مفید سدها می‌باشد. بنابراین ارائه راهکارهایی بهبود خصوصیات آن‌ها همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است (واعظی و قره داغلی ۱۳۹۲).از این رو انجام اقداماتی مانند استفاده از اصلاح کننده‌های شیمیایی نظیر پلی‌مرها در کنار راه‌کارهای کنترل بیولوژیک ضروری است. امروزه استفاده از افزودنی‌های خاک به عنوان یکی از روش‌های مهم و نوظهور در مدیریت منابع آب و خاک توصیه می‌شود (حزباوی و صادقی، ۱۳۹۲).پلی‌مرها از جمله گسترده‌ترین مواد اصلاح کننده خاک هستند. این مواد برای مهار فرسایش خاک به‌صورت پودری و مایع استفاده می‌شوند (پترسون و همکاران، ۲۰۰۲). پلی‌اکریل آمید گسترده‌ترین پلیمر مورد استفاده برای اصلاح خصوصیات خاک و مهار فرسایش است. این ماده با هماوری ذرات ریز خاک مانند سیلت ریز و رس از تخریب خاکدانه‌های سست جلوگیری می‌کند و موجب افزایش نفوذ آب به خاک می‌شود (یونتس و همکاران، ۲۰۰۳). در سنتز پلی‌اکریل‌آمید یک ترکیب شیمیایی حدواسط (مونومر) اکریل‌آمید استفاده می‌شود. که سرعت تجزیه آن در خاک بسیار کند است. این به‌عنوان یک عامل سرطان‌زا شناخته شده است (حزباوی، ۲۰۱۳). به‌دلیل مشکلات زیستی بارز این پلی‌مر، استفاده از پلی‌مرهای دیگر اجتناب‌ناپذیر شده است. در برخی پژوهش‌ها به تأثیر پلی‌اکریل‌آمید در افزایش پایداری خاکدانه و کاهش فرسایش آبی (اکبرزاده و همکاران ۱۳۸۸؛ان‌گو و همکاران، ۲۰۱۲) تأکید شده است. پلی‌ونیل‌استات پلی‌مر نسبتاً جدید است که به دلیل فقدان خطرات زیست محیطی برای اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش‌ها در مورد تأثیر این پلی‌مر بر خصوصیات خاک و مهار فرسایش بسیار محدود بوده است. از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به تأثیر پلی‌ونیل‌استات بر خاک در مهار فرسایش بادی (هه و همکاران، ۲۰۰۸؛ موحدان و همکاران، ۲۰۱۲)، کاهش فرسایش آبی در خاک‌های مارنی (حمیدی نهرانی و واعظی، ۱۳۹۲) و کنترل فرسایش و رسوب و هدر رفت فلزات (زنگ، ۲۰۱۱) اشاره کرد.با توجه به گستردگی سازندهای مارنی در کشور، کاربرد نوع مناسب و مقدار بهینه پلی‌مر در مدیریت منابع خاک لازم است مورد توجه قرار گیرد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر دو پلی‌مر پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌ونیل‌استات در بهبود برخی خصوصیات فیزیکی خاک مارنی بود.

مواد و روش‌ها

منطقه سردهات از جمله گستره‌های دربرگیرنده سازندهای مارنی است که در ۵۰ کیلومتری غرب استان زنجان در محدوده ′۵۷ °۴۸ تا ′۰۵ °۳۶ طول شرقی واقع شده است. ارتفاع متوسط منطقه ۱۳۳۵ متر و بارندگی متوسط سالانه آن ۴/۲۵۵ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت گرمترین ماه سال ۶/۲۰ درجه سانتی‌گراد در تیر ماه و متوسط درجه حرارت سردترین ماه سال ۵/۰ درجه سانتی‌گراد در دی ماه است. نمونه‌برداری خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک‌های مارنی منطقه انجام شد. محلول پلیمری پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌ونیل‌استات هر کدام در چهار سطح صفر، ۳۳/۳۳ ، ۶۶/۶۶ و ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار و چهار تکرار، بر سطح خاک‌های مارنی پاشیده شدند. برای این کار ۳۲ نمونه خاک هر کدام با وزن ۱۵ کیلوگرم بر روی پلاستیک پهن

شدند. محلول پلیمری در سه مرحله به سطح خاک پاشده شد. خاک‌ها به واحدهای آزمایشی که شامل جعبه‌های پلاستیکی به ابعاد ۳۰ در ۵۰ سانتی‌متر با عمق ۲۵ سانتی‌متر، منتقل شد. تعداد ۴۰ بذر گندم به فاصله ۵ سانتی‌متری از هم در خاک داخل جعبه کشت شدند. جعبه‌های محتوی خاک پلی‌مری شده تحت باران‌های ثابت شبیه‌سازی شده با شدت ۴۰ میلی‌متر بر ساعت به مدت ۳۰ دقیقه، به تعداد چهار رخداد قرار گرفتند. پیش از افزودن پلیمرها ابتدا توزیع نسبی اندازه ذرات به روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر و جرم مخصوص حقیقی به‌روش پیکنومتر، ظرفیت زراعی (FC) در مکش ۳۳/۰ بار و نقطه پژمردگی دائم (PWP) در مکش ۱۵ بار به ترتیب با استفاده از دستگاه صفحه فشار و غشای فشاریتعیین شدند. پس از کاربرد پلی‌مرها، متوسط وزنی قطر خاکدانه (در حالت خشک) با استفاده از سری الک‌ها، پایداری خاکدانه بر اساس میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب به‌روش الک‌تر و مقاومت خاک به‌وسیله دستگاه نفوذسنج مدل (T۰۱۷-۱۶) در زمان جوانه‌زنی بذرها که رطوبت خاک نسبتاً پایین بود، اندازه‌گیری شد. هدایت هیدرولیکی اشباع(Ks) به‌روش بار ثابت تعیین شدند. به‌منظور مقایسه تأثیر دو پلی‌مر از نظر بهبود خصوصیات فیزیکی خاک از آزمون T مستقل استفاده شد. مقایسه سطوح مختلف مصرف هر پلی‌مر از نظر اصلاح خصوصیات خاک، به‌صورت جداگانه به روش تجزیه واریانس با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ صورت گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی، خاک مارنی مورد مطالعه دارای بافت حدواسط لوم رسی و لوم بود و به لحاظ داشتن مقدار زیادی آهک (۲۵/۳۶ درصد) و گچ (۵۲/۱۵) جزء خاک‌ها آهکی- گچی به شمار می‌رود. میزان ماده آلی خاک بسیار پایین (۷۵/۰ درصد) بود. رطوبت ظرفیت زراعی حدود ۵/۲۳ درصد جرمی و با توجه به نقطه پژمردگی دائم (۴/۱۵ درصد جرمی)، میزان آب قابل دسترس خاک نسبتاً پایین بود.نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات هر دو اثری معنی‌دار بر اندازه خاکدانه ($p<۰/۰۱$ و $p<۰/۰۰۱$)، پایداری خاکدانه‌ها ($p<۰/۰۰۱$ و $p<۰/۰۵$)، جرم مخصوص ظاهری ($p<۰/۰۰۱$ و $p<۰/۰۰۱$)، مقاومت سطح ($p<۰/۰۵$ و $p<۰/۰۰۱$) و هدایت هیدرولیکی اشباع ($p<۰/۰۰۱$ و $p<۰/۰۰۱$) داشتند. نقطه پژمردگی دائم متغیری بود که تحت تأثیر مصرف هیچ یک از پلی‌مرها قرار نگرفت. پلی‌آکریل‌آمید برخلاف پلی‌وینیل‌استات اثری معنی‌دار بر ظرفیت زراعی ($p<۰/۰۱$) نشان داد.

جدول ۱- تجزیه واریانس ومقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی خاک مارنی تحت تأثیر سطوح مصرف پلی‌مرها

ویژگی‌های فیزیکی خاک	سطح مصرف پلی‌آکریل‌امید					سطح مصرف پلی ونیل استات				
	معنی‌داری	شاهد	۳۳/۳۳	۶۶/۶۶	۱۰۰	معنی‌داری	شاهد	۳۳/۳۳	۶۶/۶۶	۱۰۰
اندازه خاکدانه	۰/۰	۲/۱^{c}	۲/۱^{c}	۴/۱^{b}	۶/۱^{a}	۰/۰	۲/۱^{c}	۲/۱^{c}	۴/۱^{b}	۶/۱^{a}
پایداری خاکدانه	۰/۰	۵/۰^{c}	۶/۰^{c}	۲/۱^{b}	۶/۱^{a}	۰/۰	۵/۰^{b}	۹/۰^{ab}	۰/۱^{ab}	۰/۱^{a}
جرم مخصوص ظاهری	۰/۰	۱/۱^{a}	۰/۱^{a}	۸/۰^{b}	۷/۰^{b}	۰/۰	۱/۱^{a}	۹/۰^{b}	۸/۰^{c}	۸/۰^{d}
مقاومت سطح	۰/۰	۷/۷^{a}	۷/۵^{ab}	۷/۳^{b}	۷/۳^{b}	۰/۰	۷/۷^{a}	۸/۵^{b}	۳/۴^{bc}	۲/۳^{c}
هدایت هیدرولیکی اشباع	۰/۰	۱/۱^{c}	۰/۲^{b}	۱/۲^{b}	۷/۲^{a}	۰/۰	۱/۱^{d}	۸/۱^{c}	۷/۲^{b}	۳/۳^{a}
نقطه پژمردگی دائم	۰/۱	۴/۱۵^{ns}	۴/۱۵^{ns}	۴/۱۵^{ns}	۴/۱۵^{ns}	۰/۱	۴/۱۵^{ns}	۴/۱۵^{ns}	۴/۱۵^{ns}	۴/۱۵^{ns}
ظرفیت زراعی	۰/۰	۵/۲۳^{a}	۳/۲۳^{a}	۵/۲۱^{b}	۲/۲۱^{b}	۸/۰	۵/۲۳^{ns}	۵/۲۳^{ns}	۱/۲۳^{ns}	۹/۲۲^{ns}

نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی خاک مارنی تحت تأثیر سطوح مصرف پلی‌مرها نشان داد که مصرف هر دو پلی‌مر موجب افزایش قابل توجه در اندازه خاکدانه، پایداری خاکدانه‌ها و هدایت هیدرولیکی اشباع و کاهش چشمگیر در چگالی ظاهری و مقاومت سطح خاک مارنی شد. اندازه خاکدانه و پایداری خاکدانه با افزایش سطوح مصرف هر دو پلی‌مر با روندی تقریباً مشابه افزایش یافت و بیشترین مقدار آن‌ها در سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌مرها مشاهده شد. تأثیر پلیمرها بر افزایش پایداری خاکدانه نسبت به افزایش اندازه خاکدانه بارزتر بود. در سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با مصرف پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات، اندازه خاکدانه به ترتیب ۲۹/۱ و ۳۰/۱ برابر و پایداری خاکدانه به ترتیب ۰۰/۳ و ۴۷/۲ برابر نسبت به شاهد افزایش نشان دادند.به طور کلی پلی‌مرهایی نظیر پلی‌اکریل‌آمید با تشکیل پیوندهای شیمیایی با ذرات خاک موجب افزایش قطر خاکدانه‌ها می‌شوند (کنث و ونکو، ۲۰۰۱). با افزایش سطح مصرف در هر دو پلی‌مر، جرم مخصوص ظاهری با روندی تقریباً مشابه کاهش یافت. در سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات، جرم مخصوص ظاهری به ترتیب ۳۳ درصد و ۲۹ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. بهبود شاخص‌های ساختمان خاک (اندازه خاکدانه و پایداری آن) با مصرف پلیمرها عامل اصلی کاهش جرم مخصوص ظاهری بود. مصرف پلی‌مرها موجب کاهش مقاومت سطح خاک شد. کمترین میزان مقاومت سطح با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات مشاهده شد. این موضوع نشان دهنده نقش پلی‌مرها در کاهش تولید سله در خاک‌های حساس می‌باشد (وو و همکاران، ۲۰۱۰). مصرف هر دو پلی‌مر موجب افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک شد. بیشترین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم مصرف پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات به دست آمد که به ترتیب ۵۱ درصد و ۵۸ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود. این موضوع در افزایش نفوذ آب به خاک، کاهش تولید رواناب و فرسایش خاک حائز اهمیت است

(بارتز و رز، ۲۰۰۲). ظرفیت نگهداری آب خاک برخلاف پلی‌اکریل‌آمید، تحت تأثیر پلی‌ونیل‌استات قرار نگرفت. با مصرف پلی‌اکریل‌آمید به دلیل خاصیت آبگریزی این پلی‌مر، ظرفیت نگهداری آب خاک کاهش یافت.

تجزیه واریانس برای مقایسه بین پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌ونیل استات از نظر ویژگی‌های فیزیکی خاک مارنینشان داد که بین دو پلیمر از نظر بهبود اندازه خاکدانه، پایداری خاکدانه، کاهش چگالی ظاهری، کاهش مقاومت سطح و افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع تفاوتی معنی‌دار وجود ندارد (جدول ۲). در بین خصوصیات بررسی شده نقش افزایشی پلی‌وینیل‌استات در خاکدانه‌سازی و پایداری خاکدانه بیشتر از پلی‌اکریل‌آمید بود. با این حال هدایت هیدرولیکی اشباع با مصرف پلی‌اکریل‌آمید افزایش بیشتری را نشان داد. ظرفیت نگهداری آب خاک از ویژگی‌های مهم خاک بود که برخلاف پلی‌اکریل‌آمید تحت تأثیر مصرف پلی‌وینیل‌استات قرار نگرفت. با توجه به خصوصیات مولکولی پلی‌اکریل‌آمید، با افزایش مقدار مصرف این پلی‌مر ظرفیت نگهداری آب خاک کاهش یافت. این پژوهش نشان می‌دهد که پلی‌وینیل‌استات اثربخشی بهتری در بهبود بسیاری از خصوصیات فیزیکی خاک مارنی دارد. بنابراین با توجه به مشکلات زیست محیطی استفاده از پلی‌اکریل‌آمید، می‌توان از پلی‌وینیل‌استات به عنوان پلیمر دوست‌دار طبیعت،برای اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک مناطق مارنی استفاده کرد.

جدول ۲- تجزیه واریانس برای مقایسه بین پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌ونیل استات از نظر ویژگی‌های فیزیکی خاک مارنی

متغیر	t	درجه آزادی	معنی‌داری
اندازه خاکدانه	-۰۹/۰	۳۰	۹۳/۰
پایداری خاکدانه	۲۶/۰	۳۰	۷۹/۰
جرم مخصوص ظاهری	۱۲/۰	۳۰	۹۱/۰
مقاومت سطح	۶۵/۰	۳۰	۵۲/۰
هدایت هیدرولیکی اشباع	-۷۹/۰	۳۰	۴۴/۰
ظرفیت زراعی	-۹۱/۱	۳۰	۰۴/۰

منابع

اکبرزاده ع، رفاهی ح ق، روحی‌پور ح و گرجی م، ۱۳۸۸. ارزیابی کارایی پلی‌اکریل‌آمید (PAM) در افزایش پایداری خاکدانه و کاهش فرسایش خاک‌های مارنی اراضی شیب‌دار استان زنجان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، جلد ۴۰، شماره ۲، صفحه‌های ۱۱۹تا ۱۳۱.

حزباوی ز و صادقی س ح ر، ۱۳۹۲. نظری بر سابقه و کاربرد افزودنی‌های خاک در مدیریت منابع خاک و آب. نشریه ترویج و توسعه آبخیزداری. شماره ۲، صفحه‌های ۱۴تا ۷.

حمیدی نهرانی، س و واعظی ع ر، ۱۳۹۲. تأثیر پلی‌ونیل‌استات بر هدایت هیدرولیکی و تولید رسوب و رواناب در یک خاک مارنی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۷، شماره ۴، ص ۸۰۱-۷۹۲.

واعظی ع ر و قره‌داغلی ح، ۱۳۹۲. کمی‌سازی گسترش فرسایش شیاری در خاک‌های مارنی در حوزه آبخیز زنجان‌رود در شمال‌غرب زنجان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۷،شماره ۵، صفحه‌های ۸۷۲ تا ۸۸۱.

BartesT, and Roose E, ۲۰۰۲.Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion validation at several leves.catena, ۷۷: ۱۳۳-۱۴۹.

Hazbavi Z, ۲۰۱۳. Soil erosion control by application of polyacrylamide to minimize its cropping systems. A Review .agriculture .Ecosystems and Environment . ۱۶۴:۳۲-۵۲.

He JJ, Cai OG and Tang ZJ, ۲۰۰۸. Wind tunnel experimental study on the effect of PAM on soil wind erosion control.Environmental Monitoring and Assessment. ۱۴۵:۱۸۵-۱۹۳.

Kenneth NN and wankwo PE, ۲۰۰۱.Polyacrylamide as a soil stabilizer for erosion control.Wisconsin department of transportation. Report No: W۱۶۰-۹۸. Pp ۲۹.

Movahedan M, Abbasi N and Keramati M, ۲۰۱۲. Wind erosion control of soils using polymeric materials. Eurasian journal of soil science. ۲:۸۱-۸۶.

Ngo YH, Li D, Simon GP and Garnier G, ۲۰۱۲. Effect of cationic polyacrylamide on the aggregation and SERS performance of gold nanoparticles- treated paper. Journal of colloid and interface science. ۳۹۲:۲۳۷-۴۶.
Peterson JR, Flanagan DC and Tishmak JK, ۲۰۰۲. PAM application method and electrolyte source effects on plot-scale runoff and erosion. American Society of Agricultural Engineers.۴۵: ۱۸۵۹- ۱۸۶۷.
Wu SF, Wu PT, Feng H and Bu CF, ۲۰۱۰. Influence of amendments on soil structure and soil loss under simulated rainfall chinas loess plateau. African Journal of Biotechnology., ۹:۶۱۱۶-۶۱۲۱.
Yonts CD, Eisenhauer BE and Varner, D, ۲۰۰۳. Managing Furrow Irrigation Systems. Water Resources Management ۶: ۲۱۵-۲۲۲.
Zheng M, ۲۰۱۱. ATechnology for Enhanced Control of Erosion, Sediment and Metal Leaching atDisturbed Land Using Polyacrylamide and Magnetite Nanoparticles.M.Sc Thesis, USA, Auburn University. ۱۰۴p.

Abstract

Marls are one of the most susceptible geological formations to soil erosion processes. Application of soil amendments is essential to control soil erosion in these areas. This study was carried out to compare the effects of polyacrylamide (PAM) and polyvinyle acetate (PVAc) for improving physical soil characteristics in the marl soils. Soil samples were poured into the boxes and the ploymers solutions were sprayed on the soil surface at rates of ۰.۰ ۳۳.۳۳, ۶۶.۶۶ and ۱۰۰ kg per hectare with three replicates. The physical soil characteristics were determined in the polymerized soil samples after five rainfall simulations. The PAM and PVAc appeared positive roles in improving soil aggregation, aggregate stability, bulk density, and saturated hydraulic conductivity. Field capacity was only physical soil variables, which was significantly decreased by the PAM application. With regarding environmental risks of PAM, the PVAc can be successfully replaced to soil management in the marl areas.

اثر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی گندم و سورگوم در خاک آلوده به کادمیوم

گلاره خانبلوکی [۱]، حسین میر سید حسینی [۲]، بابک متشرع زاده [۲]
۱. دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی ومنابع طبیعی کرج دانشگاه تهران و ۲. دانشیار گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

چکیده
افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، همچنین آلودگی خاک توسط فلزات سنگین دو مشکل عمده زیست محیطی می‌باشند. این پژوهش به منظور بررسی اثرات افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی گندم و سورگوم در خاک آلوده به کادمیوم به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در پایه کاملا" تصادفی با دو سطح دی‌اکسید کربن (۹۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام)، چهار سطح کادمیوم (۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک) و دو گیاه گندم و سورگوم اجرا گردید. در پایان ۶۰ روز ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، میزان کلروفیل و کاروتینوئید تعیین شدند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت کادمیوم صفات اندازه‌گیری شده کاهش یافت. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در مقایسه با غلظت طبیعی سبب افزایش این صفات شد. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن اثر بیشتری بر ارتفاع و ماده خشک گندم داشت. درحالیکه اثر آن بر سطح برگ سورگوم بیشتر بود. به‌نظر می‌رسد افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن موجب بهبود رشد گیاهان در خاک‌های آلوده می‌شود.

واژه های کلیدی: تغییر اقلیم، آلودگی خاک، ماده خشک، سطح برگ

مقدمه
از شروع انقلاب صنعتی مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی منجر به افزایش چشمگیری در غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفری شده است به طوریکه غلظت آن از ۲۸۰ به ۳۸۰ پی‌پی‌ام افزایش یافته و پیش بینی می‌گردد این افزایش تا اواخر قرن حاضر نیز ادامه داشته باشد (IPCC, ۲۰۰۷). اثر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن اهمیت زیادی در رشد و نمو گیاهان دارد. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن از طریق افزایش فتوسنتز، افزایش ماده خشک گیاهی و افزایش کارایی استفاده از آب و عناصر غذایی سبب افزایش رشد گیاه می‌گردد (Hogy and Fangmeier, ۲۰۰۹). گزارشات موجود نشان می دهد که گیاهان با افزایش شدت فتوسنتز به‌طور مستقیم به افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن پاسخ می‌دهند. کلروفیل a و b از اجزای مهم فتوسنتزی هستند که غلظت آنها در بافت‌های گیاهی به‌شدت تحت تأثیر تنش‌های محیطی قرار می‌گیرد (Zhang et al., ۲۰۱۰). امروزه آلودگی خاک به‌وسیله فلزات سنگین یکی از بزرگترین نگرانی‌های زیست محیطی است. کادمیوم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیست، نگرانی‌های زیادی در ارتباط با فعالیت‌های بیولوژیکی، متابولیسم گیاهی و سلامتی انسان و حیوان ایجاد کرده است (Jadia and Fulekar, ۲۰۰۹). در سال‌های اخیر پاسخ گیاهان تحت تنش غلظت بالای فلزات سنگین به افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بسیار مورد توجه قرار گرفته است. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به میزان ۸۰۰ پی‌پی‌ام در مقایسه با غلظت طبیعی، موجب افزایش رشد خردل هندی و آفتابگردان در خاک‌های آلوده به مس گردید (Tang et al., ۲۰۰۳). طبق یافته‌های Wu et al., (۲۰۰۹) افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به میزان ۷۶۰ پی‌پی‌ام موجب افزایش تولید ماده خشک در سورگوم و یونجه شد. با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن از ۳۵۰ به ۸۰۰ پی‌پی‌ام، وزن خشک اندام هوایی و ریشه در گیاه بیش‌اندوز *Sedum alfredii* افزایش یافت (Li et al., ۲۰۱۲).

در رابطه با تأثیر دی‌اکسیدکربن بر ویژگی‌های گیاهان رشد کرده در خاک‌های آلوده اطلاعات کمی در دسترس است. گندم گیاهی C_3 و مهم‌ترین محصول کشاورزی و منبع غذایی اصلی در ایران و بسیاری از کشورهای دنیا است. سورگوم نیز گیاهی C_4 و از نظر اهمیت غذایی پنجمین غله دنیا پس از گندم، ذرت، برنج و جو محسوب می‌شود. بنابراین با توجه به اهمیت این دو گیاه و همچنین افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به‌ویژه در مناطق آلوده به فلزات سنگین، این پژوهش با هدف مطالعه صفات مورفوفیزیولوژیکی گیاهان رشد کرده در خاک‌های آلوده به کادمیوم در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید.

مواد و روش‌ها
این پژوهش در اتاقک‌های رشد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل با ۳ تکرار و ۱۶ تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۲ سطح دی‌اکسیدکربن (۵۰±۴۰۰ و ۵۰±۹۰۰ پی‌پی‌ام)، ۴ سطح کادمیوم (۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، و ۲ گونه گیاهی (گندم و سورگوم) بود.

برای انجام آزمایش از یک نمونه خاک غیر آلوده استفاده شد. پس از هواخشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین گردید (امامی، ۱۳۷۵). نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ آمده است. به منظور انجام آزمایش گلدانی، خاک پس از عبور از الک ۴ میلی‌متری داخل گلدان‌های ۵/۳ کیلوگرم قرار گرفت. آلوده نمودن نمونه‌های خاک با استفاده از نمک نیترات کادمیوم و از طریق افشانش صورت گرفت؛ به‌طوریکه خاک مقادیر ۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک را دریافت نمود. سپس به منظور ایجاد تعادل میان عناصر و قسمت‌های مختلف خاک، گلدان‌ها به مدت چهار ماه در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سلسیوس گرماگذاری شدند. در این مدت نمونه‌ها با استفاده از آب مقطر تا رطوبت ۸۰% ظرفیت زراعی مرطوب نگه داشته شدند. دو رقم مرودشت (گندم) و کیمیا (سورگوم) به عنوان ارقام گیاهی انتخاب شدند. بذرها پس از ضدعفونی شدن و جوانه دار شدن در انکوباتور در گلدان‌های مجزا کاشته شدند. پس از کشت، نیمی از گلدان‌ها به اتاقک رشد با غلظت طبیعی دی‌اکسیدکربن و نیمی دیگر به اتاقک رشد با غلظت افزایش یافته دی‌اکسیدکربن منتقل شدند. اتاقک‌های رشد تنها از نظر غلظت دی‌اکسیدکربن تفاوت داشتند. غلظت دی‌اکسیدکربن در یکی از اتاقک‌ها ۵۰± ۴۰۰ پی‌پی‌ام (به عنوان غلظت طبیعی و شاهد) و در دیگری ۵۰± ۹۰۰ پی‌پی‌ام (به عنوان غلظت افزایش یافته دی‌اکسیدکربن) تنظیم شد. ورود دی‌اکسیدکربن به داخل اتاقک دوم به وسیله سیلندر تعبیه شده در کنار اتاقک و تنظیم آن بطور خودکار و توسط حسگر صورت گرفت. گیاهان از مرحله دو برگی و در ساعات روشنایی در معرض دی‌اکسیدکربن قرار گرفتند. در دوره آزمایش درجه حرارت روزانه و شبانه به ترتیب ۲۶ و ۲۰ درجه سلسیوس، فتوپریود ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی ۶۰ درصد در نظر گرفته شد. آبیاری گلدان‌ها نیز بر اساس نیاز انجام گرفت به طوریکه رطوبت ۸۰% ظرفیت زراعی تأمین گردد. پس از گذشت ۶۰ روز، ارتفاع گیاهان با خط‌کش تعیین شد. میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتینوئید نیز با استفاده از اتانول تعیین گردید (Lichtenthaller and Wellburn, ۱۹۸۳). گیاهان هر گلدان با دقت خارج و به دو قسمت اندام هوایی و ریشه تقسیم شدند. پس از شستشو، هر قسمت به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار گرفت. بدین ترتیب وزن خشک آنها تعیین گردید. سطح برگ نیز با استفاده از دستگاه تعیین سطح برگ مدل CI-۲۰۲ Area Meter تعیین گردید. سطح ویژه برگ از تقسیم سطح برگ بر وزن خشک برگ به‌دست آمد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

خصوصیت خاک	مقدار	خصوصیت خاک	مقدار
شن (%)	۴/۴۴	ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol_c kg^{-1}$)	۶۷/۱۴
سیلت (%)	۶/۳۳	نیتروژن کل (%)	۱۴/۰
رس (%)	۲۲	فسفر قابل جذب ($mgkg^{-1}$)	۳۴/۲
کلاس بافت	لوم	پتاسیم قابل جذب ($mgkg^{-1}$)	۲/۲۷۱
pH (عصاره اشباع)	۸	کادمیوم قابل عصاره‌گیری با اسید نیتریک ($mgkg^{-1}$)	۰۲/۲
EC عصاره اشباع (dSm^{-1})	۷۹/۰	کادمیوم قابل جذب با DTPA ($mgkg^{-1}$)	۰۵/۰
ماده آلی (%)	۷۹/۱		

نتایج و بحث

جدول ۲ اثر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر ارتفاع، سطح برگ، سطح ویژه برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه گندم و سورگوم در غلظت‌های مختلف کادمیوم خاک نشان می‌دهد. صفاتی مانند ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و سطح برگ به‌عنوان شاخص‌های سمیت فلزات سنگین در گیاهان استفاده می‌شوند (Baker and Walker, ۱۹۸۹). بر اساس نتایج به‌دست آمده برای هر دو گیاه و در هر دو سطح دی‌اکسیدکربن، افزایش غلظت کادمیوم موجب کاهش معنی‌دار ($p<۰۵/۰$) ارتفاع، کاهش سطح برگ، کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه، و به‌طورکلی کاهش رشد گیاهان شد.

جدول ۲- تأثیر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه

گیاه	غلظت دی‌اکسیدکربن (میکرولیتر در لیتر)	غلظت کادمیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	ارتفاع (سانتیمتر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	سطح ویژه برگ	وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)	وزن خشک ریشه (گرم در گلدان)
گندم	۴۰۰	۰	C ۵۲/۳۸	G ۸/۴۳۵	H ۱/۲۲۸	F ۵۴/۳	J ۶۲/۱
		۱۰	C ۴۰/۳۶	I ۲/۳۸۳	L ۱/۲۱۴	G ۴۲/۳	I ۷۶/۱
		۲۰	DE ۶۱/۳۳	K ۷/۳۴۳	I ۱/۲۲۶	K ۴۴/۲	M ۲۲/۱
		۴۰	E ۶۴/۳۱	N ۱/۲۸۴	F ۸/۲۳۴	N ۹۰/۱	N ۱۳/۱
	۹۰۰	۰	A ۲۰/۴۵	E ۳/۵۰۶	M ۱/۲۱۰	D ۵۰/۴	H ۸۴/۱

		۱۰	AB ۱۵/۴۳	F ۱/۴۴۲	N ۱/۲۰۰	E ۲۳/۴	F ۱۰/۲
		۲۰	B ۵۰/۴۱	H ۰/۳۹۰	K ۷/۲۱۶	I ۹۰/۲	L ۴۰/۱
		۴۰	C ۶۰/۳۶	L ۹/۳۲۶	G ۹/۲۳۱	L ۲۰/۲	M ۳۰/۱
سورگوم	۴۰۰	۰	C ۸۰/۳۶	C ۴/۵۹۶	L ۸/۲۱۴	B ۴۲/۵	B ۷۵/۲
		۱۰	D ۱۲/۳۴	D۶/۵۵۱	D۲/۲۴۶	C ۶۳/۴	D ۳۰/۲
		۲۰	F ۴۵/۲۷	M ۷/۳۰۰	K ۹/۲۱۷	J ۷۲/۲	G ۹۱/۱
		۴۰	H ۲۱/۱۵	O ۲/۲۴۱	C ۶/۲۵۶	N ۸۳/۱	K ۴۶/۱
	۹۰۰	۰	BV۰/۴۱	A ۵/۷۱۵	E ۷/۲۳۷	A ۱۷/۶	A ۰۴/۳
		۱۰	C ۳۲/۳۸	B ۹/۶۹۳	B ۹/۲۶۵	B۴۰/۵	C ۴۵/۲
		۲۰	DE ۹۵/۳۱	J ۲/۳۶۱	J ۶/۲۲۱	H ۲۲/۳	E ۱۷/۲
		۴۰	G ۴۱/۲۱	N ۷/۲۸۵	A ۷/۲۷۴	M ۰۳/۲	J ۶۰/۱

انجام شده است و در هر ستون اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف (=۵%) مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن .معنی‌دار نمی‌باشند

کادمیوم با تأثیر بر سلول‌های مریستمی ریشه، سبب کاهش سرعت رشد و تقسیم سلولی و در نتیجه کاهش رشد ریشه می‌شود. کاهش رشد اندام هوایی نیز می‌تواند به علت اثر کادمیوم بر کاهش جذب آب و عناصر غذایی ناشی از کاهش رشد ریشه و کاهش قابلیت ارتجاعی دیواره سلولی (Thamayanthi et al., ۲۰۱۱) باشد. کاهش سطح برگ به‌دلیل کاهش سرعت رشد و تقسیم سلولی در اثر غلظت بالای کادمیوم می‌باشد (Zhao, ۲۰۱۱). با کاهش سطح برگ، نور کمتری به برگ‌ها رسیده و فتوسنتز کاهش می‌یابد. کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش سطح فتوسنتزکننده دلیلی برای کاهش وزن خشک گیاهان می‌باشد. با افزایش غلظت کادمیوم، به‌طورکلی، سطح ویژه برگ افزایش یافت. از آنجا که افزایش غلظت کادمیوم موجب کاهش سطح و وزن خشک برگ می‌شود، بنابراین، تأثیر افزایش غلظت کادمیوم بر کاهش وزن خشک برگ بیشتر از اثر آن بر کاهش سطح برگ بوده است. به‌عبارت دیگر، افزایش غلظت کادمیوم سبب نازک‌تر شدن برگ‌ها در مقایسه با غلظت شاهد شده است.

افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در غلظت‌های یکسان کادمیوم، موجب افزایش معنی‌دار (p<۰۵/۰) صفات اندازه‌گیری‌شده گردید. اثر مثبت دی‌اکسیدکربن بر هر یک از صفات، در غلظت‌های متفاوت کادمیوم یکسان نبود. برای گندم افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن سبب افزایش ۳۱/۱۷%، ۵۴/۱۸%، ۴۱/۲۳% و ۶۱/۱۵% ارتفاع، ۲۰/۱۶%، ۴۰/۱۵%، ۵۰/۱۳%و ۱۰/۱۵% سطح برگ، ۳۰/۲۶%، ۷۰/۲۳%، ۸۵/۱۸% و ۰۲/۱۷% وزن خشک اندام هوایی و ۶۰/۱۳%، ۰۴/۱۷%، ۳۰/۱۲% و ۵۰/۱۱% وزن خشک ریشه به ترتیب در تیمارهای ۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک شد. برای سورگوم افزایش به صورت ۴۴/۱۳%، ۳۱/۱۲%، ۴۰/۱۶% و ۶۲/۸ برای ارتفاع، ۷۰/۲۵%، ۸۱/۲۵%، ۱۲/۲۰% و ۴۲/۱۸% برای سطح برگ، ۸۴/۱۳%، ۴۱/۱۶%، ۴۰/۱۸% و ۹۳/۱۰% برای وزن خشک اندام هوایی و ۵۴/۱۰%، ۴۱/۸%، ۱۰/۱۳% و ۲۲/۸% برای وزن خشک ریشه به ترتیب در تیمارهای ۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک گردید. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن اثر مثبتی بر رشد دو گیاه داشت. اگرچه در غلظت افزایش یافته دی‌اکسیدکربن نیز با افزایش غلظت کادمیوم، هر یک از صفات کاهش داشت اما در غلظت‌های یکسان کادمیوم، با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، افزایش صفات مشاهده شد. افزایش سطح برگ و استفاده بیشتر از انرژی نورانی موجب افزایش سرعت رشد برگ‌های جوان می‌شود. رشد بیشتر و توسعه سطح برگ، راندمان استفاده از آب و عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (Wu et al., ۲۰۰۹). تأثیر دی‌اکسیدکربن بر افزایش ماده خشک و سرعت رشد گیاهان مختلف متفاوت است. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در مقایسه با غلظت طبیعی تأثیر بیشتری بر ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی و ریشه گندم نسبت به سورگوم داشت. در حالی‌که اثر آن بر سطح برگ سورگوم بیشتر از گندم بود. همچنین اندام هوایی بیشتر از ریشه تحت تأثیر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن قرار گرفت. در بسیاری از مطالعات تأثیر دی‌اکسیدکربن بر رشد گیاهان C_3 بیشتر از C_4 گزارش شده است. در تحقیقی میانگین افزایش ماده خشک ۴۱% برای گیاهان C_3 و ۲۲% برای گیاهان C_4 گزارش شد (Poorter, ۱۹۹۳). در بررسی دیگری با دو برابر شدن غلظت دی‌اکسیدکربن، وزن خشک اندام هوایی گیاهان C_3 و C_4 به ترتیب ۵۴ و ۴۴ درصد افزایش یافت (Wu et al., ۲۰۰۹). در این پژوهش اثر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر روی ماده خشک در گندم و سورگوم به ترتیب در تیمار ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک بیشتر از تیمار شاهد (صفر) بود. به‌نظر می‌رسد افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن می‌تواند موجب کاهش بروز اثرات منفی کادمیوم گردد.

جدول ۳ اثر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن را بر میزان کلروفیل و کاروتینوئید نشان می‌دهد. نتایج نشان داد افزایش غلظت کادمیوم سبب کاهش میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتینوئید در گیاهان شد. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن اثر متفاوتی بر میزان کلروفیل و کاروتینوئید داشت. در گندم در غلظت‌های یکسان کادمیوم، افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در مقایسه با غلظت طبیعی سبب افزایش میزان کلروفیل a شد. برای سورگوم افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، موجب کاهش کلروفیل a در غلظت‌های صفر و ۱۰ میلی‌گرم کادمیوم و افزایش آن در غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم کادمیوم نسبت به غلظت طبیعی شد. میزان کلروفیل b نیز به‌طورکلی با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در مقایسه با غلظت طبیعی، کاهش یافت. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بجز تیمار صفر کادمیوم، اثر معنی‌داری بر میزان کاروتینوئید نداشت.

جدول ۳- تأثیر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه

گیاه	غلظت دی‌اکسیدکربن (میکرولیتر در لیتر)	غلظت کادمیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتینوئید
گندم	۴۰۰	۰	E ۸۸/۱	H ۳۸/۰	E ۳۲/۰
		۱۰	G ۵۴/۱	I ۳۱/۰	F ۲۸/۰
		۲۰	K ۰۶/۱	J ۲۸/۰	GH ۲۱/۰
		۴۰	L ۹۲/۰	L ۲۱/۰	HI ۱۹/۰
	۹۰۰	۰	D ۹۵/۱	GH ۳۹/۰	D ۳۵/۰
		۱۰	F ۶۶/۱	IJ ۲۹/۰	F ۲۹/۰
		۲۰	J ۲۱/۱	K ۲۵/۰	HI ۱۹/۰
		۴۰	K ۰۴/۱	M ۱۸/۰	I ۱۷/۰
سورگوم	۴۰۰	۰	BC ۲۳/۲	B ۷۹/۰	B ۴۹/۰
		۱۰	A ۳۲/۲	A ۸۲/۰	C ۴۱/۰
		۲۰	H ۴۱/۱	D ۶۴/۰	E ۳۲/۰
		۴۰	J ۲۰/۱	F ۴۵/۰	G ۲۲/۰
	۹۰۰	۰	C ۲۰/۲	A ۸۲/۰	A ۵۳/۰
		۱۰	B ۲۷/۲	C ۷۶/۰	C ۳۹/۰
		۲۰	G ۵۲/۱	E ۶۰/۰	DE ۳۴/۰
		۴۰	I ۳۱/۱	G ۴۱/۰	GH ۲۰/۰

انجام شده است و در هر ستون اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف (=۵%) مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن .معنی‌دار نمی‌باشند

فتوسنتز مهم‌ترین و بنیادی‌ترین فرایند فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان است و سنتز کلروفیل اولین و مهم‌ترین مرحله آن می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد سنتز کلروفیل تحت تأثیر تنش ناشی از کادمیوم قرار گرفته است. افزایش غلظت کادمیوم سبب کاهش مقدار کلروفیل در گیاهان شد. کادمیوم با تخریب ساختمان کلروپلاست و جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های چرخه احیای کربن، موجب تخریب کلروفیل در گیاهان می‌شود (Mobin and Khan, ۲۰۰۷). در غلظت‌های زیاد کادمیوم، مقدار کلروفیل و کاروتنوئید تحت تأثیر رادیکال‌های آزاد قرار می‌گیرند. محققین دیگر نیز کاهش مقدار کلروفیل و کاروتینوئید در غلظت‌های بالای کادمیوم را گزارش نموده‌اند (Thamayanthi et al., ۲۰۱۱; Amani, ۲۰۰۸). بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، کلروفیل b نسبت به کلروفیل a با شدت بیشتری کاهش یافت. در غلظت‌های بالای کادمیوم، معمولا" از مقدار کلروفیل b کم شده و به کلروفیل a اضافه می‌گردد. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده از سایر تحقیقات نیز مطابقت دارد (Gomes et al., ۲۰۱۱). افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در مقایسه با غلظت طبیعی، موجب افزایش مقدار کلروفیل و کاروتینوئید در گیاهان شد. با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، مقدار کلروفیل a افزایش یافت اما مقدار کلروفیل b و کاروتینوئید در غلظت‌های بالاتر کادمیوم کاهش نشان دادند. به‌نظر می‌رسد دی‌اکسیدکربن در غلظت‌های بالاتر کادمیوم سبب تبدیل کلروفیل b و کاروتینوئیدها به کلروفیل a می‌شود. بنابراین، افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن سبب افزایش توانایی گیاهان برای استفاده از انرژی نورانی و در نتیجه، فتوسنتز در خاک‌های آلوده می‌شود. این امر دلیلی برای اثر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر افزایش ماده خشک در خاک‌های آلوده به کادمیوم می‌باشد.

منابع

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۹۸۲.

Amani A.L. ۲۰۰۸. Cadmium Induced Changes in Pigment Content, Ion Uptake, Proline Content and Phosphoenolpyruvate Carboxylase Activity in *Triticum Aestivum* Seedlings. Australian Journal of Basic and Applied Science, ۲(۱): ۵۷-۶۲.

Baker A.J.M. and Walker P.I. ۱۹۸۹. Physiological responses of plants to heavy metals and the quantification of tolerance and toxicity. Chemical Speciation and Bioavailability, ۱: ۷-۱۷.

Gomes M.P., Marques T.C.L., Nogueira M.O.G., Castro E.M. and Soares A.M. ۲۰۱۱. Ecophysiological and anatomical changes due to uptake and accumulation of heavy metal in Brachiaria decumbens. Scientia Agricola, ۶۸: ۵۶۶-۵۷۳.

Hogy P. and Fangmeier A. ۲۰۰۹. Atmospheric CO_2 enrichment affects potatoes: ۱. aboveground biomass production and tuber yield. European Journal of Agronomy, ۳۰(۲): ۷۸-۸۴.

IPCC. Climate change: synthesis report. ۲۰۰۷. In: Core Writing Team, Pachauri RK, Reisinger A, editors. Contribution of Working Groups I, II and III to the fourth Assessment Report of the Intergovermental Panel on Climate Change. Geneva.

Jadia C. D. and Fulekar M.H. ۲۰۰۹. Review: Phytoremediation of heavy metals: Recent techniques . African Journal of Biotechnology, ۸ (۶): ۹۲۱-۹۲۸.

Li T., Di Z., Han X. and Yang X. ۲۰۱۲. Elevated CO_2 improves root growth and cadmium accumulation in the hyperaccumulator *Sedum alfredii*. Plant and Soil, ۳۵۴(۱-۲) :۳۲۵-۳۳۴.

Lichtenthaler H.K. and Wellburn A.R. ۱۹۸۳. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem. Soc. Trans, ۶۰۳: ۵۹۱-۵۹۲.

Mobin M. and Khan N.A. ۲۰۰۷. Photosynthetic activity, pigment composition and antioxidative response of two mustard (*Brassica juncea*) cultivars differing in photosynthetic capacity subjected to cadmium stress. Journal of Plant Physiology, ۱۶۴: ۶۰۱-۶۱۰.

Poorter h. ۱۹۹۳. Interspecific variation in the growth response of plants to an elevated CO_2 cocentration. Vegetatio, ۱۰۴/۱۰۵: ۷۷-۹۷.

Tang S., Xi L., Zheng J.M. and Li H. ۲۰۰۳. Response to elevated CO۲ of Indian mustard and sunflower growing on copper contaminated soil. Buellton of Environmental Contamination and Toxicology, ۷۱: ۹۸۸-۹۹۷.

Thamayanthi D., Sharavanan P.S. and Vijayaragavan M. ۲۰۱۱. Effect of cadmium on seed germination, growth and pigments content of Zinnia Plant. Current Botany, ۲(۸): ۸-۱۳.

Wu H.B., Tang S.R., Zhang X.M., Guo J.K., Song Z.G. and Tian S.A. ۲۰۰۹. Using elevated CO_2 to increase the biomass of a Sorghum vulgare x Sorghum vulgare var. sudanense hybrid and Trifolium pratense L. to trigger hyperaccumulation of cesium. Journal of Hazardous Materials, ۱۷۰: ۸۶۱-۸۷۰.

Zhang X.X., Li C.J. and Nan Z.B. ۲۰۱۰. Effects of cadmium stress on growth and antioxidative systems in Achnatherum inebrians symbiotic with Neotyphodium gansuense. Journal of Hazardous Materials, ۱۷۵:۷۰۳-۷۰۹.

Zhao Y. ۲۰۱۱. Cadmium accumulation and antioxidative defenses in leaves of *Triticum aestivum* L. and *Zea mays* L. African Journal of Biotechnology, ۱۰(۱۵): ۲۹۳۶-۲۹۴۳.

Abstract

The increasing atmospheric CO_2 and heavy metal contamination in soil are two of the major environmental problems. This research was carried out to investigate effects of increasing atmospheric CO_2 concentration on some morfo-physiologic parameters of wheat and sorghum in soils contaminated with cadmium as a split factorial design with two levels of CO_2 (۴۰۰ and ۹۰۰ ppm) and four levels of cadmium (۰, ۱۰, ۲۰ and ۴۰ $mgkg^{-1}$) and two plants (wheat and sorghum). After a growth period of ۶۰ days, height, leaf area, shoot and root dry matter, chlorophyll and carotenoids content were determined. Results showed that increasing cadmium concentration decreased all measured parameters. Increasing CO_2 concentration caused an increase in these parameters, compared to ambient CO_2. Increase in CO_2 concentration had more effect on height and dry matter in wheat. While, its effect on leaf area was more evident in sorghum. It seems that increasing in CO_2 concentration can improve plants growth in contaminated soils.

مکانیسم جذب سطحی فلوراید بر کائولینایت توسط معادله همدمای دوبنین-رادوشکویچ

مهدی باهمت [۱]، محسن فرح بخش [۲]
۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران ۲. استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده
فلوراید یکی از یون‌های ضروری برای انسان و حیوانات بوده ولی در غلظت‌های زیاد در آب آشامیدنی می‌تواند باعث سمیت شود. یکی از فرایندهای موثر بر غلظت فلوراید و کنترل کننده آن در آب‌های زیرزمینی جذب فلوراید در خاک می‌باشد. پژوهش حاضر ویژگی‌های جذبی یون فلوراید بر رس کائولینایت را مورد بررسی قرار می‌دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که جذب سطحی فلوراید بر سطوح کائولینایت سبب افزایش pH محلول می‌شود که این می‌تواند به دلیل جایگزینی یون F^- به جای OH^- روی سطوح باشد. برازش داده‌ها بر همدمای دوبنین-رادوشکویچ نشان داد که این همدما می‌تواند بطور مناسبی جذب سطحی فلوراید بر رس کائولینایت را توضیح دهد (R^2>۰/۹۹). مقدار جذب حداکثر فلوراید بر کائولینایت در سه دمای ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد به ترتیب ۶۲۷، ۵۰۰ و ۸۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. همچنین بر اساس این همدما جذب فلوراید از طریق تبادل لیگاندی صورت می‌گیرد.
واژه های کلیدی: دوبنین-رادوشکویچ، جذب سطحی، کائولینایت، همدما

مقدمه
فلوئور در برخی گزارشات ۱۳همین و در برخی ۱۷همین عنصر از نظر فراوانی در پوسته زمین می‌باشد. صدها کانی حاوی فلوراید شناخته شده است ولی از نظر مقدار فلوئور بسیار متغیر هستند. مقدار فلوئور از ۷۳% در کانی کمیاب گریسایت (LiF) تا بسیاری از کانی‌های دیگر حاوی مقادیر کمتر از ۲/۰ درصد می‌باشد (Weinstein and Davison, ۲۰۰۴). گزارشات متعدد غلظت فلوراید خاک را از کمتر از ۲۰ تا چند هزار میلی‌گرم بر کیلوگرم ارائه کرده‌اند (Davison, ۱۹۸۳). بیشترین غلظت آن در مناطق صنعتی دارای رسوبات فسفاتی یا فلوریتی یافت می‌شود. تولید کودهای فسفاتی یکی از منابع افزودن فلوراید به طبیعت می‌باشد.
کائولینایت از یک صفحه تشکیل شده از پیوندهای Al-OH تشکیل شده است. یون‌های آلومینیوم قابل دسترس تشکیل هم آرایی با ۶ یون فلوراید داده و OH^- آزاد می‌شود. نسبت Al:OH در کائولینایت ۱:۲ می‌باشد. نشان‌داده شده است که OH^- شبکه‌ای کائولینایت توسط فلوئور جایگزین می‌شود. افزایش در pH با کمپلکس شدن آنیون فلوراید مشاهده می‌شود (Weinstein and Davison, ۲۰۰۴). بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که هیدروکسیدها و اکسیدهای آلومینیوم در خاک نقش مهمی دارند که این بدلیل تمایل اتم‌های Al^{+3} به F^- می‌باشد. جذب فلوراید توسط کانی‌های آلومینوسیلیکات لایه‌ای ترجیحا بر مکان‌های آلومینیوم اتفاق می‌افتد (Harrington et al., ۲۰۰۳).
همدماهای جذب سطحی جذب مواد جذب شونده بر روی سطوح جذب کننده را بطور کمّی نشان میدهند، معمولاً برای توصیف فرایند جذب سطحی مورد استفاده قرار میگیرند. هدف از انجام مطالعات همدمای جذب سطحی بدست آوردن پارامترهای جذب سطحی برای توصیف کمی جذب سطحی ترکیبی خاص در یک محیط خاص می‌باشد. بنابراین همدمای جذب سطحی باید توسط یک توصیف ریاضی بیان شود. برای توصیف همدماهای جذب سطحی چندین مدل ریاضی به کار رفته است. معادله مدل تقسیم خطی، فروندلیچ، معادله لنگمویر، دوبنین- رادوشکویچ و تمکین متداول‌ترین مدل‌های ریاضیاتی هستند که در مطالعه رفتار جذبی آلاینده‌های زیست محیطی کاربرد زیادی دارند. از طریق همدماهای لانگمویر و فروندلیچ اطلاعاتی درباره مکانیسم جذب سطحی و انرژی مورد نیاز برای جذب سطحی بدست نمی‌آید و باید از سایر همدماها برای تعیین مکانیسم جذب سطحی و انرژی مورد نیاز برای فرآیند استفاده شود (Asgari et al., ۲۰۱۲). این اطلاعات می‌تواند با استفاده از همدما دوبنین-رادوشکویچ (D-R) بدست آید. این همدما برای مدل کردن پدیده جذب سطحی فیزیکی یا شیمیایی بسیار معمول است (Solangi et al., ۲۰۱۰). در این پژوهش جذب فلوراید بر رس خالص کائولینایت به عنوان یکی از کانی‌های موجود در بسیاری از خاک‌ها توسط همدمای دوبنین-رادوشکویچ در دماهای مختلفی بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
اندازه گیری جذب سطحی و تغییر pH بعد از فرایند جذب
مواد مورد نیاز در این آزمایش مانند رس کائولینایت و نمک‌های فلوئورید سدیم و کلرید سدیم از شرکت مرک آلمان خریداری شد. برای اندازه گیری غلظت فلوراید از دستگاه ISE مدل ۷۸۱ Metrohm و توسط الکترود فلوراید استفاده شد.
بدین منظور، مقدار یک گرم رس کائولینایت در لوله‌های سانتریفوژ ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و ۲۵ میلی لیتر از محلول فلوراید (ساخته شده از نمک فلوئورید سدیم) در غلظت‌های ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر کلرید سدیم ۰/۱ مولار به آن اضافه شد. برای رسیدن به حالت تعادل به مدت ۶ ساعت در تکان دهنده‌ی رفت و برگشتی و در سه دمای ۱۵، ۲۵ و ۳۵

درجه سانتیگراد تکان داده شد و بعد از زمان معین، محلول رویی آن توسط سانتریفوژکردن در دور ۵۰۰۰ دور و ۱۵ دقیقه جدا گردید. غلظت فلوراید و pH در محلول صاف شده توسط الکترود انتخابی یون قرائت شد.

مقدار جذب شده توسط معادله توازن جرم (۱) محاسبه شد (Hamidpour et al., ۲۰۱۰):

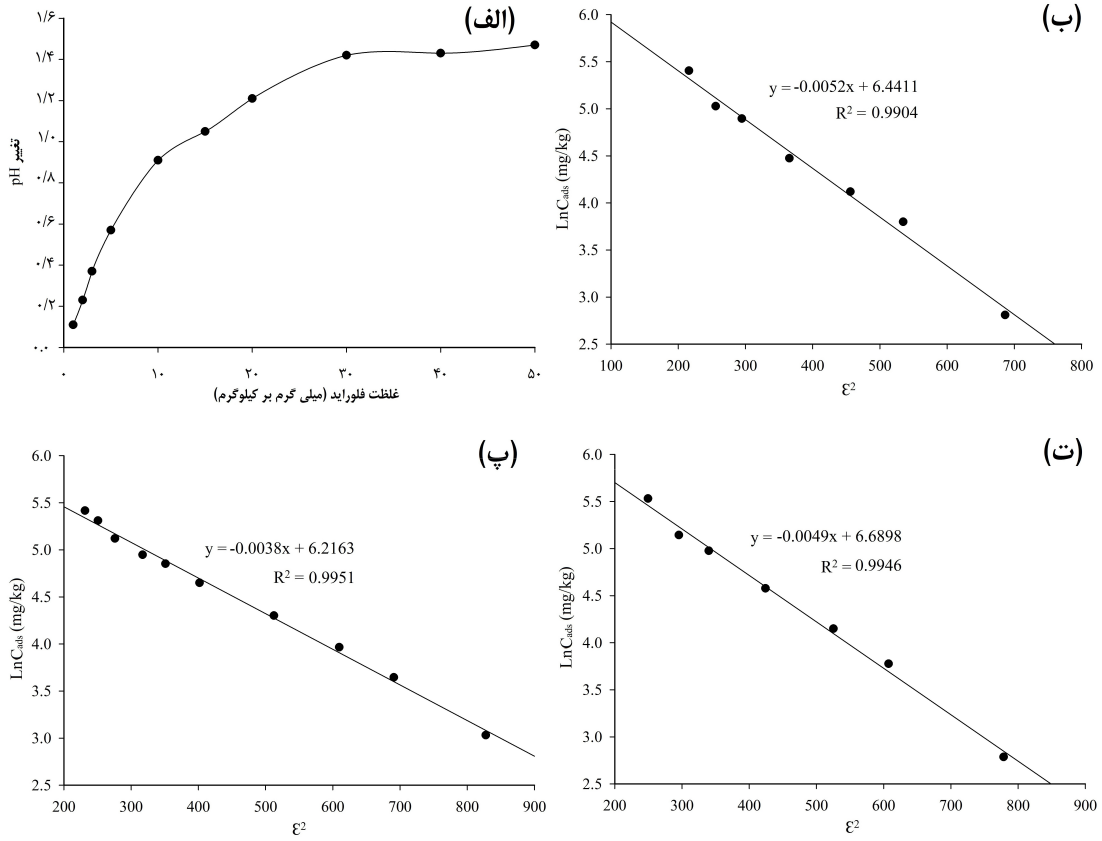
$$C_{ads} = \frac{(C_i - C_e)V}{M} \qquad (۱)$$

جائیکه M، C_e، C_i، C_{ads} و V به ترتیب عبارتند از مقدار جذب شده از یون فلوراید (mg/g) غلظت اولیه فلوراید در محلول (mg/l)، غلظت تعادلی فلوراید (mg/l)، جرم جذب کننده (کائولینایت) (g) و حجم محلول (l).

نتایج و بحث

اثر جذب سطحی فلوراید بر pH محلول

جذب سطحی فلوراید بر رس کائولینایت سبب تغییر در pH محلول می‌شود (شکل ۱- الف). همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش غلظت فلوراید در محلول، pH محلول نیز افزایش یافته که این افزایش تا غلظت‌های ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر ادامه می‌یابد و سپس تغییر pH تقریبا ثابت می‌ماند. نتایج نشان داد که جذب سطحی فلوراید بر رس کائولینایت در غلظت ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر فلوراید سبب افزایش pH به اندازه ۴/۱ واحد می‌شود. کائولینایت از یک صفحه تشکیل شده از پیوندهای Al-OH تشکیل شده است. یون‌های آلومینیوم قابل دسترس تشکیل هم آرایی با ۶ یون فلوراید داده و OH^- آزاد می‌شود. نسبت Al:OH در کائولینایت ۱:۲ می‌باشد (Sparks, ۱۹۹۵). نشان‌داده شده است که OH^- شبکه‌ای کائولینایت توسط فلوئور جایگزین می‌شود (Romar et al., ۲۰۰۹). نشان داده است که افزودن NaF بطور معنی داری سبب افزایش pH می‌شود. جانشینی F^- بجای OH^- در کانی‌های هیدروکسیدی مختلف علت این افزایش بود (Elrashidi and Lindsay, ۱۹۸۷). افزایش در pH با کمپلکس شدن آنیون فلوراید مشاهده می‌شود. این افزایش بدلیل جایگزینی گروه‌های OH^- سطحی توسط پیوندی کوئوردیناسیونی بین آنیون و یون‌های Al سطحی می‌باشد. فلوئور میل شدیدی برای تشکیل یون کمپلکس خیلی پایدار با آلومینیوم ($(AlF_6)^{3-}$) دارد و دارای شعاع یونی شبیه هیدروکسیل می‌باشد (Romar et al., ۲۰۰۹).



شکل ۱- اثر غلظت اولیه فلوراید محلول در تعادل با رس کائولینایت بر تغییر pH محلول (الف)

برازش معادله همدمای دوبنین-رادوشکویچ با داده‌های جذب سطحی فلوراید بر رس کائولینایت

(ب) دمای ۱۵ C°، (پ) دمای ۲۵ C° و (ت) دمای ۳۵ C°

برازش معادله همدمای دوبنین-رادوشکویچ با داده‌های جذب سطحی در دماهای مختلف

برازش معادله همدمای دوبنین-رادوشکویچ با داده‌های جذب سطحی فلوراید بر رس کائولینایت در دماهای ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد در شکل ۱ نمایش داده شده است. مقادیر ضرایب این معادله در دماهای مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به ضرایب همبستگی بین داده‌های جذب سطحی فلوراید بر رس کائولینایت با معادله همدمای دوبنین-رادوشکویچ، نتایج این پژوهش نشان داد که این همدما می‌تواند بطور مناسبی جذب سطحی فلوراید بر رس کائولینایت را توضیح دهد (R^2>۰/۹۹). مقادیر Q_{max} ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد مقادیر حداکثر ظرفیت جذب سطحی تخمین زده شده توسط این مدل در دمای ۳۵ درجه بیشتر از دو دمای دیگر بدست آمد.

جدول ۱- مقادیر ضرایب معادله دوبنین-رادوشکویچ در سه دمای ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد

دما (درجه سانتیگراد)	K_{D-R} ($mol^2(KJ^2)^{-1}$)	Q_{max} (mg/kg)	E (KJ/mol)	SEE	R^2
۱۵	۰۰۵۲/۰	۱/۶۲۷	۸۰/۹	۹۴۵/۰	۹۹۰۴/۰
۲۵	۰۰۳۸/۰	۸/۵۰۰	۴۷/۱۱	۰۵۷/۰	۹۹۵۱/۰
۳۵	۰۰۴۹/۰	۲/۸۰۴	۱۰/۱۰	۰۷۵/۰	۹۹۴۶/۰

K_{D-R} در ارتباط با انرژی جذب سطحی می‌باشد که مقادیر آن در دماهای ۱۵، ۲۵ و ۳۵ در جدول ۱ ارائه شده است که مقدار آن در دمای ۲۵ درجه کمتر از دو دمای دیگر است. بنابرین میانگین انرژی آزاد جذب سطحی (E) از مقدار KD-R با استفاده از معادله (۴) محاسبه می‌شود.

$$\ln C_{ads} = \ln Q_{max} - K_{D-R}\varepsilon^2 \qquad (۲)$$

در مدل D-R، پتانسیل پولانی می‌باشد و از رابطه ۳ محاسبه می‌گردد. همچنین Q_{max} ظرفیت جذب سطحی (mg/kg) است و K_{D-R} یک ثابت در ارتباط با انرژی جذب سطحی می‌باشد. مقدار K_{D-R} ($mol^2(KJ^2)^{-1}$) می‌تواند از شیب نمودار $\ln C_{ads}$ در برابر ^{2} بدست آید و Q_{max} نیز از عرض از مبدا آن حاصل می‌شود.

$$\varepsilon = RT(1+\frac{1}{C_e}) \qquad (۳)$$

همانطور که در بالا ذکر شد، K_{D-R} در ارتباط با انرژی جذب سطحی می‌باشد بنابرین میانگین انرژی آزاد جذب سطحی (E) از مقدار K_{D-R} با استفاده از معادله ۴ محاسبه می‌شود:

$$E = \frac{1}{\sqrt{2K_{D-R}}} \qquad (۴)$$

مقدار E برای ارزیابی نوع جذب سطحی خیلی معمول است که اگر مقدار آن بین ۸ تا ۱۶ KJ/mol بود جذب سطحی می‌تواند توسط تبادل لیگاندی توضیح داده شود و اگر مقدار آن بین ۱ تا ۸ باشد جذب سطحی از نوع فیزیکی می‌باشد (Solangi et al., ۲۰۱۰). مقدار E برای جذب سطحی فلوراید بر رس کائولینایت بین ۸۰/۹ تا ۴۷/۱۱ KJ/mol بدست آمد. با توجه به اینکه مقدار آن بین ۸ تا ۱۶ KJ/mol بود جذب سطحی می‌تواند توسط تبادل لیگاندی توضیح داده شود (Solangi et al., ۲۰۰۹).

منابع

Asgari Gh., Roshani B. and Ghanizadeh Gh. ۲۰۱۲. The investigation of kinetic and isotherm of fluoride adsorption onto functionalize pumice stone, Journal of Hazardous Materials ۲۱۷: ۱۲۳-۱۳۲.

Davison A.W. ۱۹۸۳. Uptake, translocation and accumulation of soil and airborne fluorides by vegetation. In: Shupe, J.L., Peterson, H.B. and Leone, N.C. (eds) Fluorides: effects on vegetation, animals and humans. Paragon Press, Salt Lake City, Utah, USA.

Elrashidi M.A. and Lindsay W. L. ۱۹۸۷. Effect of Fluoride on pH, organic matter and solubility of elements in soils, Environmental Pollution, ۴۷: ۱۲۳-۱۳۳.

Hamidpour M., Kalbasi M., Afyuni M., Shariatmadari H., Holm P.E. and Hansen H.Ch.B. ۲۰۱۰. Sorption hysteresis of Cd(II) and Pb(II) on natural zeolite and bentonite, Journal of Hazardous Materials ۱۸۱: ۶۸۶-۶۹۱.

Harrington L.F., Cooper E.M. and Vasudevan D. ۲۰۰۳. Fluoride sorption and associated aluminum release in variable charge soils, Journal of Colloid and Interface Science ۲۶۷:۳۰۲-۳۱۳.

Romar A., Gago C., Fernandez-Marcos M.L. and Alvarez E. ۲۰۰۹. In uence of fluoride addition on the composition of solutions in equilibrium with acid soils, Pedosphere ۱۹(۱): ۶۰-۷۰.

Solangi I.B., Memon Sh. and Bhanger M.I. ۲۰۰۹. Removal of fluoride from aqueous environment by modified Amberlite resin, Journal of Hazardous Materials ۱۷۱: ۸۱۵-۸۱۹.

Solangi I.B., Memon Sh. and Bhanger M.I. ۲۰۱۰. An excellent fluoride sorption behavior of modified amberlite resin, Journal of Hazardous Materials ۱۷۶ (۱-۳): ۱۸۶-۹۲.

Sparks D. ۱۹۹۵. Environmental soil chemistry. CRC press, Boca Raton, FL, USA.

Weinstein L.H. and Davison A. ۲۰۰۴. Fluorides in the Environment, Effects on Plants and Animals. CABI Publishing. CAB International. Wallingford, UK.

Abstract

Fluoride is an essential ion for humans and animals, but in high concentrations in drinking water can be toxic. One of the processes and controls related to the concentration of fluoride in the ground water fluoride intake is in the soil. The present study examined the properties of adsorption of fluoride on kaolinite clay. The results showed that the adsorption of fluoride on kaolinite increased solution pH levels. This may be due to the replacement of F^- instead of OH^- ions on the surfaces. Data fitted on Dubinin and Radushkevich isotherm showed that the adsorption isotherm can explain fluoride on kaolinite clay (R^2> ۰.۹۹) properly. The maximum adsorption of fluoride on kaolinite in the temperatures of ۱۵, ۲۵ and ۳۵ °C was ۶۲۷, ۵۰۰ and ۸۰۴ mg/kg, respectively. Also, according to this isotherm, ligand exchange was the main mechanism for fluoride adsorption.

اثر کرم‌های خاکی و لجن فاضلاب شهری بر قابلیت استفاده فسفر

نسرین نظری [۱]، علیرضاحسین‌پور [۲]،شهرام کیانی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد علوم خاک، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ۳- دانشیار علوم خاک، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده
در این پژوهش به بررسی اثر کرم خاکی و لجن فاضلاب بر فراهمی فسفر در یک خاک آهکی تیمار شده با لجن فاضلاب شهری پرداخته شد. تیمارهای آزمایش شامل لجن فاضلاب (در دو سطح بدون لجن فاضلاب و دارای ۵/۱ درصد وزنی لجن فاضلاب) به عنوان فاکتور اول و کرم خاکی (در چهار سطح بدون کرم خاکی، گونه‌ی آیزنیافتیدا، گونه‌ی آلولوبوفورا کالیژینوزا و مخلوط دو گونه) به عنوان فاکتور دوم بودند که به صورت فاکتوریل ۴×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار و شرایط گلخانه برای گیاه ذرت به مدت ۹۰ روز اجرا شد. فسفر قابل استفاده در خاک با روش اولسن، بی‌کربنات آمونیوم - دی‌تی‌پی‌ای و کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار تعیین شد. تاثیر کرم‌های خاکی و برهم کنش بین کرم خاکی و لجن فاضلاب در دو روش کلرید کلسیم و روش بیکربنات آمونیوم-دیتیپیای معنیدار نبود اما برای روش اولسن معنیدار بود.

واژه‌گان کلیدی: فسفر، لجن فاضلاب، کرم خاکی

مقدمه
از آنجا که در نواحی خشک و نیمه خشک ایران، خاک‌ها معمولاً از نظر ماده آلی فقیر بوده و دارای خصوصیات نامطلوبی میباشند، افزایش سطح ماده آلی در چنین خاک‌هایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. فسفر بعد از نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاه میباشد. مقدار فسفر در اغلب خاک‌ها فراتر از نیاز گیاهی است و بخش اعظم آن برای گیاه به صورت غیرقابل‌جذب میباشد. اگرچه میزان فسفر مورد نیاز گیاه در مقایسه با سایر عناصر اصلی پرمصرف کم است، با این حال این عنصر جزء عناصر پرنیاز گیاه محسوب می‌شود. این عنصر در انتقال و ذخیره‌سازی انرژی در گیاه نقش مهمی دارد. استخراج و اندازه‌گیری دقیق مقادیر فسفری که گیاه از خاک جذب می‌کند امکان‌پذیر نیست، اما می‌توان به روش‌های مختلف اجزائی از فسفر خاک را استخراج نمود که با فسفر جذب شده توسط گیاه همبستگی مناسبی داشته باشند (آبرامس و جارل، ۱۹۹۲). آگاهی از مقدار شکل‌ها و توزیع شکل‌های مختلف فسفر می‌تواند در ارزیابی و درک فرایندهای پدوژنیک و بررسی توسعه و تکامل خاک مهم باشد. دو فرایند اساسی در تغییر شکل و جابجایی فسفر در خاک عبارتند از فرایندهای ژئوشیمیایی که توزیع دراز مدت فسفر خاک را کنترل می‌کنند و دوم فرایندهای بیولوژیکی که تغییرات کوتاه مدت فسفر در خاک را سبب شده و بیشتر تحت تأثیر تغییر و تحولات مواد آلی خاک هستند (کراس و اسچلسینگر، ۱۹۹۵).

با توجه به مباحث ذکر شده، و بخصوص مقدار اندک فسفر در فاز محلول، فسفر به زمین‌های تحت کشت به صورت کودهای شیمیاییا کودهای آلی به منظور نگهداری قابلیت دسترسی آن برای تولید سودمند محصول افزوده می‌شود. یکی از منابع آلی حاوی مقادیر ارزشمند فسفر، جامدات زیستینظیر لجن فاضلاب می‌باشند.لجن فاضلاب شهرییکی از تولیدات ثانویه از تیمار فاضلاب می‌باشد. تهنشین کردن لجن فاضلاب اغلب مرحله با ارزشی در تیمار فاضلاب است. امروزه کاربرد خاکیلجن فاضلابافزایشیافته است. کاربرد خاکیلجن فاضلاب به دلیل وارد چرخه کردن مجدد عناصر غذایی و مواد آلی و همچنین بهبود خواص فیزیکی و تولیدات کشاورزی خاک‌هاسودمنداست (بهره‌مندوهمکاران، ۱۳۸۱). کاربرد لجن فاضلاب نه تنها فسفر قابل دسترس را افزایش می‌دهد، همچنین پیوند شدن فسفر به خاک را کاهش داده و ظرفیت واجذبی فسفر را افزایش می‌دهد (سوی و تامسون، ۲۰۰۰). مصرف لجن فاضلاب با تولید اسیدهای آلی و تجزیه فسفر خود در مسیر تحول در محیط خاک سبب کاهش موضعی pHو افزایش فسفر قابل جذب در آن نقطه و ازدیاد عملکرد می‌شود (آچاریا و ردی، ۲۰۰۰).

کرم‌خاکی یکی از مهمترین جاندار اکوسیستم‌ها بوده و بخش عمده‌ای از زیست توده‌ی جانوران درشت خاک را دربرمی‌گیرد (گدیسا و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از عواملی که می‌تواند فعالیت آنزیم‌های خاک و در نتیجه سرعتواکنش‌های بیوشیمیایی آن را تحت تأثیر قرار دهد حضور و فعالیت کرم‌های خاکی می‌باشد. این جانداران نقش مهمی در تبدیل عناصر غذایی به شکل‌های قابل دسترس گیاهان و ریزجانداران ایفا کرده و فرآیندهای متعدد میکروبیولوژیکی را تحریک می‌کنند (کیزیل کایا و همکاران، ۲۰۱۰). منبع تغذیه‌ای این جانداران می‌تواند از خاک، مواد آلی و ریزجانداران باشد بنابراین با گوارش خود باعث تجزیه ماده‌ی آلی شده و سرعت و شدت تجزیه‌ی آن را در خاک افزایش داده (ادواردز و بوهن، ۱۹۹۶) و سبب بهبود چرخه‌ی عناصر غذایی از طریق تسریع اختلاط بقایای گیاهی با خاک می‌گردند. مطالب عنوان شده، جایگاه و نقش مهم کرم خاکی را در اکوسیستم بیان کردند. این نقش ممکن است از مصرف لجن فاضلاب در خاک‌های کشاورزی تأثیر پذیرفته و در آن تغییر ایجاد کند. بر اساس نحوه‌ی مدیریت مصرف و خصوصیات شیمیایی این پسماند، احتمال اثر مثبت یا منفی بر این جاندار وجود دارد. بنابراین اهمیت مصرف صحیح لجن

فاضلاب بیش از پیش نمود پیدا می‌کند. در نتیجه در این پژوهش تلاش شد تا اثر مصرف لجن فاضلاب و کرم خاکی بر فراهمی و جزءبندی فسفر خاك بررسی شود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق دو فاکتور شامل،(۱) لجن فاضلاب شهری شهرکرد (با لجن معادل ۵/۱ درصد وزنی (S۱) و بدون لجن (S۰)(به عنوان فاکتور اول و (۲) کرم خاکی (بدون کرم خاکی (NE)، با آیزنیا فتیدا (*Eiseniafoetida*) از گروه اکولوژیکی اپی‌ژئیک، با آللوبوفرا کالیژینوزا (*Allobophra caliginosa*) از گروه اکولوژیکی آنسیک، مخلوط دو گونه آیزنیا فتیدا و آللوبوفرا کالیژینوزا (E+A)) به عنوان فاکتور دوم بررسی شدند. جهت ارزیابی اثر تیمارهای اعمال شده بر قابلیت استفاده و جزءبندی فسفر آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. ۳۲ گلدان برای ۸ تیمار مختلف در نظر گرفته شد.

به منظور انجام این تحقیق از یک خاک آهکی از زمین‌های دانشگاه شهرکرد و از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر به میزان لازم خاک جمع‌آوری گردید. ابتدا گلدان‌هایی با قطر ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر انتخاب گردید و برای ایجاد شرایط مناسب از نظر زهکشی و تبادل هوا و به منظور جلوگیری از خروج کرم‌ها، توری نازک برای مسدود کردن کف گلدان‌ها استفاده شد و تا ارتفاع ۲ سانتی‌متر سنگریزه ریخته شد. نمونه‌های لجن فاضلاب شهری از الک ۱ میلیمتری عبور داده شدند و معادل ۵/۱ درصد وزنی لجن فاضلاب شهری به گلدان‌های مورد نظر اضافه گردید. سپس گلدان‌های آزمایشی (با گنجایش ۹ کیلوگرم) با خاك‌های تیمار شده و تیمار نشده با لجن فاضلاب پر گردید. پس از اعمال تیمارها، خاک گلدان‌ها سه ماه برای رسیدن به تعادل نسبی آب داده شد. در مرحله بعد ۴ عدد بذر ذرت رقم سینگل گراس ۷۰۴ را در هر گلدان در عمق ۳ سانتی‌متر کاشته و در تمامی مراحل گلدان‌ها با آب معمولی آبیاری گردید. در دوره رشد سعی شد رطوبت خاک گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی نگهداری شود. کرم‌های خاکی تکثیر داده شده را ابتدا در آب مقطر شستشو داده تا خاک اضافی روی بدن آن‌ها به گلدان‌ها منتقل نشود. برای تخلیه غذای درون دستگاه گوارش کرم‌های خاکی، آن‌ها را به مدت ۲۴ ساعت درون سینی استریل به حالت نیمه شناور نگهداری کرده تا هر چه خاک در روده‌ها و دستگاه گوارش آن‌ها وجود دارد، تخلیه شود. سپس چهار تیمار کرم خاکی (بدون کرم خاکی(NE)، با آیزنیا فتیدا (EF) از گروه اکولوژیکی اپی‌ژئیک، با آللوبوفرا کالیژینوزا (AC) از گروه اکولوژیکی آنسیک، مخلوط آیزنیا فتیدا و آللوبوفرا کالیژینوزا (E+A)) به گلدان‌ها اضافه گردید. به هر گلدان ۴ عدد کرم خاکی (تراکم حدود ۲۴۰ عدد کرم خاکی در هر متر مربع خاک) بالغ با وزن تر حدود ۵/۰ گرم و طول حدود ۵-۶cm اضافه شد. جهت جلوگیری از خروج کرم‌های خاکی، سطح گلدان‌ها بهوسیله یک توری نازک پوشیده شد. پس از رویش بذرها در مرحله دو برگی شدن گیاه ذرت، ۲ گیاه را حذف کرده و ۲ گیاهچه دیگر تا پایان دوره رشد رویشی نگهداری شد. پس از برداشت بوته‌های ذرت، خاک گلدان‌ها کاملا مخلوط و سپس نمونه به مقدار لازم برای تعیین قابلیت استفاده فسفر برداشت و هوا خشک شدند.اثر تیمارها بر قابلیت استفاده فسفر در خاک با روش اولسن، بی‌کربنات آمونیوم - دی‌تی‌پی‌ای و کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار تعیین شد. و سایر پارامترهای خاکی و گیاهی اندازه‌گیری شده به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با روش تجزیه واریانس ارزیابی و مقایسه میانگینها با روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد (p<۰۵/۰) توسط نرم افزار SAS محاسبه گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱-۱ نتایج تجزیه واریانس تأثیر لجن فاضلاب و کرم خاکی بر فسفر عصاره‌گیری شده با روش کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار، روش بی‌کربنات آمونیوم- دی‌تی‌پی‌ای و روش اولسن را نشان می‌دهد. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که تأثیر لجن فاضلاب بر فسفر عصاره‌گیری شده در هر سه روش عصاره‌گیری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. همچنین تأثیر کرم خاکی و برهمکنش بین کرم‌خاکی و لجن فاضلاب در دو روش کلرید کلسیم و روش بی‌کربنات آمونیوم - دی تی پی ای معنی‌دار نبود اما برای روش اولسن معنی‌دار بود.

جدول ۱-۱- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر فسفراستخراجی توسط سه روش عصاره‌گیری شیمیایی در خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		روش کلرید کلسیم	AB-DTPA روش	روش اولسن
لجن فاضلاب	۱	۱۱**	۵۸۹**	۵۷۵۴**
کرم خاکی	۳	۱۵/۰n.s	۹۳/۰n.s	۲۷۹**
کرم خاکی×لجن	۳	۱۲/۰n.s	۰/۱n.s	۲۳۵**
خطا	۲۴	۱۷/۰	۴/۱	۲۷۲
CV (%)	-	۱۲	۱۶	۱۴

P< غیر معنی‌دار؛ **: ۰۱/۰ :n.s

الف روش اولسن: با توجه به نتایج میانگین‌ها (جدول ۱-۲)، با اعمال تیمار لجن فاضلاب، فسفر عصاره‌گیری شده از ۸/۳ به ۳/۲۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم (معادل ۸۷ درصد) افزایش یافت. نتایج نشان داد که در خاک تیمار شده با لجن فاضلاب و دارای کرم آیزنیا فتیدا میزان فسفر عصاره‌گیری شده بیشترین (۵/۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و خاک بدون لجن و کرم خاکی آیزنیا فتیدا کمترین میزان فسفر عصاره‌گیری شده (۴/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را داشت. در بخش دارای لجن فاضلاب، بین سطوح کرم خاکی اختلاف

معنی‌داری وجود داشت. دامنه میانگین‌ها در بخش بدون لجن ۴- ۴/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و در بخش دارای لجن ۵/۳۶- ۹/۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود. در تیمار لجن فاضلاب کرم‌های خاکی آیزنیا فتیدا، آللوبوفرا کالیژینوزا و مخلوط هر دو کرم به ترتیب سبب افزایش ۵/۱۲۹، ۹/۱۱۶و ۱/۹۱ درصدی فسفر عصاره‌گیری شده شدند. به طور میانگین کرم‌های خاکی آیزنیا فتیدا، آللوبوفرا کالیژینوزا و مخلوط هر دو کرم به ترتیب سبب افزایش ۱/۱۰۶، ۹/۹۶ و ۴/۷۲ درصدی فسفر عصاره‌گیری شده نسبت به شاهد (تیمار بدون کرم) در هر بخش شدند. حضور کرم آیزنیا فتیدا در شرایط بعد از اعمال لجن افزایش بیشتر و معنی‌داری بر فسفر عصاره‌گیری شده به همراه داشت.کرم آللوبوفرا هم در هر دو شرایط با لجن و بدون لجن باعث افزایش فسفر عصاره‌گیری شده شد البته افزودن لجن فاضلاب در حضور گونه‌ی آیزنیا فتیدا اثر بیش‌تری بر افزایش میزان فسفر عصاره‌گیری شده داشته است. حضور هر دو گونه کرم خاکی در هر دو خاک تیمار شده با لجن و تیمار نشده با لجن، فسفر عصاره‌گیری شده را افزایش دادند که این صرفا" به خاطر فعالیت آیزنیا فتیدا است. مصرف لجن فاضلاب اثر کرم آیزنیا فتیدا را تحریک می‌کند. چون این کرم فقط از مواد آلی تغذیه می‌کند و لجن غذای آن را فراهم کرده و نقش آن بیشتر شده است ولی آللوبوفرا آندوژنیک بوده و بیشتر از مواد معدنی خاک استفاده می‌کند(ادواردز و بوهن، ۱۹۹۶).

جدول ۱-۲- میانگین فسفر عصاره‌گیری شده در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب و کرم‌های خاکی به روش اولسن (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)

تیمار کرم خاکی	تیمار لجن فاضلاب		
	بدون لجن	دارای لجن	میانگین
بدون کرم خاکی	۶/۳^{Ba} (۲/۰)	۹/۱۵^{Ac} (۵/۰)	۸/۹^{c} (۷/۶)
آیزنیا فتیدا	۴/۳^{Ba} (۳/۰)	۵/۳۶ ^{Aa} (۳/۲)	۲/۲۰ ^{a} (۹/۱۷)
آللوبوفرا کالیژینوزا	۰/۴^{Ba} (۴/۰)	۶/۳۴^{Aa}(۶/۰)	۳/۱۹ ^{a} (۸/۱۶)
مخلوطکرم	۵/۳^{Ba} (۱/۰)	۴/۳۰^{Ab} (۶/۱)	۹/۱۶^{b} (۸/۱۴)
میانگین	۸/۳^{B} (۳/۰)	۳/۲۹^{A} (۵۲/۸)	

.در هر ردیف میانگین‌های دارای حرفبزرگ مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح۵% ندارند
.در هر ستون میانگین‌های دارای حرف کوچک مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵% ندارند
.اعداد داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشد

ب- روش کلرید کلسیم: در روش کلرید کلسیم با اعمال لجن فاضلاب مقدار فسفر عصاره‌گیری شده از ۹/۲ به ۱/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک (معادل ۳/۴۱ درصد) افزایش یافت (جدول ۱-۳). دامنه تغییرات در بخش بدون لجن، ۳/۳-۷/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک با میانگین ۹/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و در بخش دارای لجن، ۱/۴-۰/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک با میانگین ۱/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود. بیشترین فسفر عصاره‌گیری شده به روش کلرید کلسیم (۱/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) در همه خاک‌های تیمار شده با لجن (به جزء تیمار دارای لجن و بدون کرم) و کمترین فسفر عصاره‌گیری شده به روش کلرید کلسیم (۷/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) در خاک تیمار نشده با لجن به همراه مخلوط دو گونه کرم خاکی مشاهده شد. در شرایط بدون لجن فاضلاب کرم‌های خاکی آیزنیا فتیدا، آللوبوفرا کالیژینوزا به ترتیب سبب افزایش ۵/۳، ۸/۱۷ درصد و مخلوط هر دو کرم مقدار ۵/۳درصدی فسفر عصاره‌گیری شده را کاهش داد. در شرایط دارای لجن فاضلاب کرم‌های خاکی آیزنیا فتیدا، آللوبوفرا کالیژینوزا، مخلوط هر دو کرم سبب افزایش ۵/۲ درصدی مقدار فسفر عصاره‌گیری شده با روش کلرید کلسیم نسبت به شاهد (تیمار بدون کرم) در هر بخش شدند. در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب، بین خاک دارای کرم آیزنیا فتیدا، خاک دارای کرم آللوبوفرا کالیژینوزا و خاک دارای هر دو نوع کرم اختلاف معنی‌داری نبود و گونه کرم‌ها تأثیری بر افزایش فسفر عصاره‌گیری شده نداشت.

جدول ۱-۳- میانگین فسفر عصاره‌گیری شده در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب و کرم‌های خاکی با روش کلرید کلسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)

تیمار کرم خاکی	تیمار لجن فاضلاب		
	بدون لجن	دارای لجن	میانگین
بدون کرم خاکی	۸/۲^{Ba} (۱/۰)	۰/۴^{Aa} (۳/۰)	۴/۳^{a} (۷/۰)
آیزنیا فتیدا	۹/۲^{Ba} (۲/۰)	۱/۴^{Aa} (۲/۰)	۵/۳^{a} (۷/۰)
آللوبوفرا کالیژینوزا	۳/۳^{Ba} (۵/۰)	۱/۴^{Aa} (۷/۰)	۷/۳^{a} (۷/۰)
مخلوطکرم	۷/۲^{Ba} (۷/۰)	۱/۴^{Aa} (۲/۰)	۴/۳^{a} (۹/۰)
میانگین	۹/۲^{B} (۴/۰)	۱/۴^{A} (۴/۰)	

.در هر ردیف میانگین‌های دارای حرفبزرگ مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح۵% ندارند
.در هر ستون میانگین‌های دارای حرف کوچک مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵% ندارند
.اعداد داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشد

ج- روش بی‌کربنات آمونیوم - دیتیپیای :

در روش بی‌کربنات آمونیوم دیتیپیای با اعمال لجن فاضلاب مقدار فسفر عصاره‌گیری شده از ۱/۳ به ۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک (معادل ۲۸۷ درصد) افزایش یافت (جدول ۱-۴). دامنه تغییرات فسفر در شرایط بدون لجن،۱/۳-۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک با میانگین ۱/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و در شرایط دارای لجن، ۱۲-۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک با میانگین ۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود. بیشترین فسفر عصاره‌گیری شده با روش بی‌کربنات آمونیوم - دیتیپیای(۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) در همه خاک‌های تیمارشده با لجن (به جزء تیمار دارای لجن و کرم آللوبوفرا کالیژینوزا) و کمترین فسفر عصاره‌گیری شده به روش بی‌کربنات آمونیوم (۰/ ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) در خاک تیمار نشده با لجن به همراه کرم آیزنیا فتیدا مشاهده شد. در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب و تیمار نشده با لجن فاضلاب، بین خاک دارای کرم آیزنیا فتیدا، خاک دارای کرم آللوبوفرا و خاک دارای هر دو نوع کرم اختلاف معنی‌داری نبود و گونه کرم‌ها تأثیری بر افزایش فسفر عصاره‌گیری شده نداشت.

میلی‌گرم بر) AB-DTPA جدول ۱-۴- میانگین فسفر عصاره‌گیری شده در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب و کرم‌های خاکی به روش (کیلوگرم خاک

تیمار کرم خاکی	تیمار لجن فاضلاب		
	بدون لجن	دارای لجن	میانگین
بدون کرم خاکی	۱/۳^{Ba} (۲/۰)	۱۲^{Aa} (۷/۰)	۶/۷^{a} (۸/۴)
آیزنیا فتیدا	۰/۳^{Ba} (۱/۰)	۱۲^{Aa} (۷/۱)	۳/۷^{a} (۷/۴)
آللوبوفرا کالیژینوزا	۱/۳^{Ba} (۲/۰)	۱۱^{A} (۰/۲)	۹/۶^{a} (۳/۴)
مخلوطکرم	۱/۳^{Ba} (۲/۰)	۱۲^{Aa} (۰/۲)	۷/۷^{a} (۱/۵)
میانگین	۱/۳^{B} (۲/۰)	۱۲^{A} (۷/۲)	

.در هر ردیف میانگین‌های دارای حرفبزرگ مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح۵% ندارند
.در هر ستون میانگین‌های دارای حرف کوچک مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵% ندارند
.اعداد داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشد

همان‌طور که در جدول ۱-۳ مشاهده می‌شود کلرید کلسیم رقیق فسفر کمتری نسبت به سایر روش‌های عصاره‌گیری از خاکهای مورد مطالعه استخراج کرده است. بعد از آن روش بیکربنات آمونیوم-دیتیپیای و در آخر روش اولسن بیشترین مقدار فسفر عصاره‌گیری شده را به خود اختصاص داده است.میزان تغییراتناشی از حضور کرم خاکیبهحضورلجنفاضلابستگیداشت. در هر سه روش میزان فسفر عصاره‌گیری شده با اضافه شدن لجن فاضلاب بیشتر شد. پژوهشگران پیشین نیز گزارش کردند که افزودن لجن فاضلاب به خاك، سبب افزایش میزان فسفر قابل جذب میشود (سوی و تامسون، **۲۰۰۰**). مصرفلجنفاضلابشهریاثرتحریککنندگیکرمخاکیرابرویژگی‌هایمیکروبیولوژیکیوبیوشیمیاییخاککاهشدادکه این کاهش در حضور کرم خاکی آیزنیافتیدابهدلیلتغذیهازلجنفاضلابمحسوس‌تر بود. نتایج این مطالعه نشان داد مصرف لجن فاضلاب شهری وابستگی این جاندار را به ریزجانداران خاک کاهش می‌دهد. علاوه بر این، اثر متقابل این دوگونه‌ی کرم خاکیبا نیازهای متفاوت اکولوژیکی بر شاخص‌های زیستی خاک اغلبهم‌افزایاجمع‌پذیر (بدون اثرمتقابل) بود. همچنین تاثیر کرم خاکی بر فراهمی فسفر

تحت تاثیر ویژگیهای جذب این عنصر توسط خاك قرار میگیرد هر چه ظرفیت جذب فسفر توسط خاك بالاتر باشد اثـر کـرم خـاکی بـر فراهمی فسفر کمتر است (ادواردز و بوهن، ۱۹۹۶).

منابع

بهره‌مند م.ر. افیونی م. حاج‌عباسی م.ع. و رضایینژاد ی. ۱۳۸۱. اثر لجن فاضلاب بر برخی از ویژگیهای فیزیکی خـاک. مجله‌ی علـوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۶. صفحات ۱ تا ۸.

Abrams M.M. and Jarell W.M. ۱۹۹۲. Bioavailability index for phosphorus using ion exchange resin impregnated membranes. Soil Science Society of America Journal. ۵۶:۲۲۵-۲۵۲.

Acharya C.L. and Reddey D.D. ۲۰۰۰. Crop residue addition effects on myriad forms and sorption of phosphorus in vertisol. Bioresource Technology. ۸۰:۹۳-۹۹

Cross A.F. and Schlesinger H. ۱۹۹۵. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Application to the biogeochemical cycle of phosphorus in natural ecosystem. Geoderma. ۶۴:۱۸۳- ۱۹۶.

Edwards C.A. and Bohlen P.J. ۱۹۹۶. Biology and Ecology of Earthworms. ۳rd. Chapman and Hall. London.

Kizilkaya R. Karaca A. Turgay O.C. and Cetin S.C. ۲۰۱۰. Earthworm interactions with soil enzymes. In: A. Karaca (ed.) Soil Biology. Part ۲۴. Biology of earthworms. Department of Soil Science. Ankara University. pp.۱۴۱-۱۵۹.

Sui Y.B. and Thompson M.L. ۲۰۰۰. phosphorus sorption desorption and buffering capacity in a biosolids-amended mollisol. Soil Science Society of America Journal. ۶۴:۱۶۴-۱۶۹

Abstract

In this study is servey the effect of earthworms and sewage sludge on the availability P in calcareous soil was treated with sewage sludge. Treatments include sewage sludge (two levels without sewage sludge and sewage sludge ۱.۵% wt) as the first factor and earthworms (at four levels without earth worm, *Eisenia foetida*, *Allolobophra caliginosa* and mixed of both species) as the second factor that is ۴ × ۲ factorial in a completely) in corn cropping under the greenhouse condition for ۹۰ days. P in treated soils was extracted by Olsen, AB-DTPA and ۰.۰۱ M $Cacl_2$ methods and the interaction between earthworms and sewage sludge in the calcium chloride method and the method of , AB-DTPAand ۰.۰۱ M $Cacl_2$ not significant, but it was significant for Olsen method.

مقایسه کارایی جذب و مصرف کودهای شیمیایی فسفر توسط گوجه‌فرنگی در شرایط شور

سمیه قاسمی [۱]، نجمه عبادی‌فر [۲] اسماعیل پورجان‌آباد [۲]، سمانه میرحسینی [۲]
۱- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه یزد، ۲- دانشجوی کارشناسی گروه علوم خاک دانشگاه یزد

چکیده
در این پژوهش، به منظور بررسی کارایی مصرف فسفر از دو منبع فسفات‌آمونیوم و سوپرفسفات تریپل توسط گوجه‌فرنگی در شرایط شوری صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد و غلظت فسفر ریشه و شاخساره شد، اما این اثرات منفی شوری به‌طور معنی‌داری با کاربرد کودهای فسفر کاهش یافت. در هر سه سطح شوری مورد مطالعه، کارایی جذب و مصرف فسفر از کود سوپرفسفات‌تریپل به‌طور معنی‌داری بیشتر از کود فسفات‌آمونیوم بود.

واژه‌های کلیدی: فسفر، کارایی جذب و مصرف، شوری

مقدمه
فسفر یکی از مهمترین عناصر ضروری برای رشد و تکثیر گیاهان می‌باشد که در ساختار اسیدهای نوکلئیک، غشای سلولی و ذخیره‌سازی و انتقال انرژی نقش دارد. با وجود اینکه غلظت فسفر کل در خاک‌های مختلف از ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است، اما گیاهان می‌توانند این عنصر را فقط به صورت آنیون‌های یک ظرفیتی $H_2PO_4^{-1}$ یا دوظرفیتی HPO_4^{-2} جذب نمایند که در اغلب موارد غلظت آنها در خاک بسیار کم است (Marschner, ۱۹۹۵). از طرفی، یون‌های معدنی مانند آلومینیوم، آهن و کلسیم و یا اسیدهای آلی، فسفر را در خاك تثبیت میکنند که گیاه نمیتواند این فسفر تثبیت شده را جذب کند. کاهش فعالیت فسفر محلول به دلیل افزایش قدرت یونی محلول خاک و تشکیل کانی‌های کلسیم-فسفر از جمله دلایل کاهش جذب فسفر توسط گیاهان در شرایط شور است (Grattan and Grieve, ۱۹۹۲). بخش قابل توجهی از فسفر مصرف شده از طریق کودهای فسفاته شیمیایی نیز بدلیل تشکیل ترکیبات فوق در خاك، از دسترس گیاه خارج شده و تنها ۲۰ تا ۴۰ درصد آنها قابل جذب خواهند بود. این امر نه تنها موجب اتلاف شدید سرمایه‌های مالی و منابع می‌شود، بلکه مخاطرات زیست‌محیطی قابل ملاحظه‌ای نیز به همراه خواهد داشت. برخی مطالعات نیز نشان داده‌اند که به دلیل پیچیدگی ویژگی شیمیایی فسفر در خاك‌های آهکی و اسیدی، کمتر از ۲۰ درصد کود فسفره مصرفی توسط گیاه برداشت می‌شود و بقیه آن در خاک تثبیت و یا تغییر شکل یافته و به شکل غیر قابل جذب در می‌آید (Korkmaz et al., ۲۰۰۹). بنابراین، بررسی کارایی مصرف عناصر غذایی کودهای شیمیایی مختلف به منظور کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف غیر منطقی کودها و توسعه پایدار بخش کشاورزی ضروری می‌باشد.

مواد و روش‌ها
این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی به صورت فاکتوریل با سه نوع کود فسفر (بدون کود، ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از منبع فسفات‌آمونیوم و سوپرفسفات تریپل) در شرایط شوری صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم در سه تکرار، به صورت گلدانی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد انجام شد. نمونه‌های خاک مورد استفاده در این مطالعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری منطقه قاسم آباد واقع در استان یزد تهیه گردید و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن مطابق با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. خاک مورد مطالعه دارای بافت سیلتی لومی، پ-هاش ۷/۷، هدایت الکتریکی ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر و ۳۸ درصد کربنات کلسیم بود. همچنین مقدار ماده آلی خاک مورد استفاده در این پژوهش، ۱/۱ درصد و غلظت فسفر قابل جذب آن ۸/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

به منظور کاشت گیاه، ابتدا بذرهای گوجه‌فرنگی رقم رانی (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cvs. Rani) توسط آب اکسیژنه یک درصد ضدعفونی شده و سپس در گلدان‌های حاوی سه کیلوگرم خاک تیمار شده با کودهای فسفر کشت شدند. پس از گذشت شش هفته از کشت گیاه، تیمارهای شوری در سه سطح صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار از منبع کلریدسدیم، نمک غالب در اراضی کشاورزی، به همراه آب آبیاری اعمال گردید. پس از گذشت شش هفته از اعمال تیمارهای شوری، ریشه و شاخساره به‌طور جداگانه برداشت و با آب‌مقطر شسته شدند. نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در خشک‌کن قرار گرفته و پس از اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و شاخساره، توسط آسیاب پودر شدند.

به منظور اندازه‌گیری غلظت فسفر، نمونه‌های گیاهی پودر شده در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس در کوره خاکستر گردیده و پس از آن عصاره‌گیری با استفاده از اسیدکلریدریک دو مولار انجام شد. غلظت فسفر توسط دستگاه طیف‌سنج مدل ۲۱۰ analytic jena اندازه‌گیری شد. مقدار جذب فسفر، از حاصل‌ضرب عملکرد در غلظت فسفر، محاسبه گردید. کارایی جذب و مصرف فسفر نیز بر اساس روابط ۱ و ۲ محاسبه شد.

رابطه (۱) مقدار فسفر مصرفی/(جذب تیمار شاهد - جذب فسفر تیمار کوددهی شده)= کارایی جذب فسفر

رابطه (۲) مقدار فسفر مصرفی/(ماده خشک تیمار شاهد - ماده خشک تیمار کوددهی شده)= کارایی مصرف فسفر

نتایج و بحث

وزن خشک ریشه و شاخساره

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر کود فسفر بر وزن خشک ریشه و شاخساره، در سطح آماری ۱/۰ درصد معنی‌دار است (جدول ۱). کاربرد کود فسفر در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گیاه شد (جدول ۲) تأثیر کود سوپرفسفات‌تریپل بر افزایش وزن خشک ریشه، به‌طور معنی‌داری بیشتر از فسفات‌آمونیوم بود اما درمورد وزن خشک شاخساره، اختلاف معنی‌داری بین دو منبع کود فسفر وجود نداشت. فسفر در استقرار اولیه گیاه، فعالیت مریستمی و تقسیم سلولی نقش بسیار مهمی دارد (Rodriguez and Fraga, ۱۹۹۹)، بنابراین استفاده از کودهای معدنی فسفر که در آب قابل حل می‌باشند، می‌توانند با در اختیار قرار دادن فسفر، به رشد رویشی و زایشی گیاه کمک کنند (Patidar, ۲۰۰۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر نوع کود فسفر و شوری بر عملکرد و غلظت فسفر ریشه و شاخساره گوجه‌فرنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن خشک ریشه	وزن خشک شاخساره	فسفر ریشه	فسفر شاخساره
کود فسفر	۲	۵۵/۰***	۹۶/۰***	۴۱/۰***	۲۶/۰***
شوری	۲	۲۴/۰***	۵۸/۱***	۸۱/۰***	۲۰/۰***
کود فسفر × شوری	۴	۰۰۳/۰	۰۵/۰*	۰۷/۰**	۰۳/۰*
خطای آزمایش	۱۸	۰۰۶/۰	۰۱/۰	۰۱/۰	۰۱/۰

.به ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن در سطح آماری ۰۵/۰، ۰۱/۰، ۰۰۱/۰ می‌باشند *،**،***

تأثیر شوری نیز بر وزن خشک ریشه و شاخساره در سطح آماری ۱/۰ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش سطح شوری، عملکرد گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). به‌طوری که بیشترین و کمترین عملکرد ریشه و شاخساره به ترتیب مربوط به تیمارهای صفر و ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بود. اثر منفی شوری بر رشد گیاه ممکن است به علت اختلال در فعالیت‌های متابولیکی ناشی از کاهش جذب آب باشد (Tunçtürk, ۲۰۱۱). رحمان و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزایش غلظت نمک در محیط ریشه از طریق کاهش پتانسیل اسمزی و کاهش یا جلوگیری از جذب آب مورد نیاز برای تحرک عناصر غذایی ضروری برای رشد، باعث کاهش زیست توده ریشه و شاخساره ارقام مختلف گندم شد (Rahman et al., ۲۰۰۸). در مطالعات دیگر نیز به اثر تنش شوری برکاهش رشد بسیاری از گونه‌های گیاهی از قبیل سویا (Essa, ۲۰۰۲)، گوجه‌فرنگی (Cuartero and Ferna ndez-Mun oz, ۱۹۹۹) و گل جعفری (Eid et al., ۲۰۱۱) اشاره شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر نوع کود فسفر و شوری بر عملکرد و غلظت فسفر ریشه و شاخساره گوجه‌فرنگی

نوع تیمار	سطح تیمار	وزن خشک ریشه	وزن‌خشک ریشه	فسفر ریشه	فسفر شاخساره
		($g\ pot^{-1}$)		($g\ kg^{-1}$)	
کود فسفر	شاهد	۵۹/۰ c	۴۱/۱ b	۸۴/۱ b	۰۱/۲ b
	فسفات‌آمونیوم	۷۷/۰ b	۹۸/۱ a	۲۳/۲ a	۰۴/۲ b
	سوپرفسفات‌تریپل	۰۸/۱ a	۹۷/۱ a	۲۰/۲ a	۳۲/۲ a
شوری (mM NaCl)	صفر	۹۷/۰ a	۲۱/۲ a	۴۴/۲ a	۲۴/۲ a
	۴۰	۸۳/۰ b	۷۷/۱ b	۹۳/۱ b	۱۷/۲ a
	۸۰	۶۴/۰ c	۳۷/۱ c	۹۰/۱ b	۹۶/۱ b

.نمی‌باشند LSD میانگین‌های با حروف یکسان در یک ستون برای هر تیمار، دارای تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد آزمون

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل نوع کود فسفر و شوری بر عملکرد شاخساره نیز نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک شاخساره مربوط به گیاهان کوددهی شده با سوپرفسفات‌تریپل و فسفات‌آمونیوم در شرایط غیر شور است (جدول ۳). کمترین عملکرد شاخساره نیز در تیمار بدون کود فسفر و شوری ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم مشاهده شد. گیبسون (۱۹۸۸) بیان داشت که فسفر نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارد و نیاز به فسفر کافی در شرایط شور، مربوط به نقش این عنصر در تنظیم تجمع یون‌ها و کدبندی یون‌ها در داخل سلول است (Gibson, ۱۹۸۸). کایا و همکاران (۲۰۰۱) نیز گزارش کردند که کاربرد فسفر در شرایط شور باعث بهبود رشد گیاه می‌شود (Kaya et al., ۲۰۰۱).

غلظت فسفر ریشه و شاخساره

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر کود فسفر، شوری و اثر متقابل آنها بر غلظت فسفر ریشه و شاخساره معنی‌دار است (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، کاربرد کود فسفر، صرف‌نظر از منبع آن، در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی‌دار غلظت فسفر ریشه شد (جدول ۲). غلظت فسفر شاخساره نیز در حضور کود سوپرفسفات‌تریپل افزایش یافت، در حالی‌که کاربرد کود فسفات‌آمونیوم تأثیر معنی‌داری بر غلظت فسفر شاخساره نداشت. همچنین با افزایش سطح شوری غلظت فسفر ریشه و شاخساره کاهش یافت. بنابراین بیشترین غلظت فسفر ریشه و شاخساره مربوط به گیاهان کوددهی شده با فسفر در شرایط غیر شور بود (جدول ۳). کمترین غلظت فسفر ریشه و شاخساره گیاه نیز در شرایط بدون مصرف کود و شوری ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم مشاهده شد.

با توجه به اینکه فسفر یک عنصر غیر متحرک در خاک می‌باشد و در اثر شوری خاک رشد و گسترش ریشه گیاهان محدود می‌شود، در نتیجه میزان جذب فسفر توسط گیاه به شدت کاهش می‌یابد. کاهش فعالیت فسفر محلول به دلیل افزایش قدرت یونی محلول خاک و همچنین کاهش غلظت فسفر محلول به دلیل ایجاد رسوب فسفات‌کلسیم از جمله دلایل کاهش جذب فسفر توسط گیاهان در شرایط شور است (Grattan and Grieve, ۱۹۹۲). آواد و همکاران (۱۹۹۰) مشاهده کردند که شوری با کاهش رشد ریشه موجب کاهش جذب فسفر توسط گیاه می‌شود و افزودن فسفر در این شرایط باعث افزایش جذب فسفر و بهبود رشد گیاه می‌شود (Awad et al., ۱۹۹۰).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع کود فسفر و شوری بر عملکرد و غلظت فسفر ریشه و شاخساره گوجه‌فرنگی

فسفر	شوری (mM NaCl)	وزن خشک شاخساره (g pot^{-1})	فسفر ریشه	فسفر شاخساره
			(g kg^{-1})	
صفر	صفر	^{b}۹۳/۱	^{b}۰۳/۲	^{de}۰۲/۲
	۴۰	^{e}۴۳/۱	^{cd}۸۳/۱	^{bcd}۱۵/۲
	۸۰	^{f}۸۶/۰	^{d}۶۷/۱	^{ef}۸۷/۱
فسفات‌آمونیوم	صفر	^{a}۴۰/۲	^{a}۶۱/۲	^{bc}۲۴/۲
	۴۰	^{b}۹۷/۱	^{b}۰۷/۲	^{cd}۰۷/۲
	۸۰	^{de}۵۷/۱	^{bc}۰۰/۲	^{f}۸۰/۱
سوپرفسفات‌تریپل	صفر	^{a}۳۰/۲	^{a}۶۷/۲	^{a}۴۶/۲
	۴۰	^{bc}۹۰/۱	^{bc}۹۰/۱	^{ab}۳۰/۲
	۸۰	^{cd}۷۰/۱	^{b}۰۳/۲	^{bc}۲۰/۲

.نمی‌باشند LSD میانگین‌های با حروف یکسان در یک ستون دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون

کارایی جذب و مصرف فسفر کل گیاه

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در هر سه سطح شوری مورد مطالعه، کارایی جذب و مصرف فسفر از کود سوپرفسفات‌تریپل به‌طور معنی‌داری بیشتر از کود فسفات‌آمونیوم است (جدول ۴). شوری ۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم باعث کاهش معنی‌دار کارایی جذب فسفر از دو منبع کود مورد استفاده شد، در حالی که شوری ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم در مقایسه با تیمار شاهد تأثیر معنی‌داری بر کارایی جذب فسفر نداشت. تأثیر شوری بر کارایی مصرف فسفر نیز بسته به منبع کود فسفر متفاوت بود. در حضور کود فسفات آمونیوم، شوری ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم باعث کاهش معنی‌دار کارایی مصرف فسفر شد، در حالی که در این سطح از شوری، کارایی مصرف فسفر از کود سوپرفسفات‌تریپل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. علت این امر می‌تواند ناشی از اختلاف قابل توجه بین وزن خشک گیاهان کوددهی شده و گیاهان بدون کود در شرایط شوری ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم باشد. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود در شوری ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، وزن خشک شاخساره گیاهان کوددهی شده با سوپرفسفات‌تریپل تقریباً دوبرابر گیاهان بدون کود است.

به‌طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در خاک‌های شور می‌توان با استفاده از کودهای فسفره عملکرد گیاه را بهبود بخشید. فسفر از طریق توسعه ریشه و بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه (افزایش جذب فسفر) اثرات منفی شوری را کاهش و بنابراین تولید محصول را افزایش می‌دهد و در این ارتباط کارایی جذب و مصرف فسفر از کود سوپرفسفات‌تریپل بیشتر از کود فسفات‌آمونیوم بود.

جدول ۴- تأثیر شوری بر کارایی جذب و مصرف کودهای شیمیایی فسفر توسط گوجه‌فرنگی

کود فسفر	شوری (mM NaCl)	کارایی جذب فسفر	کارایی مصرف فسفر

	صفر	۰۴۶/۰ b	۰/۱۲ c
فسفات‌آمونیوم	۴۰	۰۲۹/۰ c	۰/۱۴ c
	۸۰	۰۳۶/۰ bc	۷/۱۸ b
	صفر	۰۶۸/۰ a	۸/۱۵ bc
سوپرفسفات‌تریپل	۴۰	۰۴۶/۰ b	۶/۱۹ b
	۸۰	۰۶۷/۰ a	۴/۲۷ a

.نمی‌باشند LSD میانگین‌های با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون

منابع

Awad A.S., Edwards D.G. and Campell L.C. ۱۹۹۰. Phosphorous enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Science, ۳۰ : ۱۲۳-۱۲۸.

Cuartero J. and Ferna ndez-Mun oz R. ۱۹۹۹. Tomato and salinity. Scientia Horticulturae, ۷۸ : ۸۳-۱۲۵.

Eid R.A., Taha L.S., Ibrahiem S.M.M. ۲۰۱۱. Alleviation of adverse effects of salinity on growth, and chemical constituents of marigold plants by using glutathione and ascorbate. Journal of Applied Science Research ۷ : ۷۱۴-۷۲۱.

Essa T.A, ۲۰۰۲. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science, ۱۸۸ : ۸۶-۹۳.

Gibson T.S. ۱۹۸۸. Carbohydrate metabolism and phosphorus salinity interaction in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant and Soil, ۱۱۱ : ۲۵-۳۵.

Grattan S.R. and Grieve C.M. ۱۹۹۲. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In : Pessarakli M. (ed). Handbook of Plant Cold Stress. pp. ۲۰۳-۲۲۶.

Kaya C., Higgs D. and Kirnak H. ۲۰۰۱. The effects of salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulgarian journal of Plant Physiology, ۲۷ : ۴۷-۵۹.

Korkmaz K., Ibrikci H., Karnez E., Buyuk G., Ryan J., Ulger A.C. and Oguz, H. ۲۰۰۹. Phosphorus use efficiency of wheat genotypes grown in calcareous soils. Journal of Plant Nutrition, ۳۲ : ۲۰۹۴-۲۱۰۶.

Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.

Patidar M. ۲۰۰۱. Integrated nutrient management in sorghum (*Sorghum bicolor*) and its residual effect on wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agriculture Science, ۷۱ : ۵۸۷-۵۹۰.

Rodriguez H. and Fraga R. ۱۹۹۹. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advances, ۱۷ : ۳۱۹-۳۳۹.

Tunçtürk M, Tunçtürk R, Yildirim B and iftçi V. ۲۰۱۱. Effect of salinity stress on plant fresh weight and nutrient composition of some Canola (*Brassica napus* L.) cultivars. African Journal of Biotechnology ۱۰ : ۱۸۲۷-۱۸۳۲.

Abstract

In this study, in order to investigate the use efficiency of phosphorus from two sources of ammonium phosphate and triple superphosphate by tomato in salinity of ۰, ۴۰ and ۸۰ mM NaCl, a pot experiment was set up in a completely randomized factorial design with three replicates. The results showed that salt stress caused significant reduction in root and shoot yield and phosphorus concentration, but these adverse effects of salt stress were significantly ameliorated by phosphorus fertilizers application. At all salinity levels, the uptake and use efficiency of phosphorus from triple superphosphate was significantly higher than ammonium phosphate.

اثر کاربرد ورمی‌کمپوست در کاهش اثر سوء تنش آبی بر غلظت نیتروژن و فسفر اندام هوایی اسفناج در یک خاک آهکی

لیلا زارع [۱]، عبدالمجید رونقی [۱]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک دانشکده کشارزی دانشگاه شیراز، ۲- استاد بخش علوم خاک دانشکده کشارزی دانشگاه شیراز

چکیده
تنش‌های محیطی مهم‌ترین عامل کاهش دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند. به نظر می‌رسد استفاده از کودهای مناسب می‌تواند تا حدودی اثرات سوء تنش آبی بر گیاه را کاهش داده و دستیابی به عملکرد بالا را سبب شود. به منظور مطالعه اثر ورمی‌کمپوست در کاهش اثر سوء تنش آبی بر غلظت نیتروژن و فسفر اندام هوایی اسفناج در یک خاک آهکی، آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل (۴×۳) و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۴ سطح ورمی‌کمپوست دامی (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در کیلوگرم خاک) و سه سطح تنش آبی (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه) بود. نتایج نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست تحت شرایط تنش آبی سبب افزایش معنادار غلظت نیتروژن و فسفر اندام هوایی اسفناج در مقایسه با تیمار شاهد شد و اثر سوء تنش آبی را بر جذب این عناصر کاهش داد.

واژه های کلیدی: ورمی‌کمپوست، تنش آبی، اسفناج، نیتروژن، فسفر.

مقدمه
اهمیت بررسی تنش‌های محیطی و نقش آنها در پیش‌بینی و ارزیابی رشد و عملکرد محصولات زراعی بسیار آشکار است. کمبود آب یکی از عوامل اصلی محدودکننده تولیدات کشاورزی در بیشتر نقاط جهان می‌باشد. کمبود آب با تأثیر بر اساس سلولی در نتیجه باز و بسته شدن روزنه‌ها، فرآیندهای فتوسنتز، تنفس و تعرق را تحت تأثیر قرار داده و از طرف دیگر با تأثیر بر فرایندهای آنزیمی که به طور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می‌شوند، بر رشد گیاه اثر منفی می‌گذارد (برار و همکاران، ۱۹۹۰).
مدیریت عناصر غذایی به روش متداول امروزی با کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی منجر به تخریب بوم نظام‌های کشاورزی و به خطر افتادن سلامت انسان می‌گردد. مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی و هزینه‌های تولید این کودها، تجدیدنظر در روش‌های افزایش تولید محصولات را ضروری ساخته است (سجادی‌نیک و یدوی، ۱۳۹۲). با توجه به مشکل کمبود مواد آلی در اکثر خاک‌های زراعی ایران و تأثیر منفی استفاده مداوم از کودهای شیمیایی بر خواص فیزیکوشیمیایی، محیط زیست و کیفیت محصولات کشاورزی، کودهای زیستی از جمله ورمیکمپوست‌ها میتوانند باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش کربن آلی، فعالیت میکروبی، کاهش میزان آبشویی عناصر غذایی و افزایش عملکرد شوند. ورمیکمپوست یک ماده آلی پیت مانند است که باعث نرمی بافت خاک و افزایش تهویه، جذب رطوبت و ظرفیت نگهداری آب میشود. کربن آلی موجود در ورمیکمپوست عناصر غذایی را به آرامی و به طور یکنواخت در سیستم رشد گیاهی آزاد کرده و گیاه را قادر به جذب آنها مینماید (حبیبی و مجیدیان، ۱۳۹۳). پیوست و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش خود بر روی گیاه اسفناج (رقم viroflay) در شرایط گلخانه‌ایی و با کاربرد ورمی‌کمپوست دامی در یک خاک لومی شنی، نشان دادند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار غلظت فسفر، پتاسیم، نیتروژن کل، کلسیم، منیزیم و نیتروژن نیتراتی در دمبرگ و برگ و در نتیجه عملکرد اسفناج شد. رشتبری و علیخانی (۱۳۹۲) در یک آزمایش گلخانه‌ایی بیان کرند که کاربرد ورمی‌کمپوست تحت شرایط تنش خشکی سبب افزایش رشد، زیست توده و عملکرد گیاه کلزا شد. شیخی و رونقی (۱۳۹۱) نیز در کاربرد ورمی‌کمپوست تحت شرایط تنش شوری بر گیاه اسفناج (رقم ویروفلی)، کاهش اثرات منفی شوری ناشی از غلظت زیاد سدیم و کلر در خاک شور و افزایش ۲۴ درصدی غلظت نیتروژن و ۱۴۹ درصدی فسفر را مشاهده کردند. با توجه به اینکه دو سوم از کشور ایران در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده است که میزان بارندگی در این مناطق بسیار کم می‌باشد، لذا استفاده از کودهای آلی جهت دستیابی به عملکرد مناسب در کشارزی پایدار ضروری به نظر می‌آید. بنابراین با توجه به اینکه مطالعات کمی در این زمینه صورت گرفته است، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کاربرد کودآلی ورمی‌کمپوست در کاهش اثر سوء تنش آبی بر غلظت نیتروژن و فسفر اندام هوایی گیاه اسفناج در یک خاک آهکی طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها
جهت انجام این تحقیق، مقدار کافی خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک آهکی سری دانشکده (Fine, mixed, mesic, Typic, Calcixerepts) واقع در منطقه باجگاه (شیراز) جمع‌آوری شد. پس از هوا خشک کردن خاک و عبور از الک دو میلی‌متری برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مطابق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (جدول ۱). ورمی‌کمپوست دامی مورد استفاده نیز، از ایستگاه دامپروری دانشکده کشاورزی شیراز تهیه و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری، در آزمایشگاه تجزیه شیمیایی شد (جدول ۲).

آزمایش به صورت فاکتوریل (۳×۴) و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح ورمی‌کمپوست دامی (۰، ۱۰، ۲۰و ۳۰ گرم در کیلوگرم خاک معادل ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) و سه سطح رطوبت خاک (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه (FC)) بود. بر اساس نتایج آزمون خاک عناصر غذایی مورد نیاز برای جلوگیری از کمبود احتمالی به خاک‌ها به صورت یکنواخت اضافه شد. پس از مخلوط کردن مقادیر ورمی‌کمپوست با خاک، در هر گلدان ۶ بذر اسفناج در عمق مناسب کاشته و رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. هنگامی که ارتفاع گیاهان به حدود ۱۰ سانتی‌متر رسید، تعداد دانهال‌ها به ۳ عدد کاهش یافت و از آن زمان به بعد آبیاری به صورت روزانه با رساندن رطوبت به مقادیر ذکر شده در تیمارهای رطوبتی خاک، انجام شد. ۸ هفته بعد از جوانه زنی، کل گیاه از محل طوقه قطع و پس از شستشو با آب مقطر، در دمای ۶۵ درجه سیلسیوس در آون تا رسیدن به وزن ثابت خشک و سپس توزین شدند. نمونه جهت انجام تجزیه های شیمیایی به وسیله‌ی آسیاب برقی پودر گردیدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده به وسیله‌ی نرم افزار SAS و مقایسه ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

خاک	نیتروژن کل(%)	فسفر قابل استفاده (mg/kg	آهن (mg/kg	روی (mg/kg	مس (mg/kg	منگنز (mg/kg	بافت	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	کربنات کلسیم معادل %
سری دانشکده	۱۳/۰	۱۲	۲/۵	۳۶/۰	۸۱/۰	۶/۱۵	رسی-سیلتی	۷۴/۰	۸/۷	۳۸

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده

ویژگی شیمیایی	نیتروژن (درصد)	فسفر (mg/kg	آهن (mg/kg	روی (mg/kg	مس (mg/kg	منگنز (mg/kg	EC (۱:۵ کود به آب) ($dS\ m^{-1}$)	pH (۱:۵ کود به آب)
ورمی‌کمپوست	۷/۱	۸۷۵۰	۲۶۵۵	۲۷۰	۵/۲۵	۲۷۰	۷۰/۱	۶۱/۷

نتایج و بحث

الف) نیتروژن کل اندام هوایی اسفناج

داده‌های مربوط به اثر کاربرد ورمی‌کمپوست تحت تنش آبی بر غلظت نیتروژن کل در ماده خشک اندام هوایی اسفناج در جدول ۳ نشان داده شده است. افزایش سطوح ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار میانگین غلظت نیتروژن کل در ماده خشک اندام هوایی اسفناج شد. بدین ترتیب که بیشترین میانگین غلظت نیتروژن کل ماده خشک اندام هوایی اسفناج در سطح ۳۰ گرم در کیلوگرم خاک مشاهده شد که به میزان ۱/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود. هرچند با سطح ۲۰ گرم ورمی‌کمپوست از نظر آماری تفاوت معناداری نداشت. شیخی و رونقی (۱۳۹۱) و پیوست و همکاران (۲۰۰۷) با به کاربردن ورمی‌کمپوست دامی نتایج مشابهی با اسفناج دست یافتند.

افزایش سطح تنش آبی سبب افزایش معنی‌دار میانگین غلظت نیتروژن کل ماده خشک اندام هوایی اسفناج شد (جدول ۳). که دلیل آن کاهش وزن ماده خشک اسفناج تحت شرایط تنش آبی است. بدین ترتیب که میانگین غلظت نیتروژن کل ماده خشک اندام هوایی اسفناج در تنش آبی ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه به ترتیب به میزان ۴/۳ و ۶/۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون تنش آبی) افزایش نشان داد. صالحی و همکاران (۱۳۸۲) بیان کردند هنگامی که تنش خشکی ملایم باشد و سبب نابودی گیاه نشود، غلظت عناصر غذایی در گیاه به دلیل کاهش زیست توده افزایش می یابد. اثر برهمکنش بین سطوح کود و تنش آبی بر میانگین غلظت نیتروژن کل ماده خشک اندام هوایی اسفناج معنی‌دار نبود. اما در هر یک از سطوح بدون تنش آبی (۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) و ۸۰ و ۶۰ درصد تنش آبی کاربرد ۳۰ گرم ورمی‌کمپوست اثر سوء تنش آبی را بر غلظت نیتروژن کل اندام هوایی اسفناج کاهش و میزان آن را نسبت به تیمار شاهد در تنش مربوطه به ترتیب به میزان ۹/۵، ۵/۶ و ۵/۴ درصد افزایش داد.

جدول ۳- اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بر غلظت نیتروژن کل (درصد) اندام هوایی اسفناج تحت تنش آبی

سطوح رطوبتی (درصد ظرفیت مزرعه)	ورمی‌کمپوست (گرم در کیلوگرم)				میانگین
	۰	۱۰	۲۰	۳۰	
۱۰۰	۴۱۱/۴* f	۴۷۶/۴ ef	۶۶۷/۴ d	۶۷۶/۴ d	**۵۵۸/۴ C**
۸۰	۵۹۶/۴ de	۶۳۸/۴ d	۸۲۴/۴ c	۸۹۷/۴ c	**۷۱۴/۴ B**
۶۰	۹۱۲/۴ bc	۹۸۶/۴ b	۱۴۹/۵ a	۱۳۱/۵a	**۰۴۴/۵ A**
میانگین	**۶۴۰/۴ B**	**۷۰۰/۴ B**	**۸۶۸/۴ A**	**۸۷۹/۴ A**	

در هر ردیف یا ستون اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. اثرات اصلی با حروف بزرگ* نشان داده شده است.

ب) غلظت فسفر اندام هوایی اسفناج

داده‌های مربوط به اثر کاربرد ورمی‌کمپوست تحت تنش آبی بر غلظت فسفر در اندام هوایی اسفناج در جدول ۴ نشان می‌دهد که افزایش سطوح ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار میانگین غلظت فسفر در اندام هوایی اسفناج شد. بدین ترتیب که کاربرد ۳۰ گرم ورمی‌کمپوست در کیلوگرم خاک میانگین غلظت فسفر اندام هوایی اسفناج را نسبت به تیمار شاهد ۷/۴۵ درصد افزایش داد. هرچند با تیمار ۲۰ گرم ورمی‌کمپوست تفاوت معناداری نشان نداد. مانوچی و همکاران (۲۰۱۳) نیز در کاربرد ورمی‌کمپوست گاوی بر ذرت، افزایش غلظت فسفر را مشاهده کردند. استفاده از ورمیکمپوست در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش حمایت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، در جهت افزایش فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل نموده و سبب بهبود رشد، و افزایش جذب عناصر غذایی و عملکرد گیاه میشود (حبیبی و مجیدیان، ۱۳۹۳).

افزایش سطح تنش آبی سبب کاهش معنی‌دار میانگین غلظت فسفر در اندام هوایی اسفناج شد (جدول ۴). در شرایط تنش خشکی به دلیل غیر متحرک بودن فسفر در خاک، کاهش رشد ریشه و جذب آب و عناصر غذایی، دسترسی گیاه به فسفر کاهش یافته، در نتیجه می‌تواند سبب کاهش غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه شود (باقری و حیدری‌شریف‌آباد، ۱۳۸۶). میانگین غلظت فسفر اندام هوایی اسفناج در تنش آبی ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه به ترتیب به میزان ۵/۱۶ و ۴/۲۳ درصد نسبت به شرایط بدون تنش آبی (تیمار شاهد) کاهش نشان داد. که با نتایج باقری و حیدری شریف آباد (۱۳۸۶) بر جو بدون پوشینه مطابقت دارد. اثر برهمکنش بین سطوح ورمی‌کمپوست و تنش آبی بر میانگین غلظت فسفر اندام هوایی اسفناج معنی‌دار نبود. اما در هر یک از سطوح بدون تنش آبی (۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) و ۸۰ و ۶۰ درصد تنش آبی کاربرد ۳۰ گرم ورمی‌کمپوست اثر سوء تنش آبی را بر غلظت فسفر اندام هوایی اسفناج کاهش و میزان آن را نسبت به تیمار شاهد در تنش مربوطه به ترتیب به میزان ۴۸، ۳۹ و ۴۹ درصد افزایش داد.

جدول ۴-اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بر غلظت فسفر (میلی‌گرم در گرم وزن خشک) اندام هوایی اسفناج تحت تنش آبی

سطوح رطوبتی (درصد ظرفیت مزرعه)	ورمی‌کمپوست (گرم در کیلوگرم)				میانگین
	۰	۱۰	۲۰	۳۰	
۱۰۰	۹۷۳/۷ a	۰۵۲/۷ ab	۲۴۵/۶ bc	۲۷۲/۵* cd	**۶۶۰/۶ A**
۸۰	۲۷۸/۶ bc	۹۸۱/۵bc	۴۶۴/۵ cd	۵۰۷/۴ de	**۵۵۷/۵ B**
۶۰	۱۷۲/۶ bc	۶۵۰۸/۵ c	۴۴۴/۴ de	۱۳۰/۴ e	**۰۹۹/۵ B**
میانگین	**۸۰۸/۶ A**	**۲۲۸/۶ A**	**۳۸۴/۵ B**	**۶۷۰/۴ C**	

در هر ردیف یا ستون اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. اثرات اصلی با حروف بزرگ* نشان داده شده است.

نتایج نشان داد که کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست اثر سوء تنش آبی را بر غلظت نیتروژن و فسفر اندام هوایی اسفناج کاهش داد. کاربرد کود زیستی ورمی‌کمپوست، به دلیل دارا بودن سطح ویژه بالا سبب افزایش فعالیت‌های میکروبی و نگهداشت آب و عناصر غذایی می‌شود و به دلیل آنکه این عناصر به شکل‌های قابل دسترس برای جذب توسط گیاه وجود دارد باعث افزایش جذب و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه می‌شود.

منابع

باقری، ع. ر. و ح. حیدری شریف آباد. ۱۳۸۶. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و محتوی یون‌ها در گیاه جو بدون پوشینه (*Hordeum sativum* L.). مجله دانش نوین کشاورزی، سال سوم، شماره ۷، صفحات: ۱۵-۱.

حبیبی، ص. و م. مجیدیان. ۱۳۹۳. تاثیر سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر عملکرد و کیفیت ذرت شیرین هیبرید چیس. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. سال چهارم، شماره ۱۱، صفحات ۲۵-۱۵.

رشتبری، م. و ح. ع. علیخانی. ۱۳۹۱. تاثیر و کارایی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر روی ویژگی‌های مورفو فیزیولوژیکی و عملکرد کلزا در شرایط تنش خشکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۲، شماره ۲، صفحات: ۱۲۷-۱۱۳.

سجادی نیک، ر. و ع. ر. یدوی. ۱۳۹۲. بررسی اثر کود نیتروژن، ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر شاخص‌های رشد، مراحل فنولوژیک و عملکرد دانه کنجد. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ششم، شماره ۲، صفحات ۹۹-۷۳.

شیخی، ج. و ع. رونقی. ۱۳۹۲. اثر شوری و کاربرد ورمی کمپوست بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسفناج (رقم ویروفلی) در یک خاک آهکی. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال چهارم ، شماره ۱۳، صفحات: ۹۲-۸۱.

صالحی، م.، ع. ر. کوچکی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۲. میزان نیتروژن و کلروفیل برگ به عنوان شاخصی از تنش خشکی در گندم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱، شماره ۳، صفحات: ۲۰۴-۱۹۹.

Brar, G., S. Kar, and N. T. Singh. ۱۹۹۰. Photosynthetic response of wheat to soil water deficits in tropic. Journal of Agronomy and Crop Science, ۱۶۴: ۳۴۳-۳۴۸.

Manyuchi, M. M., L. Kadzungura, A. Phiri and P. Muredzi. ۲۰۱۳. Effect of vermicompost, vermiwash and application time on zea mays Growth. International Journal of Scientific Engineering and Technology. ۲(۷): ۶۳۸-۶۴۱.

Peyvast, G. H., J. A. Olfati, S. Madeni, and A. Forghani. ۲۰۰۷. Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment. ۶(۱): ۴۳-۵۰.

Abstract

Environmental stresses are the most important factors in the reduction of crops yield in the world. It seems that application of appropriate fertilizers may mitigate the detrimental effects of water stress on plants yield. In order to study the Influence of vermicompost application on the mitigation of detrimental effect of water stress on the concentration of total nitrogen and phosphorus of spinach shoot in a calcareous soil, a greenhouse experiment was conducted. The experiment was a factorial ۴×۳ arranged in a completely randomized design with three replications.The treatments consisted of four vermicompost levels (۰, ۱۰, ۲۰ and ۳۰ gr kg^{-1}soil) and three moisture levels (۱۰۰, ۸۰ and ۶۰ % of field capacity (FC)). Results showed that application of vermicompost under water stress conditions significantly increased the concentration of total nitrogen and phosphorus in spinach shoot compared to the control and addition of vermicompost mitigated the detrimental effects of water stress on the adsorb of nutrient by spinach.

اثر کاربرد خاکی سطوح نیتروژن و روی بر فاکتور انتقال عناصر غذایی در رقم طلایه کلزا

ویدا علما [۱]، عبدالمجید رونقی [۲]، نجفعلی کریمیان [۲]، منصوره توجه [۱]
۱-دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ۲- استاد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده
به منظور ارزیابی اثر سطوح نیتروژن و روی بر فاکتور انتقال عناصر غذایی از ریشه به شاخساره و از شاخساره به دانه در رقم طلایه کلزا، آزمایشی بصورت گلخانه ای اجراء شد. در این پژوهش سه سطح نیتروژن (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و سه سطح روی (۰، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در سه تکرار بکار رفت. نتایج نشان دادند که کمترین و بیشترین فاکتور انتقال از ریشه به کاه و کلش به ترتیب به آهن و نیتروژن و کمترین و بیشترین فاکتور انتقال از کاه و کلش به دانه به ترتیب به عنصرهای آهن و فسفر تعلق دارد. بنابراین بخش بیشتری از آهن در ریشه رقم کلزا تجمع کرده است در صورتیکه نیتروژن، فسفر و روی بیشتر به اندام هوایی و دانه‌ها منتقل شده اند. در هر صورت مطالعات بیشتری جهت تایید نتایج به دست آمده از این آزمایش تحت شرایط مزرعه‌ای، مورد نیاز است.

واژه های کلیدی: کلزا، نیتروژن، روی ، فاکتور انتقال عناصر غذایی

مقدمه
کلزا به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی کشور ایران، قرار گرفتن در تناوب با کشت جهت کاهش شیوع بیماری و کشت ارقام پاییزه به عنوان یک گیاه مهم مورد توجه واقع شده است. بررسی امکان کشت کلزا در ایران توسط موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال از حدود سال ۱۳۶۰ در کرج شروع شد و به تدریج در سایر استانهای ایران مورد بررسی قرار گرفت (مطلبی پور، ۱۳۷۸). بیش از ۹۰% مصرف روغن خوراکی کشور از طریق واردات تامین می شود. به همین دلیل لزوم برنامه ریزی بلند مدت و منسجم با هدف نیل به خودکفایی، غیر قابل انکار خواهد بود(شهیدی و فروزان، ۱۳۷۶). کلزا گیاه علفی با دوره رشد یکساله است و دارای ریشه های عمودی و بلندی است که در شرایط مناسب تا عمق ۸۰ سانتی متر خاک و حتی بیشتر نفوذ می کند. ارتفاع نهایی بوته بین ۲۰۰-۵۰ سانتی متر است. میوه‌ی کلزا خورجین و به طول ۱۰-۵ سانتی متر است و در هر خورجین ممکن است ۱۵ تا ۴۰ دانه تشکیل شود. خورجین ها پس از رسیدن از قسمت پایین باز شده و دانه ها از آنها خارج می‌شوند که با اصلاح ارقام مقاوم به ریزش، تا حد زیادی از این خسارت جلوگیری شده است (شریعتی و شهنی زاده، ۱۳۷۹).
گیاه کلزا برای رشد مناسب خود به نیتروژن زیادی نیاز دارد. از این رو تعیین مقدار بهینه نیتروژن و واکنش کمی و کیفی گیاه به این نهاده پرمصرف در بوم نظام های زراعی بسیار مهم است (Shah et al., ۲۰۰۴). نیتروژن یک نقش کلیدی در رشد گیاه، سنتز پروتئین، پروتوپلاسم، اندازه سلول و فعالیت فتوسنتزی گیاه ایفا می کند (Yasari, and Patwardhan, ۲۰۰۶). کود نیتروژن دار به دلیل اثر بر برخی از اجزای رشد مانند تعداد شاخه در بوته، جوانه گل در گیاه، وزن خورجین، تعداد خورجین در گیاه و وزن کل گیاه، عملکرد را افزایش می دهد (Al- Barrak, ۲۰۰۶).
روی، یک عنصر ضروری کم مصرف برای گیاهان عالی به ویژه محصولات روغنی به شمار آمده و برای فعالیت انواع مختلفی از آنزیمها از جمله دهیدروژناز، RNA و DNA پلیمراز، متابولیسم کربوهیدرات ها و ساخت پروتئین مورد نیاز است (Cakmak, ۲۰۰۸). فاکتور انتقال عناصر غذایی کمتر از یک نشان می‌دهد که غلظت عناصر در ریشه بیشتر از اندام هوایی بوده است. این ممکن است به دلیل محدودیت انتقال داخلی عناصر از ریشه به سمت ساقه باشد و همچنین غلظت بیشتر عناصر در ریشه نسبت به ساقه ممکن است به این حقیقت برگردد که ریشه‌ها اولین اندامی هستند که در تماس با عناصر غذایی قرار می‌گیرند لذا تجمع بیشتر عناصر در بافت ریشه صورت می‌گیرد (Ouzounidou, ۱۹۹۴). Nouri et al. (۲۰۰۹) گزارش کردند که مقدار زیاد فاکتور انتقال از ریشه به ساقه گیاه نشان دهنده مکانیزم سمیت زدایی داخلی فلزات است.
Kabata-Pendias, and Pendias (۲۰۰۱) نشان دادند که مس و آهن به صورت محکمی به سلول‌های ریشه متصل هستند و در رقم‌های مختلف ذرت آهن بیشتر در ریشه تجمع می‌کند و مقدار کمی از آن به اندام هوایی منتقل می‌شود. با توجه به توسعه سطح زیر کشت کلزا در ایران ضروری است که با مشخص نمودن ارقام جدید و مناسب با شرایط اقلیمی و خاکی در هر منطقه، آزمایش‌های به زراعی مناسب با شرایط خاکی و اقلیمی، بخصوص در زمینه تغذیه گیاه در هر منطقه انجام شود.

مواد و روش‌ها
مقدار مناسب و کافی خاک از عمق ۰-۳۰ سانتیمتر و سری چیت گر با نام علمی *Fine-loamy, carbonatic, thermic, Typic Calcixerepts* از منطقه سروستان استان فارس جمع آوری شد. آزمایش بصورت فاکتوریل ۱×۳×۳ (سه سطح نیتروژن، سه سطح روی

و یک رقم کلزا) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار کودی نیتروژن از سه سطح (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم از منبع کود اوره) تامین و در سه مرحله (پیش از کشت و مخلوط با خاک، مرحله روزت و مرحله قبل از گلدهی) به خاك افزوده شد. تیمار کودی روی از سه سطح (۰، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم از منبع کود سولفات روی) تامین و در مرحله پیش از کشت به خاك افزوده و مخلوط شد. سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و سطح ۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک به عنوان شاهد درنظر گرفته شد. سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شامل نیتروژن، فسفر، آهن منگنز و مس بر اساس نتایج حاصل از آزمون خاك به تمام گلدان‌ها افزوده گردید. تعداد ۱۲ عدد بذر رقم طلایه کلزا در عمق ۲ تا ۳ سانتیمتری خاك کاشته شد. تعداد بوته‌های کلزا بعد از استقرار گیاه و در مرحله ۳ تا ۴ برگی به ۴ بوته کاهش داده شدند. رطوبت خاك در طول مدت آزمایش با وزن کردن مرتب گلدانها و افزودن آب مقطر، در حد ظرفیت مزرعه نگهداری شد. متوسط دمای گلخانه حدود ۲±۳۴ درجه سلسیوس در روز و ۲±۱۲ درجه سلسیوس در شب، درصد رطوبت نسبی ۲%±۶۸ و شدت نور ۴۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه اندازه گیری شد.

در مرحله رسیدگی کامل، خورجین های گیاهان برداشت شده سپس کل گیاه از محل طوقه قطع شده و در نهایت ریشه‌های گیاهان با دقت از خاک گلدان ها جدا و سپس همراه با قسمتهای هوایی گیاه در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت در آون تا رسیدن به وزن ثابت خشك نگهداری شدند و پس از توزین، نمونه های خشک شده توسط آسیاب پودر گردیدند. یك گرم از نمونه گیاهی(شامل دانه، شاخساره و ریشه) را به روش خشك سوزانی در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر نموده پس از حل دراسید کلریدریک ۲ مولار، غلظت آهن و روی، فسفر و نیتروژن کل در دانه، شاخساره و ریشه به روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه گیری شدند. فاکتور انتقال عناصر غذایی از ریشه به شاخساره و از شاخساره به دانه با استفاده از روابط زیر محاسبه گردیدند (Singh et al., ۲۰۱۰):

$$\text{Translocation Factor(TF)}_{\text{Shoot/Root}} = \frac{\text{concentration of metal in shoot}}{\text{concentration of metal in root}} \quad (۱)$$

$$\text{Translocation Factor(TF)}_{\text{Seed/Shoot}} = \frac{\text{concentration of metal in seed}}{\text{concentration of metal in Shoot}} \quad (۲)$$

داده ها با استفاده از نرم افزارهای Excel و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین مربوط به اثر سطوح نیتروژن و روی با آزمون LSD در سطح احتمال ۵% مقایسه شد.

نتایج و بحث

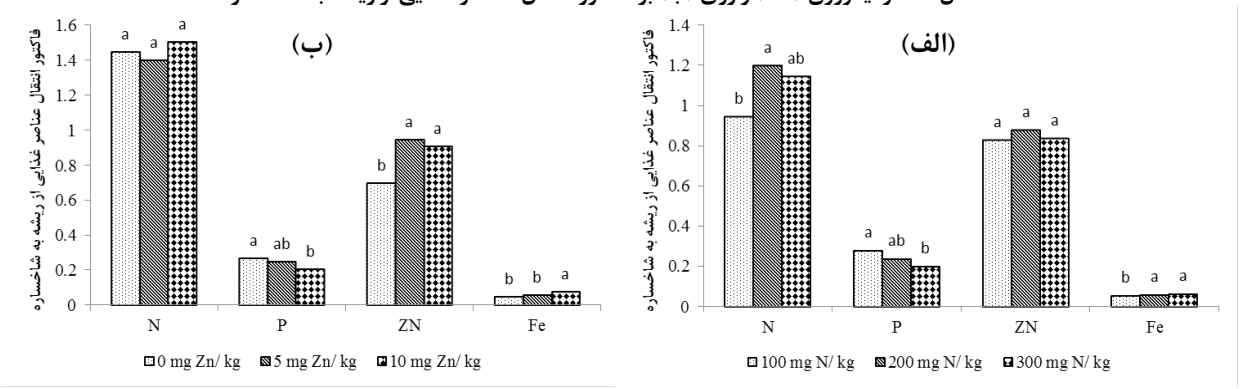
اثر نیتروژن و روی بر فاکتور انتقال عناصر غذایی از ریشه به شاخساره

فاکتور انتقال[۱۰۶] و یا نسبت تحرک[۱۰۷] از ریشه به اندام هوایی محاسبه شد و داده‌های مربوط به آن در شکل ۱ (الف و ب) نشان داده شده است. کمترین و بیشترین فاکتور انتقال به ترتیب به آهن و نیتروژن تعلق دارد. میانگین فاکتور انتقال بدست آمده از رقم مورد مطالعه از ترتیب زیر تبعیت می‌کند:

$$N(1.10) > Zn(0.85) > P(0.24) > Fe(0.06)$$

۱۰۶. Translocation Factor
۱۰۷. Mobilization

شکل ۱ - اثر نیتروژن (الف) و روی (ب) بر فاکتور انتقال عناصر غذایی از ریشه به شاخساره



با توجه به اینکه فاکتور انتقال بزرگتر از یک نشان دهنده انتقال موثر عناصر از ریشه به اندام هوایی می‌باشد (Rezvani and Zaefarian, ۲۰۱۱)، بنابراین عنصری چون نیتروژن کمتر در ریشه تجمع کرده و بخش بیشتری از آن به اندام هوایی(شاخساره) منتقل شده است، درحالیکه آهن با فاکتور انتقال بسیار پایین بیشتر در ریشه کلزا تجمع کرده و کمتر به شاخساره منتقل شده است. به طور میانگین فاکتور انتقال نیتروژن ۱۸ برابر فاکتور انتقال آهن، ۶/۴ برابر فاکتور انتقال فسفر و ۳/۱ برابر فاکتور انتقال روی بوده است. بنابر نتایج بدست آمده پیش بینی می‌شود که نیتروژن بیشترین و آهن کمترین تحرک(انتقال از ریشه به اندام هوایی) را در رقم مورد مطالعه داشتند. کاربرد سطوح مختلف نیتروژن و روی بر فاکتور انتقال برخی عناصر غذایی اثرات معنی‌داری را دربرداشت. کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن در خاک فاکتور انتقال نیتروژن و آهن را نسبت به شاهد بطور معنی‌داری افزایش دادند(شکل۱ الف). این نتایج حاکی از این است که افزایش میزان نیتروژن، باعث بهبود روند انتقال عناصر غذایی جذب شده توسط ریشه‌ها به اندام هوایی شده و بخش کمتری از این عناصر در ریشه تجمع کرده است. همچنین فاکتور انتقال فسفر با افزایش کاربرد سطوح نیتروژن نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری یافت. اثر کاربرد سطوح روی بر فاکتور انتقال عناصر غذایی در ارقام کلزا در شکل ۱ (ب) نشان داده شده است. فاکتور انتقال فسفر با کاربرد روی نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار و فاکتور انتقال روی و آهن نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری را نشان دادند.

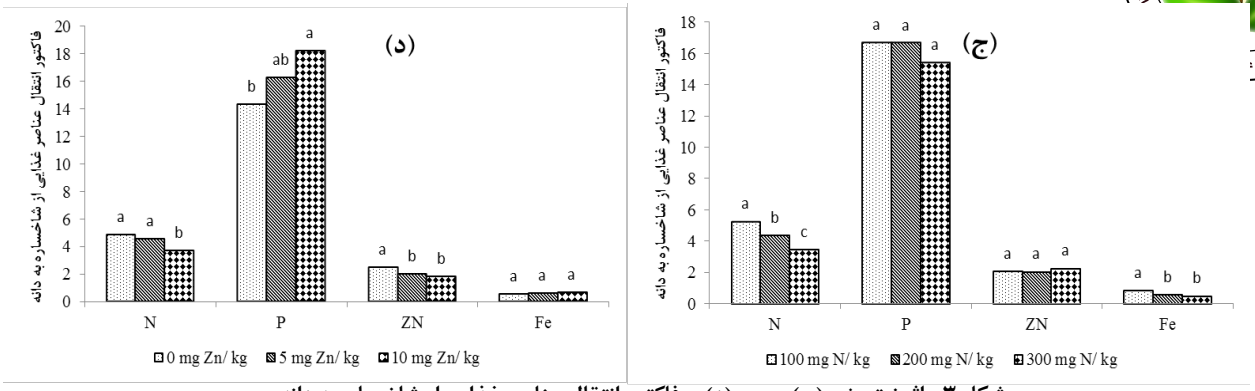
Turan and Esringü (۲۰۰۷) گزارش کردند که اختلاف زیاد بین غلظت عناصر در ریشه و شاخساره کلزا در حقیقت یک محدودیت مهم در انتقال داخلی آنها از ریشه به شاخساره را نشان می‌دهد. در نتیجه انتقال عناصر به بخش‌های هوایی کمتر بوده و غلظت آنها در ریشه بیشتر است. Nouri et al., (۲۰۰۹) گزارش کردند که مقدار زیاد فاکتور انتقال از ریشه به ساقه گیاه نشان دهنده مکانیزم سمیت زدایی داخلی فلزات[۱۰۸] است. Gholami et al., (۲۰۱۲) گزارش کردند که در ذرت فاکتور انتقال آهن، منگنز و مس کمتر از یک بود در نتیجه غلظت آنها در ریشه ذرت بیشتر از اندام هوایی بود درصورتیکه غلظت روی در اندام هوایی بیشتر از ریشه بود (TF>۱). Kabata-Pendias, and Pendias (۲۰۰۱) نشان دادند که آهن به صورت محکمی به سلول‌های ریشه متصل می‌باشد و در رقم‌های مختلف ذرت آهن بیشتر در ریشه تجمع می‌کند.

اثر نیتروژن و روی بر فاکتور انتقال عناصر غذایی از شاخساره به دانه

داده‌های مربوط به فاکتور انتقال عناصر غذایی از شاخساره به دانه در شکل ۲ (ج و د) نمایش داده شده است. کمترین و بیشترین فاکتور انتقال به ترتیب به عنصرهای آهن و فسفر تعلق دارد. میانگین فاکتور انتقال بدست رقم کلزای مورد مطالعه ترتیب زیر را شامل می‌شود:

$$P(16.3) > N(4.40) > Zn(2.15) > Fe(0.65)$$

[۱۰۸]. Internal detoxification metal



شکل ۳- اثر نیتروژن (ج) و روی (د) بر فاکتور انتقال عناصر غذایی از شاخساره به دانه

نتایج بدست آمده حاکی از این است که بر خلاف آهن، سایر عناصر غذایی(فسفر، نیتروژن و روی) دارای فاکتور انتقال بزرگتر از یک می‌باشند و لذا میزان انتقال آنها از شاخساره و تجمع آنها در دانه بیشتر است. بطور میانگین در رقم مورد بررسی، فاکتور انتقال فسفر ۹/۲۴ برابر فاکتور انتقال آهن، ۶/۷ برابر فاکتور انتقال روی و ۷/۳ برابر فاکتور انتقال نیتروژن است.

کاربرد نیتروژن و روی بر فاکتور انتقال برخی عناصر غذایی اثر معنی‌داری را دنبال کردند (شکل ۲ ج و د). کاربرد سطوح مختلف نیتروژن در خاک باعث کاهش فاکتور انتقال نیتروژن گردید و در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک فاکتور انتقال نیتروژن بیشترین بود. نتایج نشان دادند که با کاربرد سطوح نیتروژن در خاک (برای مثال ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک)، درصد افزایش غلظت نیتروژن در شاخساره، بسیار بیشتر از درصد افزایش غلظت نیتروژن دانه است. بنابراین فاکتور انتقال نیتروژن از شاخساره به دانه نسبت به تیمار شاهد کاهش می یابد. همچنین افزایش کاربرد سطوح نیتروژن فاکتور انتقال آهن را در رقم طلایه نسبت به تیمار شاهد (سطح صفر روی و ۱۰۰ نیتروژن) بطور معنی‌داری کاهش داد (شکل ۲ ج).

کاربرد سطوح مختلف روی در خاک نیز سبب ایجاد تغییرات معنی‌دار در فاکتور انتقال عناصر در برخی ارقام گردید (شکل۲ د) کاربرد روی باعث افزایش معنی‌دار فاکتور انتقال فسفر و کاهش فاکتور انتقال نیتروژن و روی از شاخساره به دانه گردید. حمزه پور و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعات خود نشان دادند مقدار روی انتقالی به خوشه گندم نسبت به آهن و منگنز بیشتر است(۳۱ درصد در مقابل ۱۸ درصد آهن و ۲۹ درصد منگنز). Liu et al., (۲۰۰۶) نشان دادند که دانه‌های برنج نسبت به ساقه و ریشه آن محتوی مقادیر کمتری از آهن، منگنز، روی و مس بودند.

منابع

حمزه پور، ن.، ملکوتی، م. ج. و مجیدی، ع. ۱۳۸۹. برهمکنش عناصر روی، آهن و منگنز در اندام های مختلف گندم. مجله پژوهشهای خاك (علوم خاك و آب). جلد ۲۴، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۱ تا ۸.

شریعتی، ش. و شهنی زاده، پ. ق. ۱۳۷۹. کلزا. انتشارات اداره کل آمار و اطلاعات در امور کشاورزی.

شهیدی، ا. و فروزان، ک. ۱۳۷۶. کلزا. انتشارات شرکت توسعه کشت دانه های روغنی.

مطلبی پور، ش. ۱۳۷۸. آزمایش سازگاری و مقایسه عملکرد ارقام و لاین های کلزا. انتشارات سازمان تحقیقات آموزش و کشاورزی استان فارس.

Al- Barrak K.M. ۲۰۰۶. Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola (*Brassica napus* L.). Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences), ۷(۱): ۸۷-۱۰۳.

Cakmak I. ۲۰۰۸. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. Plant and Soil, ۳۰۲: ۱-۱۷.

Gholami A.S., Ronaghi A.M., Safarzadeh Shirazi S., Zarabi A. and Javaheri F. ۲۰۱۲. Effect of sewage sludge and potassium on some micronutrient concentration and translocation in maize plant. Pp. ۱-۳. The ۱th International and The ۴th National Congress on Recycling of Organic Waste in Agriculture. Isfahan, Iran.

Kabata-Pendias A. and Pendias H. ۲۰۰۱. Trace elements in soils and plants. CRC. Press, New York, Washington, D.C:.

Liu D.H., Wang M., Zou J.H. and Jiang W.S. ۲۰۰۶. Uptake and accumulation of cadmium and some nutrient ions by roots and shoots of maize (Zea mays L.). Pakistan Journal of Botany, ۳۸(۳): ۷۰۱-۷۰۹.

Nouri J., Khorasani N., Lorestani B., Karami M., Hassani A.H. and Yousefi N. ۲۰۰۹. Accumulation of heavy metals in soil and uptake by plant species with phytoremediation potential. Environmental Earth Sciences, ۵۹:۳۱۵-۳۲۳.

Ouzounidou G. ۱۹۹۴. Root growth and pigment composition in relationship to element uptake in Silene compacta plants treated with copper. Journal of Plant Nutrition, ۱۷: ۹۳۳-۹۴۳.

Rezvani M., and Zaefarian F. ۲۰۱۱. Bioaccumulation and translocation factors of cadmium and lead in Aeluropus littoralis. Australian Journal of Agricultural Engineering, ۲(۴): ۱۱۴-۱۱۹.

Shah A.N., Rehman M.M. and Oad F.C. ۲۰۰۴. Effects of N P combinations on the seed yield and oil contents of Mustard (*Brassica juncea* L.). Asian Journal of Plant Science, ۳(۲): ۲۵۶-۲۵۷.

Singh R., Singh D.P., Kumar N., Bhargava S.K. and Barman S.C. ۲۰۱۰. Accumulation and translocation of heavy metals in soil and plants from fly ash contaminated area. Journal of Environmental Biology, ۴۲۱-۴۳۰.

Turan M. and Esringü A. ۲۰۰۷. Phytoremediation based on canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea* L.) planted on spiked soil by aliquot amount of Cd, Cu, Pb, and Zn. Plant and Soil Environment, ۵۳(۱): ۷-۱۵.

Yasari E., and Patwardhan A. ۲۰۰۶. Physiological analysis of the growth and devolvement of canola (*Brassica napus* L.). Asian Journal of Plant Science, ۵(۵): ۷۴۵-۷۵۲.

Abstract

In order to evaluate the influences of different nitrogen (N) and zinc (Zn) levels on translocation factors (TF) of nutrient elements from root to shoot and shoot to seed in Talayeh cultivar of rapeseed (*Brassica napus* L.), a greenhouse experiment was conducted. In this study three N levels (۱۰۰, ۲۰۰, and ۳۰۰ mg N kg^{-1}) and three Zn levels (۰, ۵, and ۱۰ mg Zn kg^{-1}) with three replications were used. The results showed that the lowest and highest root to shoot TFs belonged to Fe and N, respectively and the lowest and highest shoot to seed TFs belonged to Fe and P, respectively. Therefore the greater part of the iron was accumulated in roots of rapeseed cultivar, where that of N, P and Zn have been transferred to shoot and seed. However, further studies are needed to confirm these findings in the field.

نقش تناوب در میزان کودهای شیمیایی نیتروژنی مورد نیاز گندم

مهدی کریمی زارچی
عضو هیئت علمی مرکز ملی تحقیقات شوری و کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

چکیده

به منظور ارزیابی نقش تناوب بر نیاز کودی گندم، پنج سیستم تناوب رایج در استان یزد (آیش-گندم، گندم-گندم، یونجه-گندم، خربزه-گندم و ذرت-گندم) انتخاب شد. در هر یک از سیستم های تناوب دو تیمار کودی شامل تیمار مصرف کودهای نیتروژنی مطابق عرف کشاورز و تیمار عدم مصرف کود نیتروژنیاعمال گردید. سایر عملیات زراعی شامل کاشت و داشت به طور یکسان انجام گرفت. در پایان فصل رشد میزان عملکرد دانه و کاه تیمارها اندازه گیری شد. داده های آزمایش در قالب طرح آماری بلوک های کاملا تصادفی با دو سطح کود نیتروژنی وپنج سطح سیستم تناوب و با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل گردید. نتایج نشان داد که مصرف کودهای نیتروژنی مطابق با عرف کشاورز در شرایطی که کشت قبلی یونجه و خربزه بوده است تاثیر مثبت و معنی داری بر عملکرد دانه و کاه گندم نداشته است. لذا پیشنهاد می شود تحقیقات بیشتری در خصوص کمی نمودن نقش سابقه کشت محصول در میزان کودهای نیتروژنی مورد نیاز گندم انجام پذیرد.

واژه های کلیدی: نیتروژن، گندم و تناوب.

مقدمه

مصرف کودهای شیمیایی حاوی عناصر غذایی پرنیاز نیتروژن، فسفر و پتاسیم جهت افزایش عملکرد در واحد سطح اکثر محصولات کشاورزی به دلیل عدم توانایی خاك در تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و پایین بودن میزان مواد آلی خاك ها در اکثر مناطق خشك و نیمه خشك ایران ضروری و اجتناب ناپذیر می باشد. این مسئله به خوبی توسط اکثر کشاورزان، مروجان، محققان و سایر مسئولین بخش کشاورزی ایران تشخیص داده شده است به نحوی که سالانه بیش از ۳ میلیون تن انواع کودهای شیمیایی در کشور توزیع و مصرف می گردد(فائو، ۲۰۰۵). بررسی دقیق تر آمارهای مربوط به مصرف کود در ایران نشان می دهد که اولاً بیش از ۵۵ درصد کودهای مصرفی ایران از نوع کود نیتروژنی اوره می باشد. ثانیا بیش از ۴۰ درصد کودهای مصرفی جهت تولید گندم مورد استفاده قرار می گیرد(بنایی و همکاران،۱۳۸۳). لذا با توجه به نکات فوق الذکر ارائه دستورالعملی جامع جهت مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی درمزارع گندم ایران که ضمناً قابلیت اصلاح و بازنگری با توجه به دستاوردهای جدید علمی داشته باشد را ضروری می سازد. بدیهی است این دستورالعمل تضمین کننده کیفیت مناسب محصولات غذایی، حفاظت از محیط زیست، کاهش هزینه های تولید، افزایش کارایی مصرف کودهای شیمیایی، افزایش بهره وری و کاهش تقاضای کاذب کودهای شیمیایی خواهد بود. خوشبختانه این نیاز توسط جامعه علمی بخش کشاورزی کشور تشخیص داده شده است و تحقیقات زیادی در این خصوص انجام گرفته است. حاصل تلاش های اساتید و محققان کشور بویژه فعالیت های موسسه تحقیقات خاك و آب بصورت مجموعه کتابهایی با عنوان "مدل جامع کامپیوتری توصیه کودهای شیمیایی در راستای تولیدات کشاورزی پایدار" تهیه و به بخش کشاورزی ایران ارائه شده است. این مجموعه کتاب ها که به صورت مدلی کامپیوتری نیز ارائه گردیده است به عنوان دستورالعملی جهت مصرف کودهای شیمیایی در مزارع گندم، جو و ... قابل استفاده می باشد. نتایج تحقیقات تغذیه گیاهی در برخی استانها نیز بصورت دستورالعمل های مستقل و جداگانه انتشار یافته است. به عنوان مثال تدین و دیگران (۱۳۸۴) نسبت به انتشار دستورالعملی جهت توصیه بهینه کودی محصولات زراعی و باغی استان فارس که یکی از مناطق عمده تولید کننده گندم در ایران می باشد اقدام کرده اند. توصیه بهینه کودهای نیتروژنی جهت تولید گندم در این استان بر اساس بافت خاك استوار می باشد. لازم به ذکر است که مصرف کودهای دامی به میزان ۲۰ تن در هکتار درسال، استفاده از کودهای بیولوژیك ازتوباکتر وتیوباسیلوس همراه با گوگرد نیز در این دستورالعمل گنجانده شده است.

گرچه بخشی از اثرات تناوب بر نیاز کودی گندم به طور غیر مستقیم و از طریق افزایش کربن آلی خاك در این روش برآورد می گردد لیکن به نظر می رسد اهمیت گیاهان لگوم در تامین نیاز نیتروژنی گندم بیش از این مقدار می باشد و تحقیقات بیشتری نیز در این زمینه مورد نیاز است. اهمیت این موضوع توسط برخی از محققین به خوبی شناخته شده است به نحوی که در حال حاضر در بسیاری از دستورالعمل های مصرف کودهای نیتروژنی در سایر کشورها به نقش تناوب و سابقه کشت در تامین میزان نیتروژن و سایر عناصر غذایی جهت تولید محصولات زراعی نظیر گندم و ذرت تاکید شده است. به عنوان مثال ویتوش، جانسون و منگل (۱۹۹۵) معتقدند که میزان کود نیتروژنی مورد نیاز ذرت به دو عامل عملکرد پتانسیل و کشت قبلی وابسته است و اثر این دو عامل را در معادله ذیل ارائه کرده اند:

نیتروژن از کشت قبلی - ((۱۰۰- عملکرد پتانسیل)*۱/۳۶)+۱۱۰ = میزان نیتروژن مورد نیاز گیاه

این محققین میزان نیتروژنی که از کشت های قبلی سویا، چمنزار، لگوم های پوششی یکساله در دسترس ذرت قرار می گیرد را به ترتیب معادل ۶/۳۳، ۸/۴۴ و ۶/۳۳ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته اند. مقدار نیتروژنی که از طریق لگوم های علوفه ای چند ساله در اختیار کشت بعدی قرار می گیرد به تعداد بوته در واحد سطح بستگی دارد و حداکثر میزان آن ۸/۱۵۶ کیلوگرم در هکتار است. گرچه کشاورزان ایرانی بصورت تجربی به نقش مثبت محصولاتی نظیر یونجه بر عملکرد محصول اشاره می کنند لیکن متاسفانه عملیات کوددهی در اکثر مزارع گندم ایران متاثر از کشت قبلی نمی باشد و در عمل میزان کود نیتروژنی مصرفی در مزارع گندم بدون در نظر گرفتن محصول قبلی اعمال می گردد. به عنوان مثال نتایج تحقیقات کریمی (۱۳۸۸) نشان داد که گندم کاران مناطق مختلف استان یزد بدون در نظر گرفتن کشت های قبلی و تناوب های مختلف (نظیر یونجه- گندم، صیفی- گندم و آیش- گندم که در بسیاری از مناطق رایج می باشند) نسبت به مصرف کودهای نیتروژنی اقدام می کنند. با توجه به کمبود اطلاعات کمی از نقش تناوب در مدیریت کودی مزارع گندم، طراحی و اجرای تحقیقی که نتایج آن بیانگر نقش تناوب در تامین عناصر غذایی بویژه نیتروژن مورد نیاز گندم به عنوان مهمترین محصول استرتژیك کشور باشد ضروری به نظر می رسید. لذا تحقیق اخیر در مرکز ملی تحقیقات شوری ایران طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین نقش تناوب بر نیاز کودی گندم، پنج سیستم تناوب رایج در استان یزد (آیش-گندم، گندم-گندم، یونجه-گندم، خربزه-گندم و ذرت-گندم) انتخاب شد. در هر یک از سیستم های تناوب دو تیمار کودی شامل تیمار مصرف کودهای نیتروژنی مطابق عرف کشاورز و تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی در نظر گرفته شد. سایر عملیات زراعی شامل کاشت و داشت بر اساس عرف کشاورز انجام گرفت. در طول فصل رشد و ضمن بازدیدهای انجام شده نمونه های خاك تهیه و جهت بررسی ویژگیهای فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال گردید. در پایان فصل رشد میزان عملکرد دانه و کاه تیمارها اندازه گیری شد. داده های آزمایش در قالب طرح آماری بلوک های کاملا تصادفی با دو سطح کود نیتروژنی وپنج سطح سیستم تناوب و با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل گردید.

نتایج و بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف کودهای نیتروژنی موجب افزایش معنی دار عملکرد تنها در سیستم های تناوب ذرت-گندم، آیش-گندم و گندم-گندم شده است (جدول ۱). به عنوان مثال بیشترین تاثیر مثبت مصرف کودهای نیتروژنی مربوط به سیستم کاشت گندم-گندم می باشد. مصرف کود نیتروژنی در این تناوب کاشت موجب افزایش ۶۴۷ درصدی عملکرد دانه و ۵۳۵ درصدی عملکرد کاه نسبت به تیمار عدم مصرف کود نیتروژنی شده است. پس از این کشاورز، بیشترین افزایش عملکرد دانه به دلیل مصرف کودهای نیتروژنی مربوط به تناوب کاشت ذرت-گندم می باشد. مصرف کود نیتروژنی در این مزرعه موجب افزایش ۲۵۶ درصدی عملکرد دانه و ۲/۱۹۰ درصدی عملکرد کاه شده است. با توجه به پایین بودن میزان کربن آلی خاك مزرعه مورد مطالعه(۱۳/۰ درصد)، افزایش عملکرد دانه و کاه با مصرف کودهای نیتروژنی کاملا منطقی و قابل پیش بینی می باشد. این واقعیت توسط مدلهای توصیه کودی موجود نیز تاکید شده است (بلالی و همکاران، ۱۳۷۹).

.جدول ۱. اثر تناوب و کود نیتروژنی بر عملکرد دانه و کاه گندم

مزرعه	سیستم تناوب	عملکرد دانه (تن درهکتار) در تیمار		عملکرد کاه (تن در هکتار) در تیمار	
		با کود	بدون کود	با کود	بدون کود
۱	ایش - گندم	۶۳/۶(a)	۰۰/۴ (b)	۹۹/۱۰(a)	۱۱/۶(b)
۲	گندم-گندم	۱۳/۶(a)	۸۲/۰(b)	۵۲/۸(a)	۳۴/۱(b)
۳	خربزه-گندم	۴۷/۵(a)	۳۰/۵(a)	۴۴/۱۰(a)	۴۵/۹(a)
۴	یونجه-گندم	۹/۴(a)	۰۱/۶(a)	۱/۹(a)	۷/۱۰(a)
۵	ذرت-گندم	۱۷/۸(a)	۲۹/۲(b)	۵۵/۹(a)	۲۹/۳(b)

بررسی سایر سیستم های کشت نشان می دهد که مصرف کودهای نیتروژنی در سیستم کاشت یونجه-گندم تاثیر معنی دار و قابل توجهی بر عملکرد دانه و کاه نداشته است. همانطور که از جدول ۱ ملاحظه می شود مصرف کود نیتروژنی در این سیستم کاشت موجب کاهش عملکرد دانه و کاه به ترتیب به میزان ۱۱/۱ (۴۶/۱۸ درصد) و ۶/۱ تن در هکتار(۹۵/۱۴ درصد) شده است. همچنین مصرف کود نیتروژنی در سیستم کاشت خربزه-گندم تاثیر غیرمعنی داری بر عملکرد دانه گندم داشته است. نتایج تجزیه خاك نشان می دهدکه میزان کربن آلی خاك در سیستم کاشت خربزه-گندم و یونجه-گندم به ترتیب ۳۵/۰ و ۷/۰ درصد می باشد که به مراتب بیشتر از میزان ماده آلی در خاک با سیستم تناوب گندم-گندم (۱۳/۰ درصد) است.

نقش تناوب و سابقه کشت بر نیاز کودی گیاهان توسط سایر محققین مورد توجه قرار گرفته است و مطالعاتی نیز در زمینه کمی نمودن میزان نیتروژنی که از طریق گیاهان لگوم به خاك اضافه می شود و جهت کشت بعدی قابل استفاده می باشد انجام شده است. به عنوان مثال نتایج تحقیقات راچستر و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که کشت گیاه لگوم موجب افزایش نیتروژن خاك و کاهش نیتروژن مورد نیاز گیاه غیرلگوم در کشت بعدی می گردد. نتایج تحقیق آنها نشان داد که لوبیای زمستانه و سویای تابستانه به ترتیب بین ۱۳۵ تا ۲۴۴ و ۴۵۳ تا ۴۸۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص تثبیت می کنند و به ترتیب ۱۵۵ و ۲۸۰ کیلوگرم از این نیتروژن تثبیت شده جهت تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه بعدی قابل استفاده می باشد. همچنین نتایج تحقیق آنها نشان داد که تولید پنبه در سیستمی که گیاه لگوم دانه ای و لگوم به عنوان کود سبز در آن باشد به ۹۰ و ۵۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نیاز دارد اما نیاز پنبه به کود نیتروژنی در سیستمی که گیاه لگوم نباشد ۱۷۹ کیلوگرم نیتروژن خالص می باشد. اهمیت نقش کشت قبلی بر افزایش میزان کارایی مصرف کودهای نیتروژنی و کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی به حدی است که در برخی از دستورالعمل های توصیه کودی موجود نقش آن لحاظ شده است (Ortiz-, et al., ۱۹۹۵).

منابع

بلالی، م.ر.، مهاجرمیلانی، پ.، خادمی، ز.، درودی، م.س.، مشایخی، ح.ح. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. مدل جامع کامپیوتری توصیه کودهای شیمیایی در راستای تولیدات کشاورزی پایدار-گندم. نشر آموزش کشاورزی.

بنایی، م.ح.، مومنی، ع.، بای بوردی، م. و م.ح. ملکوتی. ۱۳۸۳. خاکهای ایران. انتشارات سنا.

تدین، م.س. و دیگران. ۱۳۸۴. توصیه بهینه کودی برای محصولات زراعی و باغی استان فارس. انتشارات سنا، تهران، ایران.

کریمی زارچی، مهدی. ۱۳۸۸. گزارش پژوهشی طرح تحقیقاتی ارزیابی کارایی جذب کودهای نیتروژنی در مزارع شور تحت کشت گندم. مرکز ملی تحقیقات شوری. یزد.

ملکوتی، م.ج.، کشاورز، پ. و نجفعلی کریمیان. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. چاپ هفتم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

Alley, M.M., D.E. Brann, J.L. Hammons, Peter Scharf and W.E. Baethgen. ۱۹۹۹. Nitrogen management for winter wheat: Principles and recommendations. Publication ۴۲۴-۰۲۶.Virginia Cooperative Extention.

Emie Marx and Russ Karow. ۱۹۹۹. Missing links in wheat nitrogen uptake. Final report ODA ground water research and development grants.Department of crop and soil science.OSU, Corvallis, OR.

F A.O. ۲۰۰۵.Fertilizer use by crop in the Islamic Republic of Iran.www.fao.org.

James, D.W., Hands R.J. and J.J. Jurinak. ۱۹۸۲. Modern irrigated soils. Department of soil science and biometeorology utah state university. A wiley-interscience publication, john wiley and sons.

Marschner, H. ۱۹۸۶. The mineral nutrition of higher plants.Academic Press.

Meisinger, J.J. ۱۹۸۴. Plant available N in soil-crop systems. In R.H. Hauck, eds. Nitrogen in crop production :pp: ۳۹۱-۴۱۶. Madison, WI,USA, CSSA, SSSA.

Musick, J.T. and Porter, K.B. (۱۹۹۰).Wheat. In: R. R. Bruce, M.H. Niehaus, E. F. Kanemasu and J. R. Gilley. (Eds.), Irrigation of agricultural crops. (pp. ۵۹۷-۶۳۸).

Ortiz- monasrtrio, J.I. R. andVitosh.۱۹۹۵ Nitrogen management in irrigated spring wheat. Bread wheat: improvement and production. Pp: ۴۳۳-۴۵۲. Available on www.fao.org /DOCREP /۰۰۶ /Y۴ ۰۱۱E /y۴۰۱۱e۰t.htm

Rochester, I.J., M.B., Peoples, N.R. Hulgalle, R.R. Gault and G.A. Constable. ۲۰۰۱. Using legumes to enhance nitrogen fertility and improve soil conditions in cotton cropping systems. Field Crop Research.Vol. ۷۰.Issue ۱.pages ۲۷-۴۱

Scharf, P.C. Alley, M.M. and Y.Z. Lei. ۱۹۹۳. Spring nitrogen on winter wheat: ۱. Farmer-field validation of tissue test-based rate recommendations. Agron. J. ۸۵:۱۱۸۱-۱۱۸۶.

Vitosh, M.L., J.W. Johnson, D.B. Mengel. ۱۹۹۵. Tri-state fertilizer recommendations for corn, soybeans, wheat and alfalfa. Available at http://online.osu.edu.

Westerman, R.L. ۱۹۹۰. Soil testing and plant analysis.SSSA Books.

Abstract

To evaluate the role of different crop rotation systems on wheat nitrogen fertilizer requirement, fivepredominant rotation systems in Yazd province including (fallow-wheat, wheat-wheat, alfalfa-wheat, melons-wheat and maize-wheat) were selected. In each cropping system two treatments including application of nitrogen fertilizers according to farmer experience and zero application rates were planted. Other management practices such as wheat variety, planting date, plant density, irrigation and fertilization for both treatments were the same. At the end of growing season plant samples were taken and submitted for further analysis. Statistical analyses in the form of completely randomized blocks with three replications were carried out by SAS software.The results showed that application of nitrogen fertilizers according to farmers experience did not positively and significantly affect plant growth and production in alfalfa-wheat and melons-wheat rotations in comparison with control treatment. Therefore, it seems that the history of agricultural practices and rotation has a major role in fertilizer management and nitrogen use efficiency while this is not considered in existing nitrogen fertilizer recommendation in Iran. Therefore it seems that more research projects should be carried out to quantify the effect of rotation and previous crops on soil ability in providing essential nutrients for wheat.

ارزیابی محتوا و فلورسانس کلرفیل برگ خیار تحت تنش بیماری و کاربرد سیلیسیم

پروانه محقق [۱]، زهرا رسایی [۲]
۱.دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه شهرکرد، ۲. دانشجوی دکتری ژنز دانشگاه شهرکرد

چکیده
در این مطالعه، اثر سه سطح سیلیسیم بر وزن خشک ریشه و اندام هوایی و همچنین غلظت کلرفیل کل و کلرفیل‌های a و b تحت بیماری سفیدک سطحی ناشی از *Sphaerotheca fuliginea* در گیاه خیار در شرایط هیدروپونیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد وزن خشک ریشه و اندام هوایی خیار با کاربرد سیلیسیم افزایش معنی‌داری داشت. بیماری در هر دو سطح صفر و ۸۵/۰ میلی‌مولار سیلیسیم منجر به کاهش معنی‌دار غلظت کلرفیل در گیاه شده است. مقایسه بین تغییرات میزان کلرفیل a و b و کلرفیل کل تحت تأثیر بیماری و کاربرد سیلیسیم، حاکی از تأثیرپذیری بیشتر کلرفیل کل و کلرفیل b نسبت به کلرفیل a بود. سطح ۷/۱ میلی‌مولار سیلیسیم علاوه بر تأثیر مثبت و معنی‌دار بر وزن خشک ریشه و اندام هوایی و افزایش غلظت کلرفیل توانسته اثرات منفی بیماری را بر کاهش فاکتورهای رشد و عملکرد گیاه را تعدیل کند.

واژه‌های کلیدی: سیلیسیم، بیماری *Sphaerotheca fuliginea*، کلرفیل.

مقدمه
خیار[۱۰۹] از مهم‌ترین صیفی‌جات خاورمیانه می‌باشد. طبق آمار سازمان کشاورزی بیش از ۲۵۰ هزار هکتار از زمین‌های کشاورزی در ایران تحت کشت صیفی جات از جمله خیار است و این در حالی است که بیماری سفیدک سطحی[۱۱۰] به‌عنوان بیماری غالب این مزارع معرفی شده است. سفیدک‌های سطحی با رشد میسیلیوم‌ها، کنیدیوفورها و کنیدی‌های قارچ‌های عامل بیماری روی سطوح اندام‌های هوایی (برگ و ساقه)، باعث کاهش معنی‌دار میزان فتوسنتز گیاه و تغییر غلظت کلرفیل و کاروتنوئیدها میشوند و در نهایت منجر به نقصان کمی و کیفی محصول خواهند شد (علوی، ۱۳۵۲). اغلب کشاورزان برای محافظت گیاهان در برابر بیماری‌ها از جمله سفیدک‌های سطحی از پاشش قارچ کش‌های گوناگون و تکرار آن‌ها در فواصل زمانی مشخص استفاده می‌کنند. این در حالی است که مصرف این مواد اثرات منفی بر سلامت انسان و محیط زیست خواهد داشت و همین امر سبب شده راهکارهای دیگری برای سالم نگه داشتن گیاهان مورد نظر قرار گیرد (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۶). نتایج تحقیقات حاکی از آن است که تغذیه صحیح گیاهان بوسیله برخی عناصر همانند سیلیسیم، نقش قابل ملاحظه‌ای در پیشگیری از حمله عوامل بیماریزا و یا کاهش خسارت آفات و بیماریها دارد (Liang et al., ۲۰۰۵). عنصر سیلیسیم معمولاً به‌صورت سیلیس بیشکل[۱۱۱] و یا اسید سیلیسیک[۱۱۲] قابل جذب است و در گیاه به فرم‌های سیلیس بی‌شکل، مونوسیلیسیک و پلی سیلیسیک اسید در می‌آید (Liang et al., ۲۰۰۵). جذب این عنصر در خانواده کدوئیان همانند خیار به‌صورت غیرفعال میباشد و در صورت افزایش غلظت عنصر در محیط رشد ریشه، غلظت سیلیسیم در بافت‌های گیاه نیز افزایش مییابد. سیلیسیم عنصری مفید در بهبود رشد و عملکرد برخی از گیاهان بوده و تنها عنصری است که در صورت جذب بیش از حد در گیاه، به دلیل رسوب آن در بافت‌ها، سمیت ایجاد نمیکند (Foyer et al., ۱۹۹۴). این عنصر در افزایش فتوسنتز و استقامت اندام‌های گیاهی، کاهش نرخ تبخیر و تعرق و بهبود تحمل گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی نقش دارد (Epstein, ۱۹۹۹). تأثیر تغذیه بر مقاومت و تحمل گیاه میزبان در برابر آفات و بیماریها بسیار پیچیده می باشد. این تأثیر ممکن است به دلیل باشد. در واقع تأمین مقدار کافی عناصر غذایی عناصر غذایی ممکن است سبب افزایش مقاومت گیاهان در برابر آفات و بیماریها شود (Liang et al., ۲۰۰۵). همچنین عناصر غذایی ممکن است از طریق بهبود رشد در افزایش استحکام و مقاومت گیاه میزبان نسبت به عوامل بیماریزا تأثیرگذار باشند (Foyer et al., ۱۹۹۴). از سازوکارهای سیلیسیم در تحمل در برابر آفات و عوامل بیماریزا به تغییر الگوی رشد، شکل ظاهری، کالبدشناسی گیاه و به ویژه ترکیبات شیمیایی گیاه اشاره شده است (Liang et al., ۲۰۰۵). ایجاد مانع فیزیکی در دیواره سلولی و رسوب و یا تشکیل لایه سلولز-سیلیسیم و همچنین پیوند با کلسیم و پکتین را نیز از عامل کاربرد این عنصر بر افزایش تحمل گیاه در برابر تخریب سلولی ناشی از عوامل بیماریزا اعلام کردند (Liang et al., ۲۰۰۵). Samuels et al. (۱۹۹۳) گزارش کردند سیلیسیم بیشکل توانسته سطح فعالیت انزیم‌های کیتیناز[۱۱۳] و پراکسیداز[۱۱۴] را در حضور بیماری پیتیوم در خیار به طور معنیداری افزایش دهد. Liang et al (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که تغذیه سیلیسیم در بوته‌های نخود آلوده شده با *Mycosphaerella*

---

[۱۰۹] *C. sativus* L.
[۱۱۰] *Sphaerotheca fuliginea*
[۱۱۱] $SiO_2.nH_2O$
[۱۱۲] H_4SiO_4
[۱۱۳] chitinases
[۱۱۴] Peroxidase

pinodes Blerk فعالیت آنزیم‌های کیتیناز و بتاگلوکوزیداز[۱۱۵] را به‌طور معنیداری افزایش داد. با توجه به اهمیت سیلیسیم به عنوان یک عنصر غذایی مفید در تولید خیار و همچنین کمبود اطلاعات در مورد اثر بر هم‌کنش این عنصر با شدت بیماری سفیدک سطحی ناشی از قارچ *Sphaerotheca fuliginea* بر فاکتورهای رشد گیاه و محتوی کلرفیل و کاروتنوئیدها بنابراین پژوهشی با هدف بررسی اثر سه سطح سیلیسیم (صفر، ۰/۸۵ و ۱/۷ میلی‌مولار) بر رشد، محتوی و فلورسانس کلرفیل کل و a و b تحت بیماری سفیدک سطحی ناشی از *Sphaerotheca fuliginea* در گیاه خیار و در شرایط هیدروپونیک پایه‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایشی گلخانه‌ای و در محیط آبکشت انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل ۳×۱×۲ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تعداد کل گلدان‌های مورد استفاده در آزمایش ۲۴ عدد بود. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SASتجزیه آماری شد. مقایسه میانگین‌ها نیز برای اثرهای متقابل، با استفاده از روش دانکن صورت پذیرفت. آزمایش با سه سطح سیلیسیم (صفر، ۰/۸۵ و ۱/۷ میلی‌مولار) از منبع سیلیکات سدیم و دو سطح آلودگی قارچی *Sphaerotheca fuliginea* (حضور و عدم حضور قارچ) روی خیار انجام شد. بذور خیار در تیر ماه در گلدان‌های پلاستیکی حاوی ماسه شسته شده و استریل شده کاشته شدند و روزانه توسط محلول غذایی استاندارد جانسون آبیاری شدند در هر گلدان دو عدد خیار رشد کردند. گیاهان ۳۰ روزه به وسیله جدایه تکثیر شده *S. fuliginea* آلوده شدند. به این صورت که کنیدی‌های سفیدک سطحی از برگ‌های آلوده خیار جمع‌آوری شد و پس از شناسایی گونه قارچ، برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر استریل شده شیکر شدند و سپس از این سوسپانسیون ۱۵۰ میکرولیتر معادل ۲۵۰ هزار کنیدی در هر میلی‌لیتر به برگ سوم هر گیاه انتقال یافت. سطح گیاهان به مدت ۴۸ ساعت بوسیله پلاستیک پلی‌اتیلنی تیره رنگ پوشانده شد. حدود ۲۵ روز پس آلوده‌سازی، نمونه‌ها کاملاً با آب مقطر شسته شده سپس ریشه و شاخساره هر گیاه از محل طوقه جدا شد و هر کدام به طور جداگانه توزین شد. برای اندازه‌گیری غلظت سیلیسیم از روش Elliot and Snyder (۱۹۹۱) استفاده شد و غلظت سیلیسیم با استفاده از روش رنگ‌سنجی مولیبدات توسط دستگاه طیف‌سنج در طول موج ۸۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. استخراج کلرفیل از برگ با استن ۸۰ درصد انجام شد. ساییدن برگ تا حصول محلول بیرنگ ادامه یافت. حجم محلول با استن به ۲۵ میلی‌لیتر رسید و پس از سانتریفیوژ محلول با دور ۴۰۰۰rpm جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۶۵۲ نانومتر بوسیله اسپکتروفتومتر خوانده شد و از رابطه ۱، ۲ و ۳جهت محاسبه کلرفیل کل و a و b استفاده شد (Agarie et al., ۱۹۹۸).

(۱)

$$\text{میلی گرم کلروفیل کل در گرم برگ} = A(۶۵۲) / ۳٤/٥ \times V/W$$

(۲)

$$\text{میلی گرم کلروفیل a در گرم برگ} = \{(۱۲/۷(A\ ٦٦٣) - ۲/۷۹\ (A\ ٦٤٥)\} \times V/W \times ۱۰۰۰$$

(۳)

$$\text{میلی گرم کلروفیل b در گرم برگ} = \{(۲۲/۹(A\ ٦٤٥) - ۲/٦٨\ (A\ ٦٦٣)\} \times V/W \times ۱۰۰۰$$

که در آن V: حجم محلول کلرفیل (میلی لیتر)، W: وزن برگ (گرم) و A: جذب نوری عصاره بود.

نتایج و بحث

در این پژوهش، وزن خشک ریشه و اندام هوایی خیار با کاربرد سیلیسیم افزایش معنی‌داری داشت و اختلاف فاحشی نیز بین تیمار ۰/۸۵ و ۱/۷ میلی‌مولار سیلیسیم دیده شد (جدول ۱). بیماری منجر به کاهش معنی‌دار ($P<0.05$) وزن خشک ریشه و اندام هوایی تیمارهای رشد یافته در محلول‌های غذایی فاقد سیلیسیم و حتی سطح ۰/۸۵ میلی‌مولار شد ولی این کاهش در مورد سطح ۱/۷ میلی‌مولار سیلیسیم معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جدول ۱- اثر سیلیسیم و بیماری بر وزن خشک ریشه، اندام هوایی، غلظت سیلیسیم ریشه و اندام هوایی خیار

تیمار	وزن خشک ریشه (گرم بر گلدان)	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر گلدان)	غلظت سیلیسیم ریشه (%)	غلظت سیلیسیم اندام هوایی (%)
فاقد سیلیسیم و بدون بیماری	^{d}۳/۱۲	^{c}۹/۱۹	^{d}۷۲/۰	^{c}۰۵/۱
فاقد سیلیسیم و آلودگی قارچی	^{c}۶/۷	^{d}۵/۱۰	^{d}۴۷/۰	^{c}۹۳/۰
۰/۸۵ میلی‌مولار سیلیسیم و بدون بیماری	^{b}۶/۲۸	^{ab}۳/۴۳	^{b}۸۱/۲	^{b}۶/۳
۰/۸۵ میلی‌مولار سیلیسیم و آلودگی قارچی	^{c}۵/۱۹	^{b}۸/۳۳	^{c}۳۵/۱	^{b}۲۵/۳
۱/۷ میلی‌مولار سیلیسیم و بدون بیماری	^{a}۴/۳۵	^{a}۲/۵۲	^{a}۰۹/۴	^{a}۳۶/۶
۱/۷ میلی‌مولار سیلیسیم و آلودگی	^{ab}۹/۳۰	^{a}۸/۴۸	^{a}۹۵/۳	^{a}۴۶/۶

.میانگین‌های دارای حروف مشترک، فاقد تفاوت معنیدار (در سطح ۵ درصد) میباشند

[۱۱۵] β- glucosidase

بر اساس نتایج این پژوهش، کاربرد سیلیسیم سطح ۷/۱ میلی‌مولار توانسته اثر منفی بیماری بر کاهش عملکرد گیاه (وزن خشک ریشه و اندام هوایی) را تعدیل کند. لیانگ و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش کردند سیلیسیم باعث افزایش عملکرد چندین گونه گیاهی حتی در حضور تنش شده است و این بهبود رشد را به افزایش مقاومت مکانیکی ساقه و برگ‌ها و افزایش ظرفیت جذب نور به منظور فتوسنتز و ارتقا سطح کلرفیل b بر واحد سطح برگ نسبت دادند. کاربرد سیلیسیم منجر به افزایش معنی‌دار ($P<0.05$) غلظت این عنصر در ریشه و اندام هوایی شد. جذب سیلیسیم در کدوئیان فرآیندی غیرفعال است و با افزایش غلظت سیلیسیم در محیط، غلظت آن نیز افزایش میابد (Foyer et al.,۱۹۹۴). بیماری منجر به کاهش غلظت سیلیسیم در ریشه گیاهان شد و این امر حتی در گیاهان رشد کرده در سطح ۸۵/۰ میلی‌مولار نیز نسبت به گیاهان فاقد آلودگی قارچی و رشد کرده در همین سطح نیز اتفاق افتاد. اما بیماری بر غلظت سیلیسیم اندام هوایی در هر دو تیمار ۸۵/۰ و ۷/۱ میلی‌مولار تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). ممکن است به‌دلیل ایجاد تنش و در پی آن افزایش گونه‌های فعال اکسیژن، غشاء سلولی گیاه آسیب دیده باشد که همین امر سبب شده مقدار ترشح یون‌ها به محیط خارج از سلول افزایش یابد و سیلیسیم از ریشه به بیرون ترشح شده باشد (Epstein, ۱۹۹۴). از طرفی جذب سیلیسیم نیز به شدت تحت تأثیر دما و تنش‌های محیطی میباشد. در واقع، بیماری به‌عنوان تنش زیستی ممکن است سبب کاهش جذب سیلیسیم و در نهایت کاهش غلظت آن در گیاه شده باشد. همچنین هنگام تنش بیماری، برای کاهش خسارت، لیگنینی شدن دیواره سلولی در گیاه افزایش میابد که به همین نسبت مقدار جذب آب و عناصر غذایی نیز کاهش میابد (Ma et al, ۲۰۰۱).

آنالیز واریانس داده‌های مربوط به غلظت کلرفیل کل و کلرفیل‌های a و b نشان داد که بیماری در هر دو سطح صفر و ۸۵/۰ میلی‌مولار سیلیسیم منجر به کاهش معنی‌دار غلظت کلرفیل در گیاه شده است (جدول ۲). ممانعت از بیوسنتز کلرفیل و کاهش غلظت آن در اثر عوامل متعددی می‌تواند به وجود آمده باشد. اول اینکه ممکن است بیماری اثر بازدارنده بر بیوسنتز آنزیم‌های دلتاآمینولولینیک اسید دهیدراتاز و پروتوکلروفیلید داشته است و همین امر موجب کاهش مقدار پورفوبیلینوژن شده است. با توجه به تأثیر اساسی این فرآورده بر بیوسنتز کلرفیل می‌توان گفت کاهش تولید این فرآورده بیوسنتز کلرفیل را کاهش داده است (Marschner et al.,۱۹۹۰). دومین دلیل کاهش بیوسنتز کلرفیل و کاهش غلظت آن می‌تواند به اثر منفی بیماری بر جذب عناصر غذایی بوسیله گیاه نسبت داده شود. احتمال دارد بیماری از طریق عدم ایجاد تعادل و توازن عناصر غذایی، از بیوسنتز کلرفیل ممانعت کرده باشد. برای مثال ممکن است با افزایش بیماری غلظت عناصری همانند منیزیم و نیتروژن که ترکیبات ضروری در ساختار کلرفیل هستند کاهش یافته باشد و همین امر موجب کاهش کلرفیل شده باشد. لازم به ذکر است، کاهش جذب آهن هم می‌تواند منجر به گسیختگی بیوسنتز کلرفیل شود (Ma et al, ۲۰۰۱).

جدول ۲- غلظت کلرفیل کل، کلرفیل a و b سطحی سیلیسیم و بیماری سفیدک در اندام هوایی خیار متأثر از سطوح

تیمار	غلظت کلرفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن مرطوب برگ)	غلظت کلرفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن مرطوب برگ)	غلظت کلرفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن مرطوب برگ)
فاقد سیلیسیم و بدون بیماری	^{c}۰۵/۱	^{b}۹/۰	^{d}۲۲/۰
فاقد سیلیسیم و آلودگی قارچی	^{d}۷۱/۰	^{c}۶۳/۰	^{e}۰۹/۰
۸۵/۰ میلی‌مولار سیلیسیم و بدون بیماری	^{b}۵۵/۱	^{b}۱/۱	^{c}۴۵/۰
۸۵/۰ میلی‌مولار سیلیسیم و آلودگی قارچی	^{c}۱۵/۱	^{b}۸۸/۰	^{b}۷۵/۰
۷/۱ میلی‌مولار سیلیسیم و بدون بیماری	^{a}۷۳/۲	^{a}۹۸/۱	^{a}۸۹/۰
۷/۱ میلی‌مولار سیلیسیم و آلودگی	^{a}۹۶/۲	^{a}۷/۱	^{a}۹۵/۰

. میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنیدار (در سطح ۵ درصد) میباشند

مقایسه بین تغییرات میزان کلرفیل a و b و کلرفیل کل حاکی از تأثیرپذیری بیشتر کلرفیل کل و کلرفیل b نسبت به سایر کلرفیل‌ها بود (جدول ۲). کاهش بارز کلرفیل b به طور بالقوه به کارائی به دام‌اندازی انرژی توسط PSII آسیب می‌رساند و انتقال الکترون را کاهش می‌دهد. گزارش‌ها حاکی از آن است که حساس‌ترین هدف تنش‌های بیولوژیک در فتوسنتز، PSII است که شاخص عملکرد آن در تیمار بیماری کاهش می‌یابد (Marschner et al.,۱۹۹۰). طبق جدول ۲ کاربرد سطح ۷/۱ میلی‌مولار سیلیسیم در حضور و عدم حضور بیماری منجر به افزایش معنی‌دار غلظت کلرفیل شده است. Foyer et al. (۱۹۹۴) گزارش کردند کاربرد سیلیسیم محلول جهت تولید غلظت‌های بالاتر آنزیم ریبولوز بیو فسفات کربوکسیلاز در برگ لازم است. این آنزیم سوخت و ساز CO_2 را تنظیم کرده و در نتیجه، کارایی تثبیت دیاکسیدکربن توسط گیاهان را افزایش میدهد.

منابع

۱- خوشگفتارمنش، ا.ح. ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاهی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲- علوی، ا. ۱۳۵۲. بیماری بوته میری جالیز. مجله بیماریهای گیاهی، جلد نهم، صفحه‌های ۴۹-۳۷.

۳- Agarie S.N., Hanaoka O., Ueno P., Miyazaki A., Kubota F., Agata W. and Kaufman P.B. ۱۹۹۸. Effects of silicon on tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (Oryza sativa L.), monitored by electrolyte leakage. Plant Production Science, ۱: ۹۶-۱۰۳

۴- Elliot C.L. and Snyder G.H. ۱۹۹۱. Autoclave-induced digestion for the colorimetric determination of Silicon in rice straw. Food Chemistry, ۳۹: ۱۱۱۸-۱۱۱۹.
۵- Epstein E. ۱۹۹۹. Silicon. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, ۵۰: ۶۴۱-۶۴۴.
۶- Epstein, E. ۱۹۹۴. The anomaly of silicon in plant biology. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, ۹۱:۱۱-۱۷.
۷- Foyer C.H., Lelandais M. and Kunert K.J. ۱۹۹۴. Photo oxidative stress in plants. Journal of Plant Physiology, ۹۲: ۶۹۶-۷۱۷.
۸- Liang Y.C., Jin S. and Romheld V. ۲۰۰۵. Silicon uptake and transport is an active process in cucumis sativus. Phytophatology, ۱۶۷: ۷۹۷-۸۰۴.
۹- Ma J.F., Miyake Y. and Takahashi E. ۲۰۰۱. Silicon as a beneficial element for crop plants in Silicon agriculture. Elsevier Science Publishing.
۱۰- Marschner H., Oberle H., Cakmak I. and Romheld V. ۱۹۹۰. Growth enhancement by silicon in cucumber (Cucumis sativus) plants depends on imbalance in phosphorous and zinc supply. Plant Soil, ۱۲۴: ۲۱۱-۲۱۹.
۱۱- Samuels A.L., Glass A.D.M., Ehret D.L. and Menzies J.G. ۱۹۹۳. The effects of silicon supplementation on cucumber fruit: changes in surface characteristics. Annals of Botany, ۷۲: ۴۳۳-۴۴۰.

Abstract

In this study, we studied the effect of three level of Silicon on dry weight of root and shoot. Also concentration of total Chlorophyll, "a" and "b" Chlorophylls under powdery mildew diseases due *Sphaerotheca fuliginea* in Cucumber in the hydroponics condition was investigated. Results show that Silicon usage has significantly increased dry weight of root and shoot in Cucumber. Concentration of Chlorophyll has been significantly decreased by diseases in the both zero and ۰.۸۵ m mol. level of Silicon. Comparison of "a" and "b" Chlorophylls and total Chlorophylls content indicated that total Chlorophyll and "b" Chlorophyll more effected by disease stress and silicon application than the a Chlorophyll. The results suggest that ۱.۷ m mol. level of Silicon has positive and significant effect on dry weight of root and shoot, furthermore it has adjusted negative effects of illness on growth factors and plant performance decline by heightening Chlorophyll concentration.

تأثیر ورمی‌کمپوست بر روی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی آویشن در حضور میکوریزا

عباس هانی [۱]، حمیدرضا پهلوانی [۲]، ، لیلا حکیمی [۲]
۱- عضو هیات علمی بخش زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ۲- عضو هیات علمی بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

چکیده
به‌منظور بررسی تأثیر میکوریزا و ورمی‌کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی کمی گیاه دارویی آویشن، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. فاکتور اول شامل عدم کاربرد قارچ، کاربرد گونه Glomusinteraradices، کاربرد گونه Glomusmosseae و فاکتور دوم شامل مصرف ورمی‌کمپوست در سه سطح صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد حجم گلدان‌ها بود. بر اساس نتایج آزمایش، میکوریزا و ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد بر روی ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، تعداد ساقه جانبی، طول ریشه، طول برگ، تعداد گل در گل‌آذین، درصد اسانس و درصد تیمول به طور معنی‌دار تأثیر دارد. همچنین اثر متقابل میکوریزا با ورمی‌کمپوست در صفات ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، طول ریشه و تعداد گل در گل‌آذین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید. کاربرد میکوریزا موجب بهبود صفات اندازه گیری شده گردید به طوری که بیشتری میزان اندازه گیری در کاربرد گونه Glomusmosseae حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: آویشن، درصد اسانس، درصد تیمول، ورمی‌کمپوست، میکوریزا.

مقدمه
گیاهاندارومییازارزشواهمیتخاصیدر تأمینبهداشتوسلامتیجوامع،همبهلحاظدرمان وهمبهلحاظپیشگیریازبیماریها،برخوردارهستند. درسالهایاخیر،روندتوجهبهسلامتو کیفیتخاکبهمنظورتولیدپایدارمحصولاتزراعی شدتیافتهاست،بهطوریکهدرکشورهایصنعتی برایتولیدغذایسالم،استفادهازنهادههایطبیعی وغیرشیمیاییموردتوجهروز افزون قرارگرفتهاست (Den-Hollander et al., ۲۰۰۷). از طرفدیگر،افزایشقیمتهایجهانیحاملهای انرژی،کشاورزانرابهاستفادهازروش‌هایجایگزین بهمنظورکاهشمصرفنهاده‌هایشیمیاییمصنوعی ترغیبکرده‌است .(Hiltibrunner et al., ۲۰۰۷) قارچ‌هایمیکوریزا نقشمهمی دربهبودتغذیهورشدگیاهاندارند(Sing et al., ۲۰۰۰). همزیستیگیاهانبا قارچ‌هایمیکوریزاباعثافزایشعملکردگیاهان زراعیخصوصادرخاک‌هاییباحاصلخیزیپایین می‌باشد،کهبه‌دلیلافزایشسطححجذبریشه‌هااز طریققارچدرخاکایجادمی‌شود (Ortas, ۱۹۹۶). قارچ‌هایمیکوریزابادا‌شتنشبکههیفیگستردهوافزایش سطحوسرعتجذبریشه،کاراییگیاهانرادرجذبآبوعناصر غذاییوبزهعناصرکمتحرکفسفر،روی،مسافزایشدادهو موجببهبودرشدآنهامیشوند .(Marschner& Dell, ۱۹۹۴) دریکپژوهش، نشاندادندکه تلقیحرازیانهباقارچمیکوریزااسببافزایشمعنیدار تعدادچتردربوته،بیوماسودرصدهمزیستیریشه‌هآن گردید (Kapoor et al., ۲۰۰۴).

قارچ‌هایمیکوریزابرروابطرطوبتیگیاهنیزتأثیر میگذارند،بدینصورتکهاینقارچ‌هاباتأثیربرمیزانآب بافت‌هایگیاهیوتبادلاتگازیبرگ‌ها،سببافزایشمیزان آبموجوددربافت‌هایگیاهی می‌شوندوازسویدیگرتبخیر وتعرقرانیزکاهشمیدهند(Auge, ۲۰۰۱). تلقیحدوژنوتیپگندم دورومباقارچ‌هایمیکوریزانشانداد‌کهبازدهمصرفآبدر شرایطبهینهوتنشرطوبتیبیشترازگیاهانغیرمیکوریزی است (Ghazi and Al-karaki, ۱۹۹۸). دررابطهبانقشکودهایزیستیبررویکمیتو کیفیتاسانسرازیانه Kapoorوهمکاران (۲۰۰۴) نشاندادندکههمزیستیریشهرازیانهبادوگونهازقارچ‌های میکوریزابهطورمعنیداری موجببهبودمیزاناسانسوکیفیتآنمیشود،بهنحوی کهمیزانمادهارزشمندآنتولدراسانسدرمقایسهباشاهد افزایشمییابد.

ورمیکمپوستبهعلتداشتنخصوصیاتیمانندتخلخلزیاد، قدرتجذبونگهداریبالایعناصرمعدنیوآزادسازیتدریجیآن‌ها ونیزظرفیتبالاینگهداریآباستفادهازآندرکشاورزپیایدار برایبهبودرشدوکیفیتمحصولاتزراعیوباغیمتداولمیباشد (Arancon et al., ۲۰۰۴ and Aiyeh et al., ۲۰۰۲). آویشن (Thymus vulgaris L.) گیاهی است از تیره نعناعیان (*Lamiaceae*) که ساختاربوته‌ای دارد و دارای ساقه مستقیم و علفی یا چوبی و پرشاخه به ارتفاع ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر و در بعضی موارد تا ۴۵ سانتی‌متر است. ساقه‌های منشعب این گیاه پوشیده از کرک‌های سفید رنگ می‌باشد (Burnie, ۱۹۹۵).

ازآنجاکهرویکردجهانیدرتولیدگیاهانداروییبهسمتاستفادهازنظام‌هایکشاورزیپایدارو بکارگیریروش‌هایمدیریتیآن‌هانظیرکاربردکودهای زیستیبهمنظورارتقاءعملکردکمیوکیفیگیاهان دارویی‌میباشد،هدفازانجاماینپژوهشبررسیاثر قارچمیکوریزا و ورمی‌کمپوست بر روی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی آویشن بود.

مواد و روش

این تحقیق در گلخانه‌ای واقع در ماهدشت شهرستان کرج به مرحله اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد که فاکتور اول شامل عدم تلقیح (شاهد)، تلقیح با سویه Glomusintraradices و تلقیح با سویه Glomusmosseae بود. فاکتور دوم ورمی‌کمپوست در سه سطح صفر (شاهد)، ۲۵ و ۵۰ درصد حجم گلدان‌ها بود. جهت کشت از گلدان‌های پلاستیکی ۸ کیلوگرمی استفاده گردید و بسترهای کشت با توجه به تیمارها از میکوریزا، ورمی‌کمپوست و خاک پُر گردید و برای تیمار شاهد از ۱۰۰ درصد خاک لوم استفاده شد. به منظور اعمال تیمار قارچ میکوریزا، از هر کدام سویه‌های مورد نظر، میزان ۲۰ گرم در ازای هر کیلوگرم خاک به درون گلدان‌ها اضافه شد و برای اعمال تیمار ورمی‌کمپوست، به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد حجم گلدان‌ها، از ورمی‌کمپوست استفاده شد. در این آزمایش از نشاءهای هم اندازه و یکسان آویشن استفاده شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به نیاز گیاه هفته‌ای سه مرتبه صورت پذیرفت.

برای محاسبه وزن خشک گیاه، پس از تعیین وزن‌تر گیاه نمونه‌ها، به مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند، سپس با استفاده از ترازوی با دقت وزن ۰۰۰۱/۰ گرم وزن شدند. برای محاسبه درصد اسانس اندام خشک گیاه، از دستگاه کلونجر استفاده شد. بدین منظور پس از خرد شدن اندام‌های خشک گیاه با استفاده از دستگاه کلنوجر و به روش تقطیر با آب به مدت ۴ ساعت اسانس نمونه‌ها استخراج شد و اسانس به دست آمده با استفاده از سولفات سدیم خشک رطوبت‌زدایی گردید و سپس درصد اسانس محاسبه شد. جهت تجزیه نمونه‌های اسانس و اندازه‌گیری دقیق ترکیبات موجود در آن از دستگاه کروماتوگرافی گازی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده این است که میکوریزا و ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر روی وزن خشک بوته تأثیر معنی‌داری دارد (جدول ۱). بر اساس نتایج حاصل شده مصرف میکوریزا سبب افزایش وزن خشک بوته می‌گردد به طوری که بیشترین وزن خشک بوته به مقدار ۹۶/۲۴ گرم در تیمار Glomusmosseae به دست آمده است (جدول ۲).نتایج نشان داد که وزن خشک بوته در حضور ورمی‌کمپوست افزایش می‌یابد و بیشترین وزن خشک را تیمار ۲۵۰ درصد ورمی‌کمپوست به مقدار ۳۷/۲۳ گرم دارا است (جدول ۳). همچنین مشخص گردید که مصرف توأم میکوریزا و ورمی‌کمپوست موجب افزایش وزن خشک بوته می‌شود، به نحوی که بیشترین وزن خشک بوته به مقدار ۹۷/۲۵ و ۹۴/۲۴ گرم به ترتیب مربوط به تلقیح با Glomusintraradices و Glomusmosseae در حضور ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست می‌باشد (جدول ۴).

میکوریزا و ورمی‌کمپوست در سطح یک درصد و اثر متقابل میکوریزا با ورمی‌کمپوست در سطح پنج درصد بر روی طول ریشه معنی‌دار شده است (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که کاربرد میکوریزا و مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش طول ریشه می‌شود، به طوری که بیشترین طول ریشه در اثر کاربرد Glomusmosseae به میزان ۸۱/۳۵ سانتی‌متر به دست آمد و همچنین تیمار ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست از بیشترین طول ریشه (۷/۳۳ سانت‌متر) برخوردار است (جدول ۲) و (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل میکوریزا و ورمی‌کمپوست (جدول ۴) نشان داد که بیشترین طول ریشه به میزان ۷۳/۳۷ سانتی‌متر مربوط به تلقیح میکوریزایی با Glomusmosseae در حضور ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست و کمترین طول ریشه به میزان ۱۳/۲۱ سانتی‌متر مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. اطلاعات بدست آمده از نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) مبین این است که میکوریزا و ورمی‌کمپوست بر روی تعداد گل در گل‌آذین در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل میکوریزا با ورمی‌کمپوست در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری دارد. بر اساس نتایج به دست آمده مصرف میکوریزا سبب افزایش تعداد گل می‌شود به گونه‌ای که بیشترین تعداد گل به مقدار ۶۷/۱۰۱ گل در اثر کاربرد Glomusmosseae و کمترین تعداد گل به مقدار ۶۷/۶۶ گل در تیمار شاهد حاصل شده است (جدول ۲). با کاربرد ورمی‌کمپوست تعداد گل در گل‌آذین نسبت به شاهد افزایش می‌یابد، به طوری که بیشترین تعداد گل به مقدار ۲۲/۹۵ گل را تیمار ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست دارا است (جدول ۳).

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس آزمایش، بیانگر آن بود که تأثیر هر دو عامل میکوریزا و ورمی‌کمپوست در سطح یک درصدبر درصد اسانس معنی‌دار شده است، ولی اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نگردیده است (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها افزایش قابل ملاحظه‌ای را بین گونه‌های میکوریزا نشان داد، به نحوی که میزان اسانس بذر در تیمار شاهد (۸۴/۰ درصد)، Glomusintraradices (۱/۱ درصد) و Glomusmosseae(۴۴/۱ درصد) بود (جدول ۲). هم‌چنین مشاهده شد که ورمی‌کمپوست (جدول ۳) موجب افزایش درصد اسانس می‌شود و تیمار ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست از بیشترین درصد اسانس (۲۷/۱ درصد) برخوردار است. بر اساس نتایج حاصل شده از مقایسه میانگین اثرات متقابل میکوریزا با ورمی‌کمپوست بیشترین درصد اسانس به مقدار ۶۷/۱ درصد در تلقیح میکوریزایی با Glomusmosseae در حضور ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست می‌باشد (جدول ۴).نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) که میکوریزا و ورمی‌کمپوست بر روی درصد تیمول در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری دارند، ولی در اثر متقابل میکوریزا با ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. با اعمال ورمی کمپوست و میکوریزا درصد تیمول افزایش یافت (جدول ۲ و ۳). بر اساس نتایج حاصل شده تلقیح میکوریزایی باعث بهبود درصد تیمول در عدم حضور و حضور ورمی‌کمپوست می‌گردد. نتایج (جدول ۴) نشان داد که بیشترین درصد تیمول به میزان ۲۷/۷۹ درصد مربوط به کاربرد Glomusmosseae در حضور ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست می‌باشد.

جدول ۱-نتایج تجزیه واریانس تأثیر انواع میکوریزا و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی آویشن

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن خشک بوته	تعداد ساقه جانبی	طول ریشه	تعداد گل در گل‌آذین	درصد اسانس	درصد تیمول
بلوک	۲	ns۳۶/۲	۱۲/۱۰**	۴۴/۷۱**	۸۵/۳*	۱۵/۲۷۹**	ns۰۱/۰	ns۶۲/۷
میکوریزا (a)	۲	**	۹۱/۱۱۳**	**	**	۴۸/۲۷۷۸**	۸۱/۰**	۴۱/۶۰۷**
ورمی‌کمپوست (b)	۲	۳۲/۲۱۸ ۱۱/۷۶**	۵/۱۹**	۱۱/۱۲۰۰ ۴۴/۱۳۱**	۷۱/۳۴۳ ۷۲/۴۹**	۵۹/۹۰۰**	۱۶/۰**	۱۹/۱۸۱**
a*b	۴	۳۶/۳*	۲۷/۱*	ns۳۹/۵	۰۶/۲*	۹۳/۶۶*	ns۰۱/۰	ns۶۸/۴
خطا	۱۶	۱/۱	۳۷/۰	۹۴/۵	۶۹/۶	۴۸/۱۵	۰۰۵/۰	۱۹/۳
%CV		۸/۳	۸/۲	۹۷/۲	۶۶/۲	۶۲/۴	۲۶/۶	۶۳/۲

عدم تاثیر معنی دار : ns و به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد ***

جدول ۲-مقایسه میانگین‌هایاثر انواع میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی آویشن

میکوریزا	ارتفاع بوته (cm.plant-۱)	وزن خشک بوته (gr.plant-۱)	تعداد ساقه جانبی	طول ریشه (cm.plant-۱)	تعداد گل در گل‌آذین	درصد اسانس	درصد تیمول
عدم تلقیح	c۴۴/۴۴	c۹۳/۱۷	c۸۹/۶۹	c۱۱/۴۴	c۶۷/۶۶	c۸۴/۰	c۳۱/۵۹
Glomusintraradices	b۰۹/۲۸	b۳۹/۲۲	b۸۴	b۴۱/۳۳	b۸۹/۸۶	b۱/۱	b۰۵/۶۹
Glomusmosseae	a۲۶/۳۲	a۹۶/۲۴	a۷۸/۹۲	a۸۱/۳۵	a۶۷/۱۰۱	a۴۴/۱	a۶۴/۷۵

.میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس ازمون دانکن در سطح۵%تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۳-مقایسه میانگین‌هایاثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی آویشن

ورمی‌کمپوست (درصد)	ارتفاع بوته (cm.plant-۱)	وزن خشک بوته (gr.plant-۱)	تعداد ساقه جانبی	طول ریشه (cm.plant-۱)	تعداد گل در گل‌آذین	درصد اسانس	درصد تیمول
۰	c۷۷/۴۴	c۴۹/۴۰	c۷۸/۷۸	c۱۱/۴۹	c۴۴/۷۵	c۰۴/۱	c۱۴/۶۴
۲۵	a۵۸/۳۰	a۳۷/۲۳	a۳۳/۸۶	a۷/۳۳	a۲۲/۹۵	a۲۷/۱	a۹۱/۷۲
۵۰	b۴۴/۲۷	b۴۱/۲۱	b۵۶/۸۱	b۵۲/۳۰	b۷۸/۸۴	b۱/۱	b۹۷/۶۶

.میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس ازمون دانکن در سطح۵%تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۴-مقایسه میانگین‌هایاثر انواع میکوریزا و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی آویشن

میکوریزا	ورمی‌کمپوست (درصد)	ارتفاع بوته (cm.plant-۱)	وزن خشک بوته (gr.plant-۱)	تعداد ساقه جانبی	طول ریشه (cm.plant-۱)	تعداد گل در گل‌آذین	درصد اسانس	درصد تیمول
عدم تلقیح	۰	e۷/۱۸	d۰۲/۱۶	g۶۵	f۱۳/۴۱	e۶۷/۵۱	h۷۸/۰	d۸۷/۵۵
عدم تلقیح	۲۵	cd۱۳/۲۵	c۲۷/۲۰	ef۳۳/۷۵	d۵۳/۲۷	d۳۳/۷۶	fg۹۲/۰	c۰۲/۶۴
عدم تلقیح	۵۰	d۵/۲۳	d۴۹/۱۷	fg۳۳/۶۹	e۶۷/۲۳	d۷۲	gh۸۳/۰	d۰۵/۵۸
Glomus i	۰	cd۵/۲۵	c۴۸/۲۱	de۶۷/۸۰	c۶۷/۳۱	d۳۳/۷۹	ef۹۹/۰	c۲۸/۶۴
Glomus i	۲۵	b۷۷/۳۱	ab۸۸/۲۳	bc۸۸	b۸۳/۳۵	b۹۸	cd۲۳/۱	b۴۵/۷۵
Glomus i	۵۰	c۲۷	bc۸۱/۲۱	cd۳۳/۸۳	c۷۳/۳۲	cd۳۳/۸۳	de۱/۱	c۴۱/۶۷
Glomusm	۰	b۱/۳۰	ab۹۶/۲۳	ab۶۷/۹۰	b۵۳/۳۴	bc۶۷/۹۴	bc۲۸/۱	b۲/۷۲
Glomus m	۲۵	a۸۳/۳۴	a۹۷/۲۵	a۶۷/۹۵	a۷۳/۳۷	a۳۳/۱۱۱	a۶۷/۱	a۲۷/۷۹
Glomus m	۵۰	b۸۳/۳۱	a۹۴/۲۴	ab۹۲	b۱۷/۳۵	b۹۹	b۳۸/۱	b۴۶/۷۵

.میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس ازمون دانکن در سطح۵%تفاوت معنی‌داری ندارند

تلقیحمیکوریزی،موجبتحریک رشدوافزایشسرعتجذبموادغذاییبویژهفسفر می‌شود (Andrade et al., ۲۰۰۴). احتمال می‌رود که تأمین عناصر غذایی برای گیاه از کودهای شیمیایی یا ترشحات ریشه، می‌تواند توسط قارچ‌های میکوریزا تغییر یابد. تحقیقات متعدد نشان داده است که فسفر، نیتروژن، پتاسیم، روی، مس، گوگرد، کلسیم و آهن توسط نظام میکوریزایی جذب شده و به گیاه منتقل می‌شوند (Cardoso &Kuyper, ۲۰۰۶; Gosling et al., ۲۰۰۶). میکوریزا از طریق افزایش سطح تماس، یا به عبارت دیگر از طریق افزایش طول مؤثر ریشه، سبب افزایش جذب عناصر غذایی می‌شود. وجودقارچ‌های مایکوریزاو ایجادهمزیستیباریشهبسیاریازگیاهان،نشانمیدهدکهاحتمالاًبرخیازاینقارچهااز طریقهمزیستیبا گیاهانموجببهبودرشدگیاه می‌شود (Yano-Melo et al., ۲۰۰۳).

منابع

Al-Karaki G.N. and Al-Omoush M. ۲۰۰۲.Wheat response to phosphogypsum and mycorrhizal fungi in alkaline soil. Journal of Plant Nutrition, ۲۵: ۸۷۳-۸۸۳.

Andrade S. A. L., Abreu C. A., Abreu M. F. and Silveria A. P. D. ۲۰۰۴. Influence of lead addition on arbuscularmycorrhiza and rhizobium symbiosis under soybean plants. Applied Soil Ecology ۲۶: ۱۲۳-۱۳۱.

Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Welch C., and Metzger J.D. ۲۰۰۴. Influences of Vermicomposts on field strawberries: ۱. Effects on growth and yields. Bioresource Technology, ۹۳:۱۴۵-۱۵۳.

Auge R.M. ۲۰۰۱.Water relations drought and VA mycorrhizal symbiosis.Mycorrhiza ۱۱:۳-۴۲.

Burnie, D. ۱۹۹۵. Wild flowers of the Mediterranean.۳۲۰ pp. Dorling Kindersley. London.

Cardoso I. M. and Kuyper T. W. ۲۰۰۶.Mycorrhizas and tropical soil fertility.Agriculture, Ecosystems and Environment. ۱۱۶: ۷۲-۸۴.

Den Hollander N.G., Bastiaans L. and Kropff M.J. ۲۰۰۷.Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design. II. Competitive ability of several clover species. European Journal of Agronomy. ۲۶: ۱۰۴-۱۱۲.

Ghazi N. Al-Karaki. ۱۹۹۸. Benefit, cost and water-use efficiency of arbuscularmycorrhizal durum wheat grown under drought stress. Mycorrhiza ۸:۴۱-۴۵.

Gosling P., Hodge, A., Goodlass G. and Bending G. D. ۲۰۰۶.Arbuscularmycorrhiza fungi and organic farming. Agriculture, Ecosystems and Environment, ۱۱۳: ۱۷-۳۵.

Kapoor R., B. Giri and Mukerji K. G. ۲۰۰۴. Improved growth and essential oil yield and quality in foeniculumvulgare Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technol. ۹۳: ۳۰۷-۳۱۱.

MarschnerH., and Dell B. ۱۹۹۴. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil ۱۵۹: ۸۹.

Yano-Melo A. M., Saggin J. D., Maia L. C., ۲۰۰۳.Tolerance of mycorrhized banana (Musa sp.cv.Pacovan) plantets to saline stress. Agric. Ecosyst. Environ. ۹۵:۳۴۳-۳۴۸.

Abstract

In order to investigate the effectsof mycorrhizaandvermicompost onyield and quality of*Thymus vulgaris*medicinalherb, a greenhouse experiment as a factorial form with a randomized completeblock. The first factorincludes the lack of mycorrhiza (control), the using of *Glomusinteraradices* and*Glomusmosseae* species and the secondfactorincludes theusing ofvermicompostatthree levels: ۰ (control), ۲۵and۵۰% of the pots volume. Based on the experiment results, mycorrhizaandvermicomposthave meaningful effect on the one percent probable (p>۰.۰۱) onplant height, plant dry weight, number oflateralshoots, rootlength, leaf length, the number of flowersperinflorescence, essential oil and thymolpercent. Also interaction effect of the mycorrhiza with thevermicompost on the plant height, plant dry weight, rootlengthand the number of flowersperinflorescenceon the five percent probable (p>۰.۰۵) was significant. The using of mycorrhiza caused the improving at the measured characteristics so that the most measurement contents in theusing of*Glomusmosseae* species were obtained. It was also observed that the ۲۵% using of vermicomposthasthe greatest impactonthe *Thymus vulgaris* medicinalherb.

ارزیابی سینتیک معدنی شدن نیتروژن در بقایای تفاله موم زنبور عسل

نسیبه پورقاسمیان [۱] ، فرشید نوربخش [۲]
۱- استادیار گروه تولیدات گیاهی مرکز آموزش عالی کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
مدیریت استفاده از بقایای مواد آلی و زباله ها به عنوان یکی از موضاعات اصلی در کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گرفته است. نیتروژن به عنوان پر مصرف ترین عنصرغذایی گیاهان و یکی ازمهمترین عوامل محدود کننده تولید، در ا ین مواد به شکل آلی وجود داشته و پس از ورود به خاک با گذشت زمان به شکل معدنی تبدیل می شود. لذا هدف از این مطالعه، مقایسه کیفیت تفاله موم زنبور عسل با بخش هوایی یونجه در تامین نیتروژن می باشد. به این منظور بقایای بخش هوایی یونجه و تفاله موم زنبور عسل به میزانی که کربن آلی خاک را به اندازه ۱ و ۵/۰ درصد وزنی افزایش دهد به خاک اضافه شد. سرعت فرایند معدنی شدن خالص نیتروژن در پایان یک دوره انکوباسیون آزمایشگاهی ۹ هفته ای بررسی گردید.و نتایج نشان داد که بخش هوایی یونجه بیشترین مقدار خالص نیتروژن معدنی شده را تولید می کند. در حالیکه در تیمار شاهد و تفاله موم ایموبلیزیشن به وقوع پیوست. میزان ایموبلیزیشن در خاکهای تیمار شده با موم بسیار بیشتر از شاهد بود. به نظر می رسد نیتروژن آلی در بقایای موم از نوع سخت تجزیه پذیر بوده که با س رعت کمتری معدنی می شود.

کلمات کلیدی: معدنی شدن، تفاله موم ، بقایا

مقدمه
نیتروژن به عنوان یکی از پرمصرف ترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید، شناخته شده است (۳). نیتروژن موجود در مواد آلی پس از شرکت در فرایند معدنی شدن به صورت یونهای آمونیوم و نیترات درمی آید تا برای گیاهان قابل جذب باشد (۷).معدنی شدن نیتروژن یک فرایند نسبتا کند است که عوامل متعددی مانند نوع خاک ، ترکیبات اضافه شده به آن، دما، پی اچ، تهویه و رطوبت بر آن موثر می باشد (۴). افزودن بقایای گیاهی و زباله های شهری و صنعتی غنی از نیتروژن سبب افزایش ذخایر نیتروژن آلی خاک و افزایش سرعت معدنی شدن آن می گردد و همچنین باعث کاهش نیاز گیاه برای استفاده از کودهای معدنی نیتروژن دار می شود. از طرفی افزودن بقایای گیاهی فقیر از نیتروژن و یا برخی از ترکیبات سخت تجزیه پذیر سبب انتقال نیتروژن از فاز معدنی به بیومس میکروبی خاک شده و امکان آبشویی آن را کاهش می دهد (۱).کاهش آبشویی در اکوسیستمهای مرطوب و در اراضی تحت آبیاری سنگین از طریق نگهداری آن در بیومس میکروبی خاک، راه کار زیست محیطی بسیار ارزشمندی است که در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفته است.(۶). طبق آمار به دست آمده تفاله موم زنبور عسل در استان اصفهان بالغ بر ۱۵۰۰۰۰ کیلوگرم در سال می باشد. ماده حاصله به عنوان زباله دور ریخته می شود لذا هدف از این مطالعه مقایسه کیفیت تفاله موم با بخش هوایی یونجه در تامین نیتروژن می باشد.

مواد روش‌ها
تفاله موم زنبور عسل و بخش هوایی یونجه در مرحله ۳۰ درصد گلدهی به میزانی که کربن آلی خاک را به اندازه ۱ و ۵/۰ درصد وزنی افزایش دهد به ۱۰۰ گرم خاک اضافه گردید و به خوبی با آن مخلوط شد. رطوبت نمونه ها با افزودن آب مقطر به صورت اسپری در ۵۰ درصد ظرفیت نگهداری رطوبت تنظیم شد (۸). آنگاه نمونه های مرطوب در ظروف پلی اتیلنی قرار گرفت و دهانه ظرف با ورقه های نایلونی بسته شد سپس بر روی این ورقه ها به تعداد مساوی منفذ ریز جهت تبادلات گازی تعبیه شد. ظروف به مدت ۹ هفته در انکوباتور دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد. برای اندازه گیری معدنی شدن خالص نیتروژن قبل و بعد از انکوباسیون از نمونه های مورد آمایش به وسیله محلول ۲ مولار kcl عصاره گیری شد و مجموع آمونیوم و نیترات نمونه ها به وسیله روش تقطیر با بخار آب (۵) اندازه گیری شد.معدنی شدن خالص نیتروژن تفاضل مقادیر نهایی مجموع آمونیوم و نیترات و مقادیر ابتدایی آن است که از معادله -۱
حاصل می شود.

$$Nm/i=(NH_4^+\text{-}N+NO_3^-N)final-(NH_4^+\text{-}N+NO_3^-N)initial$$ معادله -۱

که در این معادله مقدار خالص نیتروژن معدنی شده است.Nm/i
مقادیر مجموع آمونیوم و نیترات در پایان انکوباسیون $final(NH_4^+\text{-}N+NO_3^-\text{-}N)$
مقادیر مجموع آمونیوم و نیترات قبل از انکوباسیون$initial(NH_4^+\text{-}N+NO_3^-\text{-}N)$
مقادیر منفی حاکی از وقوع ایموبلیزه شدن خالص نیتروژن و مقادیر مثبت بیانگر معدنی شدن خالص نیتروژن می باشد. آزمایش به صورت فاکتوریل شامل دو فاکتور نوع ماده آلی (در دو سطح، شامل تیمار شاهد) و مقدار ماده آلی (در دو سطح) و با سه تکرار در

قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. تجزیه واریانس داده ها توسط نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگینها توسط آزمون lsdانجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین های معدنی شدن نیتروژن نشان داد که معدنی شدن خالص نیتروژن در خاکهای تیمار شده با بقایای گیاهی یونجه به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر است (جدول ۱) وقوع چنین وضعیتی با توجه به غنی بودن بقایای گیاهی یونجه از نیتروژن (جدول ۲) که منجر به افزایش تجزیه پذیری آنها میشود، قابل پیش بینی است. از طرفی مشاهده می شود که افزودن تفاله موم به خاک سبب ایموبلیزه شدن نیتروژن گردیده است. با توجه به اینکه درصد نیتروژن کل و نسبت کربن به ازت موم، تقریبا شبیه یونجه است (جدول ۲) تفاوت مشاهده شده در نتایج حکایت از وجود مواد سخت تجزیه پذیر در موم دارد. اثر کیفیت بیوشیمیایی مواد بر سرعت معدنی شدن خالص نیتروژن توسط پژوهشگران زیادی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعات بیانگر این است که در برخی موارد درصد نیتروژن و نسبت کربن به ازت و در مواردی نسبت لیگنین به نیتروژن و یا نسبت مجموع لیگنین و پلی فنل ها به نیتروژن، نقش اصلی را بر سرعت معدنی شدن نیتروژن در خاکهای تیمار شده با بقایای آلی بازی می کنند(۶،۲،۱) بنابراین به نظر می رسد بتوان از تفاله موم به عنوان یک ماده ای که رها شدن نیتروژن را کند می کند استفاده کرده و از آن در کاهش آبشویی نیتروژن استفاده نمود. هر چند جهت تصمیم گیری دقیق برای چگونگی مصرف این ماده نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

جدول ۱ -میانگین معدنی شدن نیتروژن بر حسب(میلی گرم نیترات و آمونیوم تولید شده در کیلوگرم خاک) در تیمارهای مورد آزمایش

	یونجه ۱ درصد وزنی	یونجه ۵/۰ درصد وزنی	موم ۱ درصد وزنی	موم ۵/۰ درصد وزنی	شاهد
معدنی شدن نیتروژن	۰۷/۱۶۰^{a}	۷۷/۷۶^{b}	^{e}-۲۷/۳۱	^{d}-۵۷/۲۳	^{c}-۴۰/۱

تفاوت معنی دار ندارند lsd میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون*

جدول -۲ برخی ویژگیهای مواد آلی مورد مطالعه

ویژگی	بقایای یونجه	تفاله موم
کربن آلی (درصد)	۴۶	۵۰
نیتروژن کل(درصد)	۷۵/۴	۴۷/۴
نسبت کربن به ازت	۱۸/۱۱	۶۶/۹

منابع

۱- سودایی مشاعی، ص. و ن. ع. اصغر زاده،۱۳۸۷. معدنی شدن نیتروژن و کربن در خاک تیمار شده با کمپوست حاصل از مواد زائد جامد شهری و کود دامی. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی.

۲- شیخ حسینی، ا. ر. و ف. نوربخش،۱۳۸۶. تاثیر نوع خاک و بقایای گیاهی بر شدت معدنی شدن خالص نیتروژن. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۷۵، ۱۲۷-۱۳۳.

۳- ملکوتی، م. ج. و م. همایی.۱۳۷۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک (مشکلات و راه حلها). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۴- Bernal,M.P and H.Kirchman.۱۹۹۲.Carbon and nitrogen mineralization and ammonia volatization from fresh, aerobically and anaerobically treated pig manure during incubation with soil. Biol. Fertil. Soil.۱۳:۱۳۵-۱۴۱.

۵- Keeney, D. R and D. W. Nelson. ۱۹۸۲; Nitrogen-inorganic forms, PP. ۶۴۳-۶۹۸, In A. L. Page et al., (eds). Methods of Soil Analysis. Part ۲. American Society of Agronomy. Madison, WI USA.

۶- Mafongoya, P. L., P. Barak and J. D. Reed. ۲۰۰۰; Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization of tree leaves and manure. Biol. Fertil. Soils. ۳۰:۲۹۸-۳۰

۷- Tate, III., R. L. ۲۰۰۰; Soil microbiology. ۲nd Edition. John Wiley and Sons. NY.

۸- Trinsoutrot, I., S. Recous., B. Bentz., M. Lineres., D. Cheneby and B. Nicolardot. ۲۰۰۰; Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen conditions. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۴:۹۱۸-۹۲۶.

Abstract

Use and management of organic waste/residues is currently an important global issue for attaining sustainability in agricultural production. Organic fertilizers nitrogen, as overuse nutrient and the most important limiting factor of crops, is organic form that mineralized at a long time. Therefore, the main objective of this study was to comare honey wax waste quality with alfalfab shoot residue in nitrogen mineralization. . for this purpose , alfafa residues and wax wastes were incorporated at the rate of ۱% and ۰/۵% organic matter c/kg soil in the factorial design with three replications . also a control treatment (soil alon) was run. The rate of nitrogen mineralization was measured at the of ۹ - weeks period. Results show that among all of the treatments, alfalfa residues induced the highest quantities of N mineralization wherease, N immobilization occurred in wax waste and control trearment. The rate of N immobilization in the wax waste treatment was more than control treatment It seems that, organic nitrogen in wax waste was recalcitrant kind with low mineralization rate.

سرعت رهاسازی پتاسیم غیر تبادلی با استفاده ازکلرید کلسیم رقیق در برخی راسته های خاک استان فارس

ابوالفضل آزادی [۱] ، مجید باقر نژاد [۲]، سیروس شاکری [۱]عبدالصمد غلامی [۱]
۱. دانشجویان دکتری ۲. استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
هدف این پژوهش کاربرد معادلات سینتیکی در بررسی سرعت آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی در تعدادی از خاک‌های استان فارس به وسیله عصاره‌گیری مرحله‌ای با استفاده از کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار در مدت ۱۲۰۰ ساعت و بررسی رابطه سرعت آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی با خصوصیات خاک بود. با توجه به بالا بودن ضرایب تشخیص و کم بودن خطای استاندارد برآورد، سرعت آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی به وسیله معادلات ایلوویچ، تابع توانی و مرتبه اول تشریح شد. بیشترین آزادسازی پتاسیم در خاک‌های ورتی سولز رخ داد که علت اصلی آن احتمالاً وجود مقادیر زیادتر رس و کانی میکا می‌باشد. به‌طور کلی آزادسازی پتاسیم از خاک‌ها براساس تکامل آنها روند ورتی سولز>آلفی‌سولز> اینسپتی‌سولز> انتی سولز>اریدی سولز را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم غیرتبادلی، آزادسازی پتاسیم، راسته‌های خاک

مقدمه
پتاسیم یکی از عناصر ضروری و پر مصرف برای گیاهان است. چهار شکل مختلف پتاسیم به ترتیب سهل الوصول بودن برای گیاهان عبارتند از: پتاسیم محلول، پتاسیم تبادلی، پتاسیم غیر تبادلی و پتاسیم ساختاری. با وجود اینکه پتاسیم کل در خاک به مراتب بیشتر از نیاز گیاه است ولی بخش اندکی از آن برای گیاه قابل دسترس است (مارتین و اسپارکز، ۱۹۸۵). زمانی که سطح پتاسیم تبادلی و محلول خاک بر اثر جذب گیاهان و یا آبشویی به افقهای پایین در مناطق مرطوب کاهش یابد، پتاسیم غیر تبادلی به صورت تبادلی آزاد می‌شود (اسپارکز، ۱۹۸۰). آزاد شدن پتاسیم از شکل غیرتبادلی به نوع و مقدار کانی‌های حاوی پتاسیم، اندازه ذرات، درجه هوادیدگی کانیها، سطح پتاسیم محلول خاک و پ هاش خاک بستگی دارد (ریچ، ۱۹۷۲). برای بررسی سینتیک آزادسازی پتاسیم معمولاً از مدلهای سینتیک مختلفی شامل معادلات الوویچ، پخشیدگی پارابولیک، تابع توانی، مرتبه صفر و مرتبه اول استفاده شدند، به طور کلی استفاده از معادله های مختلف برای بررسی سینتیک آزادسازی پتاسیم و تعیین بهترین معادله بستگی به ساز و کار اصلی مؤثر در آزادسازی پتاسیم، ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی خاک، نوع روش آزمایشگاهی استفاده شده و تیمار یا عدم تیمار خاک قبل از شروع آزمایش دارد. حسین‌پور و صفری سنجانی (۲۰۰۷)، هاولین و همکاران (۱۹۸۵) و لوپز- پینرو و گارسیا- ناوارو (۱۹۹۷)، بهترین معادله را برای سینتیک آزادسازی پتاسیم معادله الوویچ و یا استفاده از دو معادله برای بخش اول (شیب بیشتر) و بخش دوم (شیب کمتر) نمودار سینتیک آزادسازی پتاسیم پیشنهاد می‌کنند.

مواد و روش‌ها
۱۵ نمونه خاک سطحی (عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر) به کار برده شده در این مطالعه از مناطق مختلف استان فارس جمع آوری شد. این نمونه ها پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها اندازه‌گیری شد. برای مطالعات سینتیک آزادسازی پتاسیم ابتدا پتاسیم تبادلی و محلول از افقهای سطحی حذف گردید (مارتین و اسپارکز، ۱۹۸۵). برای این منظور نمونه‌های خاک با محلول ۱ نرمال کلرید کلسیم به مدت ۲۴ ساعت در تعادل قرار گرفتند تا نمونه‌ها کاملاً اشباع از کلسیم گردند. جهت حذف یون کلرید اضافی، نمونه‌ها با الکل و سپس آب مقطر شسته شده و سپس نمونه‌ها در آون خشک شدند.. در مرحله بعد حدود ۱ گرم از خاک اشباع با کلسیم در لوله سانتریفوژ ریخته ده میلی لیتر از عصاره گیر کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار اضافه گردید، پس از ۳۰ دقیقه مخلوط نمودن، نمونه ها به انکوباتور با دمای ثابت ۲۷ درجه سانتی گراد منتقل شدند. پس از گذشت دو ساعت از افزودن عصاره گیر، نمونه ها از انکوباتور خارج شده وبا ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد و عصاره رویی برای اندازه گیری میزان پتاسیم رها شده جمع آوری گردید.
سپس بلا فاصله ۱۰ میلی لیتر دیگر عصاره اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه تکان داده شدند و به انکوباتور منتقل شدند. در فواصل زمانی و به مدت معین تکان داده شدند.(در فواصل زمانی ۲ ،۶ ،۱۲ ،۲۴ ،۴۸ ،۵۶ ،۷۲ ،۷۲ ،۱۲۰ ،۱۶۸ ،۱۶۸ و ۳۳۶ساعت). سپس نمونه سانتریفوژ شده و محلول زلال رویی جهت اندازه‌گیری غلظت پتاسیم نگهداری می‌شود. مجدداً محلول تازه به نمونه اضافه و این مراحل تکرار می‌گردد تا جایی که غلظت پتاسیم در عصاره به مقدار ثابتی برسد. غلظت نمونه‌ها در عصاره با دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد. پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده نسبت به زمان با پنج مدل سینتیکی مرتبه اول، مرتبه صفر، الوویچ ساده شده، انتشارهذلولی و تابع نمایی برای برازش داده ها، مورد استفاده قرار گرفتند.

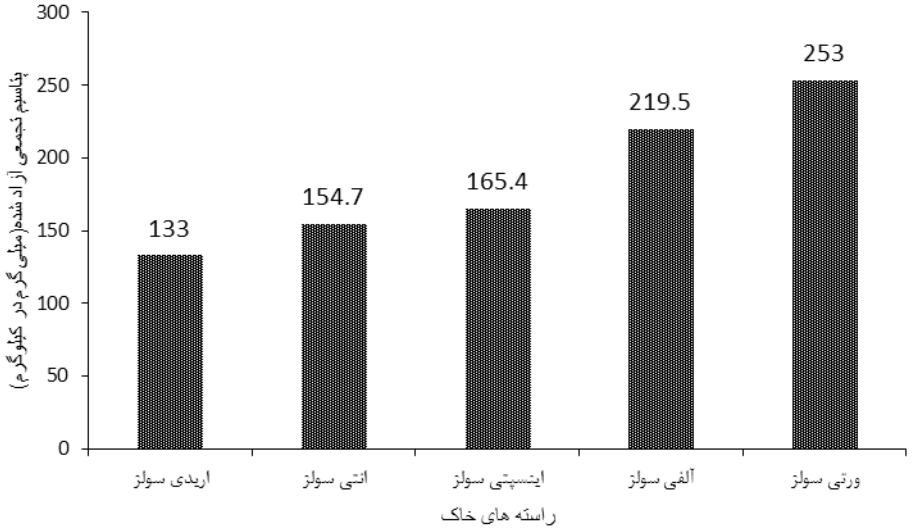
نتایج و بحث

مقادیر شکلهای پتاسیم و پتاسیم غیر تبادلی رها شده توسط عصاره گیری پی در پی با کلرید کلسیم درخاک های مورد مطالعه در شکل(۱)نشان داده شده است. خاکهای مورد مطالعه دارای دامنه وسیعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی می‌باشند دامنه تغییرات پتاسیم غیرتبادلی رها شده توسط عصاره‌گیری متوالی با کلرید کلسیم ۱۰۴ تا ۲۸۶ با میانگین ۷/۱۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاك بود. در بین تمام خاک های مورد مطالعه بیشترین رها سازی پتاسیم در خاک شماره ۱۳ و کمترین مقدار را در خاک شماره ۱۰ می‌توان مشاهده نمود(شکل ۱). که رهاسازی بیشتر در خاک شماره ۱۳ که راسته آلفی سولز نیز می‌باشد احتمالاً به این دلیل است که این خاک دارای حداکثر مقدار پتاسیم غیرتبادلی بوده و ظرفیت تبادلی کاتیونی آن نسبت به اغلب خاکها بیشتر بوده و درصد کربنات کلسیم آن نیز پایین می‌باشد هم چنین کانی غالب آن میکا و اسمکتیت میباشد و کمترین مقدار نیز که مربوط به خاک راسته اریدی سولز می‌باشد که دارای مقدار پتاسیم غیرتبادلی پایینی بوده و ظرفیت تبادل کاتیونی آن پایین است و دارای درصد زیادی کربنات کلسیم بوده و هم چنین می تواند به دلیل غالب بودن ایلیت دی اکتا هدرال و یا کانی کلریت باشد که دارای بین لایه بروسیت حاوی منیزیم میباشد. دیلون و دیلون (۱۹۹۲)، سینتیک آزادسازی پتاسیم را در راسته‌های مختلف خاک‌های هند مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که خاک‌های آلفی‌سولز و اینسپتی‌سولز به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار پتاسیم را بر اثر تیمار با رزین اشباع با یون هیدروژن آزاد می‌کنند در خاک‌های مورد مطالعه بطور میانگین راسته ورتی سولز بیشترین آزادسازی و راسته اریدی سولز کمترین آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی را داشت(شکل ۲). که بطور کلی اختلاف در میزان آزاد سازی پتاسیم را می توان نوع، میزان و اندازه کانی های حاوی پتاسیم موجود در بخش رس، سیلت و شن و سایر خصوصیات خاک ها(ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان آهک، ماده آلی و...) نسبت داد. مطالعات همبستگی نشان داد که بین آزادسازی تجمعی پتاسیم در دامنه زمانی مورد مطالعه با درصد آهک، ظرفیت تبادل کاتیونی و پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی همبستگی معنی‌داری وجود دارد. آزادسازی پتاسیم از خاک‌ها با عصاره گیر کلرید کلسیم با کربنات کلسیم به دلیل اثر رقت همبستگی منفی و معنی دار به ترتیب (r= -۰/۷۱۳**) با پتاسیم غیرتبادلی و ظرفیت تبادل کاتیونی همبستگی مثبت و معنی دار(r=۰/۷۷۵**) و (r=۰/۷۴۴**) نشان داد. در کلیه نمونه‌ها سرعت آزادسازی پتاسیم در مراحل اولیه زیاد و سپس به تدریج کاهش یافت. چنین روندی در مطالعات سینتیک معمولاً متداول است (سادوسکی و همکاران، ۱۹۸۷). آزادسازی سریع در مراحل اولیه را می توان به رهاسازی پتاسیم از مناطق لبه ای و گوهای شکل کانی ها نسبت داد ودر مرحله دوم با پیشرفت رهاسازی وبالا رفتن انرژی جذب پتاسیم در بین لایه ها و از طرفی افزایش فاصله پتاسیم از لبه های کانی و افزایش فاصله پخشیدگی، سرعت رهاسازی کاهش می یابد (سرینیواسارائو و همکارن،۱۹۹۹). به دلیل این که همه پتاسیم تبادلی در ابتدای آزمایش حذف گردیده قسمت سریع اولیه در این مطالعه نشان دهنده آزادسازی پتاسیم از مکانهای لبهای میباشد (جلالی، ۲۰۰۵). سینتیک رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی به وسیله معادلات مرتبه صفر، مرتبه اول، تابع توان، پخشیدگی پارابولیک و تابع توان ارزیابی شد. به دلیل ضریب همبستگی پایین معادلات مرتبه صفر و پخشیدگی پارابولیک قادر به توصیف سینتیک پتاسیم غیر تبادلی نمی باشد ولی معادلات الوویچ، توانی و مرتبه اول دارای ضریب همبستگی بیشتر و خطای معیار تخمین کمتری بوده و در نتیجه به طور رضایت بخشی روند رهاسازی را توجیه کردند. رحمت الله و منگل (۲۰۰۰) بیان کردند که توجیه شدن رهاسازی تجمعی پتاسیم توسط معادله مرتبه اول، بیانگراینست که با گذشت زمان، سرعت رهاسازی کاهش می یابد.

از خاک با کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار ($mg\ kg^{-1}$) شکل ۱: وضعیت شکل های پتاسیم و پتاسیم تجمعی پتاسیم آزاد شده

شماره نمونه	طبقه‌بندی خاک	شکل‌های مختلف پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)				کلریدکلسیم(۰۱/۰مولار)
		محلول	تبادلی	غیرتبادلی	ساختمانی	کل
۱	*TypicUstorthents*	۶۰/۱	۹/۲۲۴	۸/۲۴۶	۰/۶۲۸۸	۴/۶۷۶۱	۱۳۵
۲	*Aquic Haplustepts*	۶۱/۱۱	۲/۲۸۴	۹/۴۸۰	۴/۵۷۳۷	۲/۶۵۱۴	۱۶۰
۳	*Calcic Haplustalfs*	۲۸/۵	۵/۲۵۵	۴/۴۵۲	۳/۵۴۳۷	۴/۶۱۵۰	۱۵۳
۴	*Aquic Calciustepts*	۴۱/۳	۴/۳۸۹	۹/۵۶۶	۱/۵۳۱۱	۷/۶۲۷۰	۲۲۱
۵	*Aquic Calciustepts*	۸۷/۰	۹/۲۲۵	۱/۵۶۶	۸/۴۷۶۹	۵۵۶۲/	۱۵۳
۶	*Typic Torriorthents*	۷۲/۱	۳/۱۷۵	۱/۵۳۶	۴/۴۵۰۸	۵/۵۲۲۱	۱۱۷
۷	*Typic Haplogypsids*	۶۷/۱۰	۱/۳۰۳	۸/۷۳۲	۰/۶۴۱۴	۵/۷۴۶۰	۱۷۰
۸	*Typic Haplocambids*	۶۲/۴	۳/۳۲۷	۶/۶۷۹	۹/۶۰۰۰	۳/۷۰۱۲	۱۴۸
۹	*Typic Calcigypsids*	۵۷/۳	۹/۱۹۷	۶/۵۱۱	۴/۴۲۳۰	۵/۴۹۴۳	۱۱۰
۱۰	*Typic Haplocambids*	۰۹/۲	۹/۱۷۴	۹/۵۵۱	۵/۴۹۴۹	۴/۵۶۷۸	۱۰۴
۱۱	*Typic Xerorthents*	۳۷/۳	۲/۵۶۴	۵/۱۴۳۱	۹/۱۳۱۰۹	۴/۱۵۱۰۹	۲۱۲
۱۲	*Typic Calcixerepts*	۰۶/۳	۱/۴۲۳	۰/۸۷۶	۷/۱۱۵۵۹	۸/۱۲۸۶۱	۱۸۰
۱۳	*Calcic Haploxeralfs*	۴۵/۹	۶/۷۹۲	۱/۱۴۴۶	۲/۱۲۸۶۱	۴/۱۵۱۰۹	۲۸۶
۱۴	*Typic Calcixerepts*	۵۲/۳	۷/۱۴۱	۲/۴۱۵	۰/۳۷۹۲	۵/۴۳۵۲	۱۱۳
۱۵	*Typic Haploxererts*	۱۱/۳۷	۹/۶۰۵	۷/۹۷۳	۹/۷۵۳۷	۸/۹۱۵۴	۲۵۳

هاولین و همکاران (۱۹۸۵) مدلهای مختلف آماری را جهت بررسی سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در خاکهای آهکی مورد مطالعه قرار دادند و بیان کردند که معادلات الوویچ، تابع توان و پخشیدگی پارابولیک آزادسازی تجمعی پتاسیم از این خاکها را به خوبی توصیف میکند.



شکل۲. وضعیت پتاسیم غیر تبادلی آزاد شده با عصاره‌گیر اگزالیک اسید در راسته‌های مختلف در خاک‌های مورد مطالعه

منابع

DhillonS.K., and Dhillon K.S. ۱۹۹۲. Kinetics of release of potassium by sodium tetraphenylboron from some top soil samples red (Alfisol), black (Vertisol), and alluvial (Inceptisols and Entisol) soils of Indian. Fertil. Res. ۳۲: ۱۳۵-۱۳۸.

Havlin, J. L., Westfall D. G. and Olsen S. R. ۱۹۸۵. Mathematical models for potassium release kinetics in calcareous soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. ۴۹: ۳۷۱-۳۷۶.

Hosseinpur A.R, and Safari Sinegani A.A. ۲۰۰۷. Soil potassium-release characteristics and the correlation of its parameters with garlic plant indices. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۸(۱-۲):۱۰۷-۱۱۸.

Jalali M. ۲۰۰۵. Release kinetics of non-exchangeable potassium in calcareous soils. Commun. Soil Sci. and Plant Anal. ۳۶: ۱۹۰۳-۱۹۱۷.

Lopez-Pineiro A. and Garcia Navarro A. ۱۹۹۷. Potassium release kinetics and availability in unfertilized Vertisols of southwestern Spain. J. Soil Sci. ۱۶۲:۹۱۲-۹۱۸.

Martin, W.H and Sparks D.L. ۱۹۸۵. On the behavior of nonexchangeable potassium in soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. ۱۶: ۱۳۳-۱۶۲.

Rahmatullah and Mengel K. ۲۰۰۰. Potassium release from Mineral structures by H+ ion - resin. Geoderma ۹۶: ۲۹۱-۳۰۵.

Rich C.I. ۱۹۷۲. Potassium in minerals. Proc. Colloq. Int. Potash Inst. ۹:۱۵-۳۱.

Sadusky M. C., Sparks D. L., Noll M. R. and Hendricks G. J. ۱۹۸۷. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy Middle Atlantic Coastal Plain soils. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۱:۱۴۶۰-۱۴۶۵.

Srinivasarao C., Swarup, A., Subba Rao A. and Raja Gopal. V. ۱۹۹۹. Kinetics of non-exchangeable potassium

release from a Tropauepts as influenced by long-term cropping, fertilization, and manuring. Aust. J. Soil Res. ۳۷: ۳۱۷-۳۲۸.

Astract

The objective of this study included an investigation of the dynamics of non-exchangeable potassium in some soils from Fars Province by sequential extraction with CaCl۲ ۰.۰۱ M over a period of ۱۲۰۰ h and determination of the relation between Kinetics of Nonexchangeable Potassium Release with soil properties. Elovich, power function and First order equations described well the non-exchangeable potassium release kinetics based on their highest determination coefficient and their lowest value of the standard error of the estimate. Maximum of potassium release was observed in Vertisols, probably because of high amount of clay content and the clay mineral of mica. The amount of K release was in the following order: Vertisols>Alfisols> Inceptisols> Entisols>Aridisols.

ارزیابی چند عصاره‌گیر برای تعیین آهن قابل‌استفاده ذرت و سطح بحرانی آن در برخی خاک‌های آهکی استان آذربایجان شرقی

عادل ریحانی‌تبار [۱]، کمال خلخال [۲]، نصرت‌اله نجفی [۱]
۱- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۲- کارشناسی ارشد مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۱- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده
در این پژوهش ۲۱ نمونه مرکب خاک از استان آذربایجان شرقی انتخاب و آزمایش گلخانه‌ای با سه تکرار و دو سطح آهن (صفر و ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن از منبع Fe-EDDHA) گیاه ذرت (*Zea mays* L.) کشت شد. بر طبق نتایج، آهن عصاره گیری شده با روش‌های DTPA و AB-DTPA بیش‌ترین ضریب همبستگی را با شاخص‌های رشد گیاه ذرت داشت که AB-DTPA به‌دلیل ضریب همبستگی بیش‌تر نسبت به DTPA و همچنین عصاره‌گیری همزمان چندین عنصر، به‌عنوان عصاره‌گیر برتر انتخاب شد. سطح بحرانی آهن قابل‌جذب به روش AB-DTPA برای دستیابی به ۹۰ درصد عملکرد نسبی با استفاده از روش‌های ترتیب ستونی پاسخ گیاه، تصویری کیت-نلسون و میچرلیخ-بری به‌ترتیب ۱۹/۶، ۴/۴ و ۵۳/۴ و برای دستیابی به ۹۰ درصد غلظت نسبی آهن فعال در بخش هوایی با استفاده از روش تصویری کیت-نلسون ۸/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. میانگین ضرایب C_1 و C_2 معادله میچرلیخ-بری برای روش AB-DTPA به‌ترتیب ۲۲۰۷/۰ و ۰۵۵۶/۰ کیلوگرم خاک بر میلی‌گرم آهن بود.

واژه‌های کلیدی: آهن، سطح بحرانی، عصاره‌گیرهای آهن، ذرت، AB-DTPA

مقدمه
روش‌های آزمون خاک برای عناصر کم‌مصرف به‌طور طبیعی وابسته به ویژگی‌های خاک و گیاه است، بنابراین آزمون خاک واحد جهانی برای عناصر کم‌مصرف به واسطه ویژگی‌های متفاوت خاک‌ها، پاسخ‌های متفاوت گیاهی و شرایط آزمایش وجود ندارد. اطلاع از سطح بحرانی آهن در خاک و پاسخ‌های گیاه به مصرف آن می‌تواند کمک مؤثری در توصیه بهینه کود آهن باشد. مصرف بهینه عناصر غذایی و رسیدن به عملکرد مطلوب نیازمند تعیین سطح بحرانی با استفاده از عصاره‌گیر مناسب در هر خاک و گیاه است. ملکوتی و غیبی (۱۳۷۹) با توجه به آهکی بودن اکثر خاک‌های کشور و به رغم شباهت‌های اقلیمی و استفاده از روش DTPA سطح بحرانی آهن را از ۲ تا ۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. با توجه به تفاوت در اقلیم، مواد مادری و دیگر عوامل مؤثر بر تشکیل و تکامل خاک‌ها و در نتیجه ویژگی‌های متنوع خاک‌های کشور از جمله تنوع کانی شناختی، انتخاب عصاره‌گیر یا عصاره‌گیرهای مناسب آهن و تعیین سطح بحرانی آن برای گیاهان مختلف به‌ویژه محصولات استراتژیک در هر منطقه ضروری به نظر می‌رسد. لذا هدف از این تحقیق تعیین عصاره‌گیر یا عصاره‌گیرهای مناسب آهن در خاک‌های استان آذربایجان شرقی و تعیین سطح بحرانی آن برای گیاه ذرت بود که تاکنون گزارش چاپ شده‌ای از این موضوع در خاک‌های مورد مطالعه وجود ندارد.

مواد و روش‌ها
در جدول ۱ روشهای عصاره گیری آهن قابل جذب خاک که در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفتند ارائه شده است. برای این منظور ۲۱ نمونه مرکب از خاک‌های استان آذربایجان شرقی از مناطق مختلف استان از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری

جدول ۱: روش‌های رایج عصاره‌گیری آهن قابل‌استفاده خاک

عصاره‌گیر	نسبت خاک به محلول	زمان تکان دادن	منابع
۰.۰۰۵ M DTPA + ۰.۰۱ M $CaCl_2$ + ۰.۱ M TEA (pH=۷.۳)	۱:۲	ساعت ۲	لیندزی و نورول (۱۹۷۸)
۰.۰۰۵ M DTPA + ۱ M NH_4HCO_3 (pH=۷.۶)	۱:۲	دقیقه ۱۵	سلطان‌پور و شواب (۱۹۷۷)
۰.۰۴ M EDTA + ۱ M $(NH_4)_2CO_3$ (pH=۸.۶)	۱:۲	دقیقه ۳۰	تریرویلر و لیندزی (۱۹۶۹)
اگزالات آمونیوم مرجع [$(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$]	۱:۶۰	ساعت ۲	شوارتمن (۱۹۶۴)؛ دی‌سانتیاگو و دلگادو (۲۰۰۶)
اگزالات آمونیوم سریع [$(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$] (pH=۳)	۱:۲۰۰	ساعت ۲	بنیتز و همکاران (۲۰۰۲)؛ دل‌کامپیلو و تورنت (۱۹۹۲)
هیدروکسیل آمین هیدروکلرواید (NH_2OH*HCl)	۱:۲۰	ساعت ۱۷	دی‌سانتیاگو و دلگادو (۲۰۰۶)؛ درک و فلیپس (۱۹۸۷)

انتخاب شدند که از دامنه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نسبتا وسیعی برخوردار بودند. سپس آزمایشی در ۲۱ نوع خاک با سه تکرار به صورت فاکتوریل در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. در گلدان‌های که حاوی ۴ کیلوگرم خاک بودند، ۵ بذر ذرت (*Zea mays* L.)

رقم سینگل کراس ۷۰۴ کاشته شد و پس از دو هفته به سه بوته تنک شد. به غیر از آهن بقیه عناصر بر طبق آزمون خاک و توصیه‌های رایج کودی مصرف شد. پس از دو ماه، شاخساره و ریشه برداشت، خشکانیده و پودر شدند. اندازه‌گیری آهن فعال به دو روش اسید کلریدریک یک نرمال (اوسرکوسکی، ۱۹۳۳) و ارتوفنانترلین ۵/۱ % (کتایل و شارما، ۱۹۸۲) انجام شد. شاخص کلروفیل برگ‌های ذرت با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (Hansatech، مدل CL-۰۱) تعیین شد. هضم نمونه‌های گیاهی با روش خشک‌سوزانی انجام گرفت . غلظت آهن کل با دستگاه جذب اتمی (شیمادزو مدل AA-۶۳۰۰) اندازه‌گیری و میزان جذب آن توسط ذرت از حاصل‌ضرب غلظت آهن در مقدار ماده خشک حاصل شد. سطح بحرانی آهن با استفاده از روش ترتیب ستونی پاسخ گیاه، روش تصویری کیت-نلسون و روش میچرلیخ-بری تعیین شد. رسم نمودارها با اکسل و ضرایب همبستگی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

در این تحقیق ترتیب مقادیر آهن عصاره گیری شده به شرح زیر بود:

اگزالات آمونیوم سریع> اگزالات آمونیوم مرجع > هیدروکسیل آمین هیدروکلرواید > DTPA > AB-DTPA > AC-EDTA

دلیل این که روش‌های اگزالات آمونیوم سریع، اگزالات آمونیوم مرجع و هیدروکسیل آمین آهن بیشتری را عصاره‌گیری کردند می‌تواند pH اسیدی این عصاره‌گیرها باشد. در خاک‌های با مقادیر زیاد کربنات کلسیم معادل، اگزالات آمونیوم به‌دلیل pH تنظیم شده ممکن است آهن بیشتری را عصاره‌گیری کند (دی‌سانتیاگو و دلگادو ۲۰۰۶). در این تحقیق همبستگی‌های ضعیفی بین روش‌های هیدروکسیل آمین هیدروکلراید و AC-EDTA با دیگر عصاره‌گیرها مشاهده شد (جدول ۲)، در حالی‌که روش‌های دیگر همبستگی نسبتاً بالایی با هم داشتند. بیشترین همبستگی بین روش اگزالات آمونیوم سریع با روش اگزالات آمونیوم مرجع و DTPA و AB-DTPA بود.، امامی و دردی‌پور (۱۳۹۱) نیز بین AB-DTPA و DTPAهمبستگی معنی‌داری گزارش کردند. دلیل این همبستگی‌های بالا به سازوکار مشابه عصاره‌گیری توسط این عصاره‌گیرها برمی‌گردد. گیگر و لوپرت (۱۹۸۶) در خاک‌های ایالت تگزاس امریکا نیز همبستگی معنی‌دار نزدیکی بین روش‌های اگزالات آمونیوم و DTPA گزارش کردند. از آنجایی‌که از آهن عصاره‌گیری شده با اگزالات آمونیوم به‌عنوان معیاری برای برآورد مقدار اکسیدهای آهن بی‌شکل خاک استفاده می‌شود از این رو اکسیدهای آهن بی‌شکل احتمالاً منبع عمده آهن عصاره‌گیری شده به وسیله DTPA از خاک‌ها می‌باشند.

آهن استخراج شده با عصاره‌گیرهای مختلف با یکدیگر (r) جدول ۲: همبستگی خطی

عصاره‌گیر	DTPA	AB-DTPA	AC-EDTA	هیدروکسیل آمین	اگزالات آمونیوم سریع	اگزالات آمونیوم مرجع
DTPA	۱	۷۴/۰**	۳۲/۰ns	۱۹/۰ns	۶۷/۰**	۴۹/۰*
AB-DTPA		۱	۴۸/۰*	۰۷/۰ns	۵۸/۰**	۲۹/۰ns
AC-EDTA			۱	۱۹/۰ns	۵۴/۰*	۳۵/۰ns
هیدروکسیل آمین				۱	۳۲/۰ns	۴۶/۰*
اگزالات آمونیوم سریع					۱	۸۴/۰**
اگزالات آمونیوم مرجع						۱

غیر معنیدار ns ** معنی داری در سطح احتمال ۰۱/۰ * معنی داری در سطح احتمال ۰۵/۰

در این تحقیق از بین عصاره‌گیرهای مورد استفاده، AB-DTPA و DTPA بیشترین همبستگی را با شاخص‌های گیاهی داشتند (جدول ۳). دلیل برتر بودن عصاره‌گیرهای AB-DTPA و DTPA نسبت به دیگر عصاره‌گیرها شاید مربوط به سازوکار عصاره‌گیری و همچنین عصاره‌گیری شکل‌های متفاوت آهن توسط این عصاره‌گیرها باشد. آهن عصارهگیری شده با DTPA شامل آهن محلول، تبادلی، پیوسته به کربنات‌ها، پیوند یافته با مواد آلی و بخشی از آهن موجود در ساختمان کانیها است (لیندزی و نورول ۱۹۷۸)، در حالی که آهن عصاره‌گیری شده با اگزالات آمونیوم سریع و اگزالات آمونیوم مرجع غالباً مربوط به اکسیدهای آهن فعال است (شوارتمن ۱۹۶۴). از بین دو عصاره‌گیر AB-DTPA و DTPA بیشترین همبستگی مربوط به AB-DTPA بود. از طرف دیگر به‌دلیل صرفه اقتصادی، آسانی و زمان آزمون و همچنین عصاره‌گیری همزمان چندین عنصر، AB-DTPA به‌عنوان عصاره‌گیر برتر این تحقیق معرفی می‌شود. این نتیجه با نتایج آدیلوگلو (۲۰۰۲ و ۲۰۰۶) در خاک‌های قهوه‌ای جنگلی در استان ادیرنه ترکیه و امامی و دردی‌پور (۱۳۹۱) در خاک‌های گلستان برای درختان هلو مطابقت داشت.

آهن استخراج شده توسط عصاره‌گیرهای مختلف و برخی شاخص‌های رشد ذرت (r)جدول ۳: همبستگی خطی

شاخص‌های رشد / عصاره‌گیر	وزن خشک شاخساره	وزن تر شاخساره	وزن خشک ریشه	وزن تر ریشه	جذب آهن	Fe-HCl	Fe-Orto	شاخص کلروفیل	آهن کل شاخساره	آهن کل ریشه

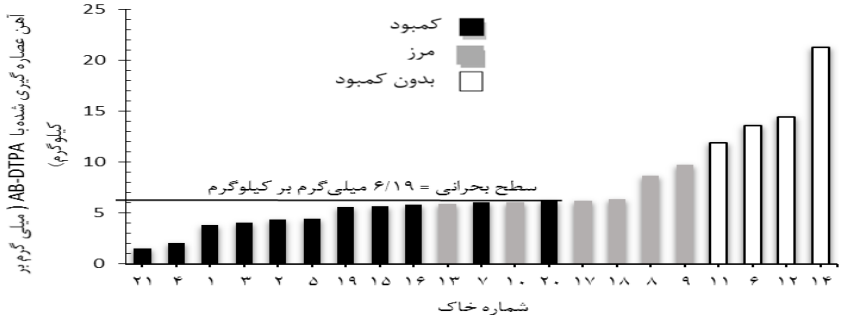
DTPA	۶/۰**	۵۳/۰*	۵۹/۰**	۵۸/۰**	۷۱/۰**	۵۴/۰*	۵۵/۰**	۸۱/۰**	۲۸/۰ ns	۲۵/۰ ns
AB-DTPA	۷۲/۰**	۶۷/۰**	۶۶/۰**	۶۱/۰**	۷۵/۰**	۵۶/۰**	۷/۰**	۸۴/۰**	۲/۰ ns	۲۴/۰ ns
AC-EDTA	۳۲/۰ ns	۱۱/۰ ns	۲۹/۰ ns	۲۴/۰ ns	۳۳/۰ ns	۴۶/۰*	۱۷/۰ ns	۴۸/۰*	۱۲/۰ ns	۲۸/۰ ns
هیدروکسیل	۰۸/۰ ns	۰۶/۰ ns	۰۸/۰- ns	۱۱/۰- ns	۰۹/۰ ns	۰۶/۰- ns	۰۱/۰- ns	۲۱/۰ ns	۰۵/۰- ns	۳/۰ ns
اگزالات آمونیوم سریع	۴۳/۰ ns	۲۶/۰ ns	۴۱/۰ ns	۳۵/۰ ns	۵۳/۰*	۳۱/۰ ns	۳۵/۰ ns	۷۲/۰**	۳/۰ ns	۴/۰ ns
اگزالات آمونیوم مرجع	۲۴/۰ ns	۱۳/۰ ns	۱۶/۰ ns	۱۸/۰ ns	۳۲/۰ ns	۰۷/۰- ns	۲۲/۰ ns	۴۸/۰*	۱۱/۰ ns	۳/۰ ns

غیر معنیدار * معنی داری در سطح احتمال ۰۵/۰ ** معنی داری در سطح احتمال ۰۱/۰ ns

سطح بحرانی آهن با روش AB-DTPA در خاک‌های مورد مطالعه برای ذرت با روش ترتیب ستونی پاسخ گیاه ۱۹/۶ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک به‌دست آمد (شکل‌های ۱). فیضی‌اصل (۱۳۸۷) در خاک‌های زیر کشت گندم دیم در غرب و شمال غرب کشور (استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کردستان و کرمانشاه) سطح بحرانی آهن را با روش ترتیب ستونی پاسخ گیاه ۵/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کرد. این روش به‌دلیل داشتن مشکلات توصیه کودی در منطقه انتقالی و استفاده از برخی مسائل تا حدودی پیچیده آماری در رفع آن (کیسلینگ و مولینیکس، ۱۹۷۹) چندان مورد توجه پژوهشگران علم تغذیه گیاهی در کشور قرار نگرفته است. سطح بحرانی آهن با استفاده از روش تصویری کیت-نلسون توسط AB-DTPA با درصد عملکرد نسبی و غلظت نسبی آهن فعال به‌ترتیب ۴/۴ و ۸/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. فیضی‌اصل و همکاران (آ ۱۳۸۲) سطح بحرانی آهن با استفاده از DTPA و روش تصویری کیت-نلسون در خاک‌های تحت کشت گندم دیم در غرب و شمال غرب کشور را ۸/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش و ملکوتی و غیبی (۱۹۷۹) برای گندم و جو در استان آذربایجان شرقی ۵/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آوردند. سطح بحرانی آهن با استفاده از روش تصویری کیت-نلسون برای درختان هلو از متوسط دو عمق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر در استان گلستان با عصارهگیر AB-DTPA برای غلظت آهن کل و غلظت آهن فعال به‌ترتیب ۱۳ و ۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و همچنین برای شاخص کلروفیل برگ‌ها ۱۳ بود (امامی و دردی‌پور، ۱۳۹۱). بلالی و همکاران (۱۳۷۸) میانگین سطح بحرانی آهن را در کلیه استان‌های کشور که در بیش از ۱۰۰۰ مزرعه (گندم آبی) انجام شده بود، ۵۷/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند، که به مقدار به‌دست آمده در این تحقیق نزدیک است. سطح بحرانی آهن در خاک‌های مورد مطالعه و برای گیاه ذرت توسط روش AB-DTPA با روش میچرلیخ-بری برای دستیابی به ۹۰ درصد عملکرد ۵۳/۴ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک به دست آمد. ضرایب C_1 و C_2 برای روش AB-DTPA به‌طور میانگین به‌ترتیب ۲۲۰۷/۰ و ۰۵۵۶/۰ کیلوگرم خاک بر میلی‌گرم آهن بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان معادله‌ای برای خاک‌های مورد مطالعه بر اساس عصاره‌گیر AB-DTPA به‌ترتیب به‌صورت زیر نوشت.

$$\text{Log (A-Ry)} = \log A - (۲۲۰۷/۰\ b + ۰۵۵۶/۰\ x) \qquad \text{AB-DTPA}$$

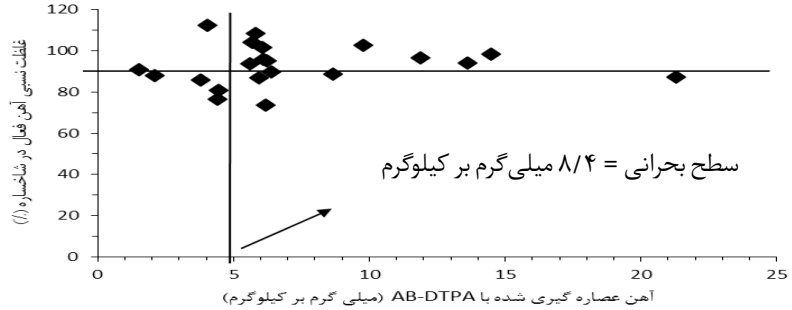
که در این معادلات A حداکثر عملکرد (۱۰۰ درصد)، Ry درصد عملکرد نسبی، b میزان آهن عصاره‌گیری شده در خاک (میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک) و x میزان کود آهن مصرفی (میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک) می‌باشد. فیضی‌اصل و همکاران (ب ۱۳۸۲) سطح بحرانی آهن برای دستیابی به ۹۰ درصد حداکثر عملکرد دانه با استفاده از معادله میچرلیخ برای گندم دیم در غرب و شمال غرب کشور را ۸/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. سطح بحرانی آهن از طریق میانگین‌گیری روش‌های مذکور با استفاده از AB-DTPA برای ذرت در این مناطق ۹۸/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم پیشنهاد می‌شود.



AB-DTPA شکل ۲: نمودار پراکنش و تعیین سطح بحرانی آهن در خاک با روش ترتیب ستونی پاسخ گیاه و



شکل ۰-۲: نمودار پراکنش و تعیین سطح بحرانی آهن در خاک با روش تصویری کیت-نلسون و AB-DTPA



شکل ۰-۳: نمودار پراکنش و تعیین سطح بحرانی آهن در خاک با روش تصویری کیت-نلسون و براساس غلظت آهن فعال AB-DTPA

منابع

امامی، م. و دردی‌پور، ا. ۱۳۹۱. انتخاب عصارهگیر مناسب برای استخراج آهن قابل‌جذب درختان هلو در خاک‌های استان گلستان. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد دوم، شماره ۲، صفحه‌های ۸۳ تا ۱۱۲.

بلالی، م. ر.، ملکوتی، م. ج.، مشایخی، ح. ح. و خادمی، ز. ۱۳۷۸. اثر عناصر ریزمغذی بر افزایش عملکرد و تعیین سطح بحرانی آنها در خاک های تحت کشت گندم آبی در ایران. مجله خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۶، صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۱۹.

فیضی‌اصل، و. ۱۳۸۷. مقایسه روش های مختلف تفسیر نتایج آزمون خاک در تعیین حد بحرانی آهن در خاک های زیر کشت گندم دیم در استان های شمال غرب کشور. دانش کشاورزی، جلد ۱۸، شماره ۴، صفحه‌های ۶۵ تا ۸۰.

فیضی‌اصل، و.، توشیح، و.، طلیعی، ع. ا. و بلسون، و. ا ۱۳۸۲.تعیین سطح بحرانی آهن، منگنز، روی ، مس و بور در خاک در گندم دیم در شمال غرب کشور. صفحه‌های ۴۶۱ تا ۴۶۳. هشتمین کنگره علوم خاک ایران،دانشگاه گیلان، رشت.

فیضی‌اصل، و.، ولی‌زاده، غ. ر.، توشیح، و.، طلیعی، ع. ا. و بلسون، و.ب ۱۳۸۲ .تعیین حد بحرانی عناصر کم‌مصرف در خاک‌های گندم دیم در شمال غرب ایران. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۵، شماره ۴، صفحه‌های ۲۳۶ تا ۲۴۹.

ملکوتی، م. ج و غیبی، م. ن. ۱۳۷۹. تعیین سطح بحرانی عناصر غذائی موثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور. نشر آموزش کشاورزی، کرج. ایران.

Adiloglu, A. ۲۰۰۲. Determination of suitable chemical extraction methods for available iron content of the soils from Edirne province in Turkey. Journal of Central European Agriculture, ۳(۳). ۲۵۵-۲۶۲.

Adiloglu, A. ۲۰۰۶. Determination of suitable chemical extraction methods for the available iron content of brown forest soils in Turkey. Eurasian Soil Science, ۳۹(۹): ۹۶۱-۹۶۷.

Benitez, M., Pedrajas, V., Del Campillo, M. and Torrent, J. ۲۰۰۲. Iron chlorosis in olive in relation to soil properties. Nutrient Cycling in Agroecosystems, ۶۲(۱): ۴۷-۵۲.

Del Campillo, M. C. and Torrent, J. ۱۹۹۲. A rapid acid oxalate extraction procedure for the determination of active Fe oxide forms in calcareous soils. Zeitschrift fü r Pflanzenern hrung und Bodenkunde, ۱۵۵(۵): ۴۳۷-۴۴۰.

Derek, R. and Phillips, J. P. ۱۹۸۷. Rapid assay for microbially reducible ferric iron in aquatic sediments. Applied and Environmental Microbiology, ۵۳: ۷. ۱۵۳۶-۱۵۴۰.

Geiger, S. C. and Loeppert, R. H. ۱۹۸۶. Correlation of DTPA extractable Fe with indigenous soil properties of selected calcareous soils. Journal of Plant Nutrition, ۹: ۲۲۹-۲۴۰.
Katyal, J. C and Sharma, B. D. ۱۹۸۰. A new technique of plant analysis to resolve iron chlorosis. Plant and Soil, ۵۵: ۱۰۵-۱۱۹.
Keisling, T. C., and B. Mullinix. ۱۹۷۹. Statistical considerations for evaluation micronutrient tests. Soil Science Society of America Journal, ۴۳: ۱۱۸۱-۱۱۸۴.
Lindsay, W. L. and Norvell, W. A. ۱۹۷۸. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, ۴۲(۳): ۴۲۱-۴۲۸.
Oserkowsky, J. ۱۹۳۳. Quantitative relation between chlorophyll and iron in green and chlorotic pear leaves. Plant Physiology, ۸(۳), ۴۴۹.
Schwertmann, U. ۱۹۶۴. Differenzierung der eisenoxide des bodens durch extraktion mit ammoniumoxalat L sung. Zeitschrift fü r Pflanzenern hrung, Dü ngung, Bodenkunde, ۱۰۵(۳): ۱۹۴-۲۰۲.
Soltanpour, P. N. and Schwab, A. P. ۱۹۷۷. A new soil test for simultaneous extraction of macro and micro nutrients in alkaline soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۸(۳): ۱۹۵-۲۰۷.
Trierweiler, J. F. and Lindsay, W. L. ۱۹۶۹. EDTA-ammonium carbonate soil test for zine۱. Soil Science Society of America Journal, ۳۳(۱): ۴۹-۵۴.

Abstract

In this research, ۲۱ combined surface soil samples (۰-۳۰ cm) of East Azerbaijan province were selected and in greenhouse experiment, corn plant have been cultivated in two levels of Fe (zero and ۱۰ mg Fe/kg soil, as Fe-EDDHA) with ۳ replications. According to the results, Fe extracted by DTPA and AB-DTPA methods had the highest correlation coefficient with growth indices of corn that AB-DTPA due to a correlation coefficient greater than DTPA and multiple simultaneous nutrients extraction, was chosen as the best extractant. Critical level of soil Fe for corn with AB-DTPA based on ۹۰% relative yield, was determined ۶.۱۹, ۴.۴ and ۴.۵۳ (mg Fe $kg^{-۱}$ soil) by using plant response column order procedure, graphical Cate-Nelson, Mitscherlich-Bray, respectively and As well as to achieve a ۹۰% relative concentration of active Fe in shoot by using graphical Cate-Nelson and AB-DTPA methods, critical soil Fe level were ۴.۸ (mg Fe $kg^{-۱}$ soil). Mitscherlich-Bray equation coefficient $C_۱$ and $C_۲$, for AB-DTPA-Fe were ۰.۲۲۰۷ and ۰.۰۵۵۶ (kg soil $mg^{-۱}$Fe).

نگاهی اجمالی به وضعیت عناصر کادمیوم و سرب در اراضی کشاورزی استان اصفهان

محمد فیضی [۱] ومجتبی فتحی [۲]
۱-استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، بخش تحقیقات خاک و آب،۲- مربی پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، بخش تحقیقات خاک و آب و دانشجوی دکتری دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
بمنظور بررسی اجمالی عنصر کادمیوم و سربدر خاک های مزارع کشاورزی استان، تعداد ۱۱۹ پایگاه انتخاب و از دو عمق خاک نمونه برداری گردید. بررسی نتایج داده های ۲۳ شهرستان استان در قالب ۸گروه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که عنصر کادمیوم در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری خاک در شهرستانفریدن و چادگان بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. همچنین بیشترین مقدارسرب در شهرستان گلپایگان در دو عمق خاک مورد مطالعه اندازه گیری شد. اگرچه میزان این دو عنصر در این دو منطقه در مقایسه با مناطق دیگر استان بیشتر می باشد لیکن میزان آن ها به مقدار قابل توجهی کمتر از حد استاندار محیط زیست کشور می باشد.
واژه های کلیدی: اراضی کشاورزی، استان اصفهان، حد بحرانی، عناصر سنگین

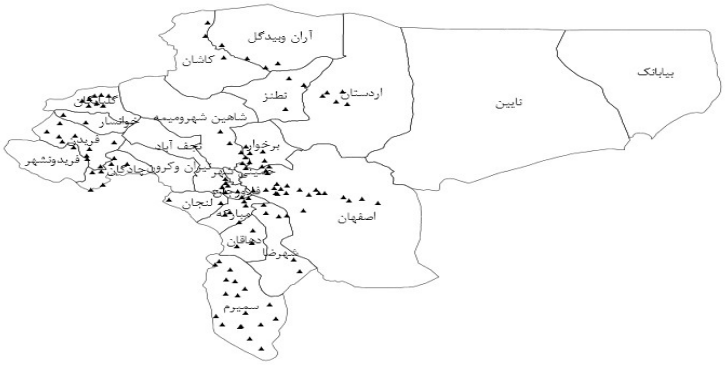
مقدمه
امروزه آلودگی محیط زیست یکی از مشکلات اساسی به شمار می‌رود. افزایش جمعیت، توسعه کشاورزی و صنعت و مدیریت نادرست آنهادر بسیاری از مناطق، کیفیت آب و خاک را به گونه‌ای فزاینده تخریب و تنوع وسیعی از آلودگی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی را در ارتباط با عناصر سنگین در برداشته است. از میان آلاینده‌ها، فلزات سنگین و آلاینده های نفتی به دلیل غیرقابل تجزیه بودن و آثار زیان بار فیزیولوژیک بر جانداران در غلظت‌های کم، اهمیتی ویژه دارند. کادمیم، سرب، نیکل، وانادیم ، نیترات و هیدروکربن‌های نفتی از جمله آلاینده‌هایی هستند که از منابع گوناگون به آب و خاک، گیاه و نهایتاً به زنجیره غذایی انسان و حیوانات راه میابند و عواقب و امراضی را در پی داشته و خسارت‌هایی جدّی به بار میآورند.
نگرانیهای حاصل از عواقب استفاده از فاضلاب در آبیاری اراضی کشاورزی همواره مورد توجه صاحب‌نظران و علاقمندان به بهداشت عمومی بوده است. السوکاری و شرفی (۱۹۹۹) نتیجه گرفتند که استفاده از آب فاضلاب برای آبیاری باعث غنی شدن Cd و به مقدار بیشتر Zn خاک‌ها میشود در حالیکه تغییرات این فلزات در برگ‌های گونه‌های گیاهی تحت آبیاری با فاضلاب بسته به ظرفیت جذب گونه گیاهی در جذب فلز از خاک در گونه‌های گیاهی مختلف متفاوت میباشد. در ایران، در رابطه با اثرات استفاده از فاضلاب‌ها بر تجمع فلزات سنگین در اراضی کشاورزیتحقیقات پراکنده‌ای به مورد اجرا درآمده است.جعفرزاده حقیقی(۱۳۷۵) طی بررسی تاثیر استفاده از فاضلاب شیراز در آبیاری محصولات کشاورزی بر افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک و برخی محصولات معتقد است تخلیه فاضلاب‌ها به رودخانه فصلی شیراز باعث شده است که غلظت فلزات سنگین از حدود مجاز برای استفاده در آبیاری محصولات زراعی بالاتر باشد و نیز میانگین سرب، آهن، مس و کادمیوم موجود در محصولات مورد بررسی از مقادیر توصیه شده بیشتر میباشد و چنین استنباط شده است که کاربرد مستقیم فاضلاب‌های تخلیه شده به رودخانه فصلی شیراز به دلیل وجود عناصر مختلف فلزی در آنها در درازمدت میتواند منجر به افزایش آلودگی خاک‌های مجاور رودخانه و انتقال برخی از عناصر آلاینده به محصولات کشاورزی گردد. رحمانی(۲۰۰۷) در آزمایش و مقایسهٔ پساب شهری و پساب صنعتی و آثار آن بر خاک و گیاه گزارش کرد که برای پساب شهری، COD، BOD، TSS و برای پساب صنعتی COD، BOD، TSS، SAR، NO3-N، BOD، HCO_3^-، Cl^-، SO_4^{2-} و غلظت فلزات سنگین مس، منگنز، کروم، کبالت، کادمیوم و روی فاکتورهای محدود کننده هستند. در خاک آبیاری شده با پساب شهری مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل دسترس و فلزات سنگین مورد آزمایش بیشتر از خاک آبیاری شده با آب چاه بود. در خاک های آبیاری شده با پساب صنعتی، غلظت منگنز، روی، کادمیوم و مس بیشتر از سطح نرمال و در حد بحرانی بوده است.
از طرف دیگر کاربرد نهاده های کشاورزی از جمله کود های شیمیایی و سموم دفع آفات حاوی مقادیری عناصر سنگین می باشند که کاربرد مستمر و دراز مدت آن ها سبب تجمع و انباشت در خاک می گرددد و آلودگی خاک و نهایتاً آلودگی محصولات کشاورزی را بدنبال خواهد داشت.
اتخاذ سیاست‌های اجرایی مناسب در جهت حفظ منابع پایه (آب و خاک و ...) و بهرهبرداری بهینه از این منابع برای افزایش تولیدات کشاورزی مورد تأکید و توجه برنامهریزان بخش کشاورزی میباشد. انجام این مهم از طریق بررسی روند تغییرات کیفیت خاک و ایجاد یک بانک اطلاعات جامع خاک برای کلیه خاک‌های کشاورزی استان و شناسایی وضعیت موجود و مشکلات میسر خواهد بود. در این مطالعه وضعیت برخی از عناصر سنگین در قالب یک مطالعه اجمالی انجام گردیده است که بخشی از آن در این مقاله ارایه می گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی کیفیت خاک اراضی کشاورزی استان اصفهان با توجه به پراکندگی اراضی زیر کشت از حدود هر ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت یک نمونه مرکب از مزارع شاخص هر منطقه تهیه گردید. به همین منظور ۱۱۹ پایگاه مطالعاتی در کل اراضی کشاورزی استان انتخاب که محل آن ها در شکل ۱ ارایه گردیده است.

چند شهرستان از جمله شهرستان های نایین و بیابانک در شرق استان بدلیل پراکندگی مناطق کشاورزی و کم بودن سطح زیر کشت از مطالعات حذف گردید.

شکل ۱-پراکنش پایگاه‌های سنجش کیفیت خاك در استان اصفهان



انتخاب هر پایگاه به گونه ای انجام شد که حتی الامکان قطعه ای ۳-۱ هکتاری با مدیریت واحد باشد و تغییرات شدید همانند تغییر کاربری،تسطیح اراضیو ... در طول مطالعه در آن انجام نگردد. پس ازآن، نمونه‌برداری از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمترگرفته شد. ویژگی‌های فلزاتی شامل عناصر سنگین سرب و کادمیوم خاک به روش DTPA با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردد.

پس از اندازه‌گیری خصوصیات هر پایگاه اطلاعات بر اساس شهرستان‌های مختلف استان و وضعیت یکنواختی و تعداد پایگاه‌ها در هر منطقه کلیه خصوصیات اندازه‌گیری شده بوسیله نرم افزار SPSSمورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. خصوصیات آماری از قبیل حداکثر، حداقل و میانگین صفات مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به پراکنش نقاط نمونه برداری شده و تعداد نمونه‌ها در هر شهرستان و به منظور امکان بررسی خصوصیات اندازه‌گیری شده در مناطق مختلف استان، نتایج ۲۳ شهرستان در قالب ۸ منطقه بشرح جدول ۱ تقسیم بندی، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول۱-طبقه بندی مناطق مورد مطالعه

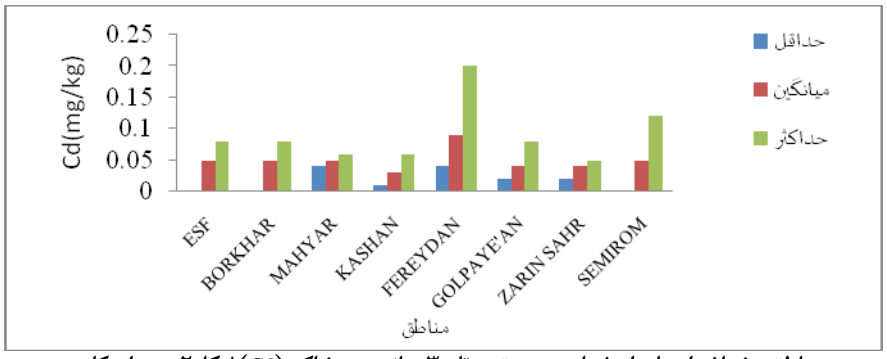
ردیف	منطقه	شهرستان‌های تحت پوشش هر منطقه	سطح زیر کشت	درصد
۱	ESF	شهرستان اصفهان	۹/۹۸۹۹۴	۸/۱۷
۲	BORKHAR	شهرستان برخوار- شاهین شهر و میمه-	۳۸۳۷۹	۹/۶
۳	MAHYAR	شهرستان‌های دهاقان، شهرضا و مناطقی از مهیار شهرستان اصفهان	۵/۴۰۷۸۸	۳/۷
۴	KASHAN	شامل شهرستان‌های کاشان، اردستان،آران و بید گل و نطنز	۷۲۱۵۲	۹/۱۲
۵	FERYDA	شامل شهرستان های فریدن،فریدون شهر و چادگان	۳/۱۰۸۶۷۳	۵/۱۹
۶	GOLPAYEGAN	شامل شهرستان‌های گلپایگان و خوانسار	۱/۳۸۳۶۴	۹/۶
۷	ZARIN SHAHR	شامل شهرستان‌های مبارکه، فلاورجان، لنجان، نجف آباد و تیران و کرون	۳/۹۱۷۲۳	۵/۱۶
۸	SEMIROM	شهرستان سمیرم	۲/۶۶۶۸۲	۹/۱۱

نتایج و بحث

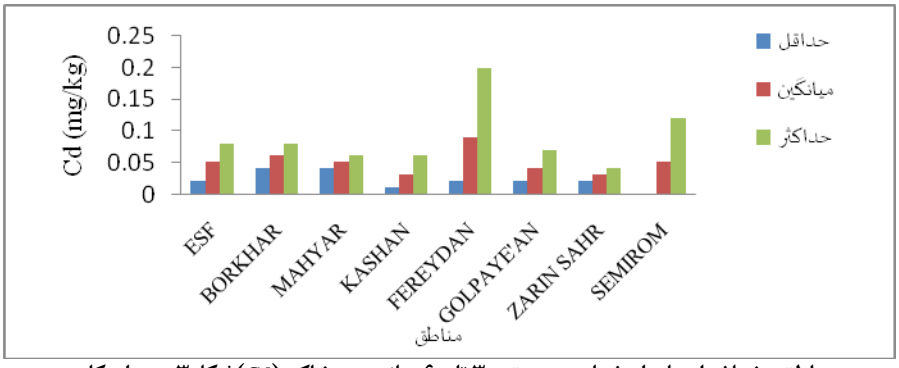
در شکل ۲ و ۳ میانگین، حداکثر و حداقل کادمیوم (Cd) بترتیب برای عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری مناطق هشتگانه استان اصفهان ارایه شده است.میانگین Cd در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری در مناطق هشت گانه تقسیم بندی شده بعنوان اصفهان، برخوار، مهیار، کاشان، فریدن، گلپایگان، زرین شهر و سمیرم به ترتیب ۰۵/۰، ۰۵/۰، ۰۵/۰، ۳۰/۰، ۰۹/۰، ۰۴/۰، ۰۴/۰ و ۰۵/۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک می باشد. بیشترین میزان میانگین کادمیوم مربوط به منطقه فریدن و کمترین میزان میانگین کادمیوم متعلق به منطقه کاشان می باشد. حداکثر Cd در عمق سطحی بترتیب در مناطق مختلف مورد بررسی ۰۸/۰، ۰۸/۰، ۰۶/۰، ۰۶/۰، ۲/۰، ۰۸/۰، ۰۵/۰ و ۱۲/۰میلی گرم در کیلوگرم خاکبود. بالاترین حداکثر کادمیوم در عمق سطحی بترتیب مربوط به فریدن و سمیرم می باشد(شکل ۲). حد استاندار کادمیوم در خاک ۸ میلی گرم در کیلو گرم ارایه شده است(معاونت محیط زیست دفتر آب و خاک، ۱۳۹۲) که همه ارقام اندازه گیری شده حتی حداکثر ارقام در پایگاه های مطالعاتی بسیار کمتر از میزان حد استاندارد می باشد.

میانگین کادمیوم در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری خاک به ترتیب در مناطق هشت گانه مورد مطالعه ۰۵/۰، ۰۶/۰، ۰۵/۰، ۰۳/۰، ۰۹/۰، ۰۴/۰، ۰۳/۰ و ۰۵/۰میلی گرم در کیلوگرم خاک بود(شکل ۳). در این عمق نیز کمترین میزان میانگین کادمیوم در مناطق

کاشان و زرین شهر بود. حداکثر میانگین کادمیوم مربوط به منطقه فریدن می باشد. حداکثر میزانکادمیوم در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری در مناطق مورد مطالعه بترتیب ۰۸۰/۰، /۰۸۰، ۰۶/۰، ۰۶۰/۰، ۲/۰، ۰۷/۰، ۰۴۰/۰ و ۱۲/۰میلی گرم در کیلوگرم خاکمی باشد. بر این اساس بالاترین حداکثر شوری خاک در لایه عمقی خاک نیز مانند لایه سطحی خاک بترتیب مربوط به مناطق فریدن و سمیرم می باشد.



در مناطق مختلف استان اصفهان در عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتریخاک (Cd)شکل۲- میزان کادمیوم

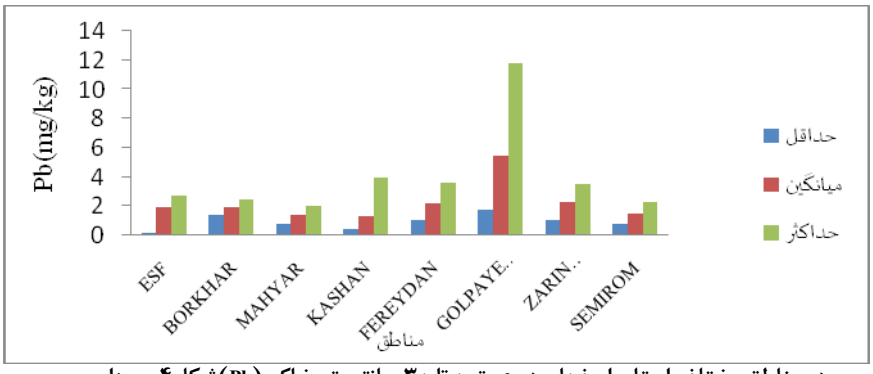


در مناطق مختلف استان اصفهان در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتریخاک (Cd)شکل۳- میزان کادمیوم

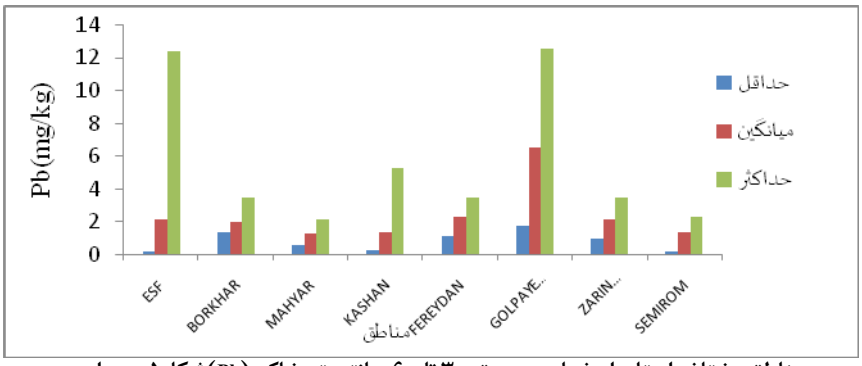
درشکل ۴ و ۵میزان سرب خاک(Pb) آورده شده است.میانگین سرب خاک در عمق ۳۰- سانتیمتری در مناطق هشت گانه بترتیب ۹/۱، ۹/۱، ۴/۱، ۳/۱، ۲/۲، ۵/۵، ۳/۲ و ۵/۱ میلی گرم در کیلوگرم خاکمی باشد(شکل ۴). در این عمق بترتیب مناطق گلپایگان، زرین شهر و فریدن دارای بالاترین میانگین میزان سرب بود. حداکثر Pb در این عمق بترتیب در مناطق مختلف مورد بررسی ۷/۲، ۵/۲، ۲، ۴، ۶/۳، ۸/۱۱، ۵/۳ و ۳/۲میلی گرم در کیلوگرم خاک می باشد. بالاترین حداکثر میزان Pbبترتیب مربوط به منطقه گلپایگان، فریدن و زرین شهر می باشد.

میانگین Pb در هشت منطقه و در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری بترتیب ۲/۲، ۲، ۳/۱، ۴/۱، ۳/۲، ۵/۶، ۲/۲ و ۴/۱میلی گرم در کیلوگرم خاکمی باشد(شکل ۵). حداکثرمیزان Pb در این عمق در مناطق مورد بررسی بترتیب ۴/۱۲، ۵/۳، ۲/۲، ۳/۵، ۵/۳، ۵/۱۲، ۵/۳، و ۳/۲میلی گرم در کیلوگرم خاک بود. بالاترین حداکثر میزان Pbبترتیب مربوط به منطقه گلپایگان، اصفهان، و کاشان مشاهده گردید. حداقل میزان سرب متعلق به مناطق اصفهان، سمیرم و کاشان می باشد. همانطور که مشاهده می شود در مناطق اصفهان هم حداقل و هم حداکثر میزان سرب متعلق به این منطقه می باشد.

بطور کلی با توجه به حد استاندار سرب، میزان سرب در همه نقاط استان بسیار کمتر از حد استاندارد ارایه شده ۷۵ میلی گرم در کیلو گرم خاک می باشد(معاونت محیط زیست دفتر آب و خاک،۱۳۹۲).



در مناطق مختلف استان اصفهان در عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتریخاک (Pb)شکل۴- میزان سرب



در مناطق مختلف استان اصفهان در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتریخاک (Pb)شکل۵- میزان سرب

نتیجه گیری

بررسی نتایج نشان می‌دهد کهدر برخی مناطق استان عنصر کادمیوم و سرب بیش از مناطق دیگر مشاهده گردید. بیشترین میزان کادمیوم در منطقه فریدن و بیشترین میزان عنصر سرب در منطقه گلپایگان مشاهده شد.با این وجود عناصر کادمیم و سرب خاك، در هر ۸ منطقه و دو عمق خاک مورد بررسی بسیار کمتر از حد استاندار محیط زیست کشور می باشد و کمتر از حدود معمول آن در خاک های مناطق مختلف دنیا قرار گرفته است.در حال حاضر در نقاط نمونه برداری شده استان خطری وجود ندارد. البته ممکن است بصورت نقطه ای در منطقه ای در سطح استان بدلیل وجود منبع آلوده کننده مقدار این عناصر بیش از حد استاندار باشد که در این زمینه باید مطالعات موردی در مناطق مشکوک انجام گردد.

بطور کلی توصیه می گردد در مناطقی که میزان این عناصر در مقایسه با مناطق دیگر بیشتر است همواره مورد پایش قرار گیرد و علت زیاد تر بودن این عناصر نسبت به مناطق دیگر مورد مطالعه قرار گیرد.

منابع

۱-جعفرزاده حقیقی، نعمت اله. ۱۳۷۵. بررسی تاثیر استفاده از فاضلاب شیراز در آبیاری محصولات کشاورزی بر افزایش غلظت فلزات سنگین در خاك و برخی محصولات مجموعه مقالات دومین کنگره مسائل آب و خاك کشور.

۲-معاونت محیط زیست انسانی.۱۳۹۲. استاندارد های کیفیت منابع خاک و راهنمایی های آن. دفتر آب و خاک.

۳-Elsokkary- TH: Sharaf, AI, (۱۹۹۶), Enrichment of soils and plants irrigated by wastewater by zinc and cadmium. Fourth National Congress on Pollution control of Agricultural Environment Egyptian journal of Soil, Science. ۱۹۹۶.۳۶: ۱-۴.۲۱۹-۲۳۲.

۴- Rahmani, H. R. ۲۰۰۷. "Use of industrial and municipal effluent water in Esfahan province -Iran". Scientific Research and Essay, Vol. ۲ (۳), pp. ۰۸۴-۰۸۸.

Abstract

In order to investigate the cadmium and lead of agricultural fieldsof Isfahan province in a reconnaissance scale,۱۱۹ sampling sites selected and soil samples collected in two depths. The results were analyzed based on ۲۳ Isfahan counties in ۸ groups. The results showed that cadmium element in ۰-۳۰ and ۳۰-۶۰ cm soil layers in

fraydan and chadegancounty in west of Isfahan province were the highest rate. Also, the highest rateof lead in the both two soil layers was observed in Golpayegan County. Although the amount of these two elements in the two mentioned county was higher in comparing to the other regions in the province, but the amount of both elements are much lower than critical levels in the soil.

سینتیک واجذبی و شکل های شیمیایی مس در یک خاک آهکی، متاثر از دو بیوچار تولید شده از سبوس برنج

محبوب صفاری [۱]، نجفعلی کریمیان [۲]، عبدالمجید رونقی [۲]
۱. دانشجوی دکتری بخش علوم خاک،دانشگاه شیراز ۲.استادان بخش علوم خاک، دانشگاه شیراز

چکیده
اثر قابلیت دو نوع بیوچار تولید شده از سبوس برنج در دماهای ۳۰۰ (B۳۰۰) و ۶۰۰ (B۶۰۰)درجه سلسیوس بر تثبیت مس در یک خاک آلوده شده به مس، انجام گرفت. نمونهای آلوده شده به مس، با سطوح مختلف ۲ و ۵٪ از بیوچارها ترکیب، و به مدت ۹۰ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس خوابانیده شدند.به منظور بررسی کارایی این بهسازها از روش های سینتیک واجذب و بررسی شکل های شیمیایی مس استفاده شد. نتایج نشان داد نمونه B۶۰۰ به طور موثرتری سبب کاهش فاکتور تحرک مس در مقایسه با نمونه شاهد شد. بیشترین شکل مس در نمونه شاهد، شکل مس متصل به اکسیدهای منگنز بود، که با کاربرد بیوچارها، شکلهای تبادلی و کربناته کاهش و شکلهای مس متصل به اکسیدهای منگنز،آهن بی شکل و کریستالی و باقیمانده مس افزایش نشان دادند. همچنین کاربرد B۶۰۰ در خاک ها به طور معنی داری سبب کاهش واجذبی مس در مقایسه با نمونه شاهد شد.

واژه های کلیدی: بیوچار، مس، سینتیک واجذبی، شکلهای شیمیایی

مقدمه
امروزه آلودگی خاک با فلزات سنگین به دلیل اثرات مضر اکولوژیکی، تبدیل به یک نگرانیزیست محیطی شده است (آکوتو و همکاران، ۲۰۰۸). این عناصر به سبب سمیت برای ریزجانداران خاک، گیاهان و در نهایت انسان، بسیار مورد توجه قرار گرفتهاند. بنابراین آگاهی از رفتار شیمیایی، پاکسازی و خنثیسازی آلایندههای گوناگون در زیست بومهای متفاوت امری ضروری میباشد. هدف اصلی از تثبیت عناصر سنگین،کاهش غلظت بخش سمی عناصر با قابلیت تحرک و دسترسی بالا برای گیاهان و پتانسیل آبشویی بالا میباشد (کومپین و همکاران، ۲۰۰۷). تثبیت شیمیایی یک تکنیک مناسب برای کاهش انحلال آلاینده ها در خاک می باشد. از ویژگی های مهم ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در تثبیت آلاینده های خاک غیرفعال نمودن سریع اثرات سمی فلزات سنگین، برخورداری از تاثیرات دراز مدت، ارزانی و آسانی کاربرد آن ها می باشد. بیوچار به عنوان یک ماده آلی نیمه سوخته و زغال شده معرفی میشود که جهت بهبود ویژگیهای خاک و ترسیب کربن مورد استفاده قرار میگیرد (لمن و جوزف، ۲۰۰۹). بر اساس تحقیقات انجام شده پیشین، دمای اعمال شده برای تولید بیوچار، متفاوت گزارش شده است. طبقه بندیهای صورت گرفته به صورت بیوچارهای تولید شده بادرجه حرارت بالاتر از ۵۰۰ درجه سلسیوس و بیوچارهای تولید شده با دمای پایینتر از ۵۰۰ درجه سلسیوس میباشد(دوونی و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به مقدمه گفته شده، هدف از انجام این تحقیق بررسی دو نوع بیوچار تولید شده در دماهای مختلف (۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس) بر تثبیت مس به عنوان یک عنصر سنگین، با استفاده از روش های تحقیقی سینتیک واجذبی و شکل های شیمیایی مس.

مواد و روش‌ها
نمونه برداری خاک از افق سطحی (cm۳۰-۰) سری دانشکده واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آن بررسی شد (جدول ۱).

جدول ۱-برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

خصوصیات	مقدار
سیلت (درصد)	۳۸
رس (درصد)	۳۵
پ هاش خمیر اشباع	۸/۷
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۶۵/۰

ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول (+) بر کیلوگرم)	۸/۱۵
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۵/۳۹
ماده آلی (درصد)	۴/۱
آهن استخراجی با DTPA (میلیگرم بر کیلوگرم)	۱/۴
مس استخراجی با DTPA (میلیگرم بر کیلوگرم)	۹۲/۰
مس کل (میلیگرم بر کیلوگرم)	۴۵

به منظور بررسی تغییرات سینتیک واجذب مس،نمونه خاک تهیه شده با مقادیر ۵۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم مس از منبع نیترات مسآلوده و سپس بهسازهای بیوچار تولید شده از سبوس برنج در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در سطوح ۲ و ۵ درصد به هر خاک آلوده بصورت جداگانه افزوده شد و به مدت ۹۰ روز خوابانیده شد و آماده برای انجام آزمایشات سینتیک واجذبی و تعیین شکل های شیمیایی، شد. جهت تولید بیوچارهای کلش برنج، از آنجا که برای تولید این محصول نیاز به شرایط نیمه هوازی میباشد از فویلهای آلومینیوم برای ایجاد شرایط نیمه هوازی استفاده شد. نمونه ها در داخل فویل های آلومینیوم گذاشته شده و در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس به صورت جداگانه در داخل کوره به مدت چهار ساعت حرارات داده و سپس نمونه ها خرد شده و از الک دو میلی متری عبور داده شد. برخی خصوصیات شیمیایی بیوچارهای تولید شده در جدول ۲ مشاهده می شود.

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی بهسازهای تولید شده در دو دمای مختلف

نوع بهساز	خصوصیات					
	H/C	(%) N**	(%) H**	(%) C**	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH
بیوچار تولید شده در دمای ۳۰۰ °C	۰۵/۰	۵۲/۱	۱۱/۲	۵۷/۴۱	۱/۱۳	۲/۶
بیوچار تولید شده در دمای ۶۰۰ °C	۰۳/۰	ناچیز	۵۵/۱	۹۹/۴۸	۲/۲۱	۷/۸

**** اندازه گیری شده بوسیله دستگاه CHN analyzer**

به منظور انجام سینتیک واجذبی مس، نمونههای ۵ گرمی خاک در لولههای سانتریفیوژ ۵۰ میلی لیتری ریخته و سپس ۲۵ میلی لیتر از عصارهگیر ۰۱/۰ EDTA مولار (دانگ و همکاران، ۱۹۹۴) به نمونهها افزوده و در دستگاه تکان دهنده به صورت جداگانه و برای دوره های زمانی مختلف(۰۸/۰ تا ۱۰۰ ساعت) با سرعت ۱۵۰ دور بر دقیقه تکان داده شد. پس از اتمام هر زمان تکان دادن، لوله ها به مدت ۱۵ دقیقه دردستگاه گریز از مرکز قرارداده شد و سپس محلول زلال رویی ازکاغذ صافی عبور و غلظت مس عصارهگیری شده توسط دستگاه جذب اتمی تعیین میشود. بررسی شکلهای شیمیایی مس با استفاده از روش عصاره گیری سینگ و همکاران (۱۹۸۸) انجام گرفت. مراحل عصارهگیری دنباله ای سینگ و همکاران (۱۹۸۸) در جدول ۳ نشان داده شده است. میزان فاکتور تحرک عناصر سنگین نیز به روش سالبو و همکاران (۱۹۹۸) (درصد مجموع دو شکل تبادلی و کربناته بر مجموع شکلهای شیمیایی عنصر) محاسبه شد.

جدول ۳- مراحل مختلف عصارهگیری دنباله ای، شکلهای شیمیایی قابل جداسازی و عصارهگیرهای مورد استفاده در روش سینگ و همکاران

مرحله	شکل شیمیایی	نسبت خاکبه عصارهگیر	زمان تکان دادن	غلظتعصارهگیر(مولار)
۱	تبادلی(EX)	۵/۲ :۱۰	۲ ساعت	۱M $Mg(NO_3)_2$
۲	کربناتی(Car)	۵/۲ :۱۰	۵ ساعت	۱M NaOAc pH=۵
۳	*آلی(Om)	۵/۲ :۵	۳۰ دقیقه در حمام آب جوش	M NaOCl ۰.۷ pH = ۸.۵
۴	همراه با اکسیدها ی منگنز (Mn-OX)	۵/۲ :۲۵	۳۰ دقیقه در حمام آب جوش	۰.۱M NH_2OH. HCl pH=۲
۵	همراه با اکسیدهای آهن بی شکل(FeA-OX)	۵/۲ :۲۵	۳۰ دقیقه در آب ۵۰ °C	۰.۲۵M NH_2OH . HCl ۰.۲۵M HCl

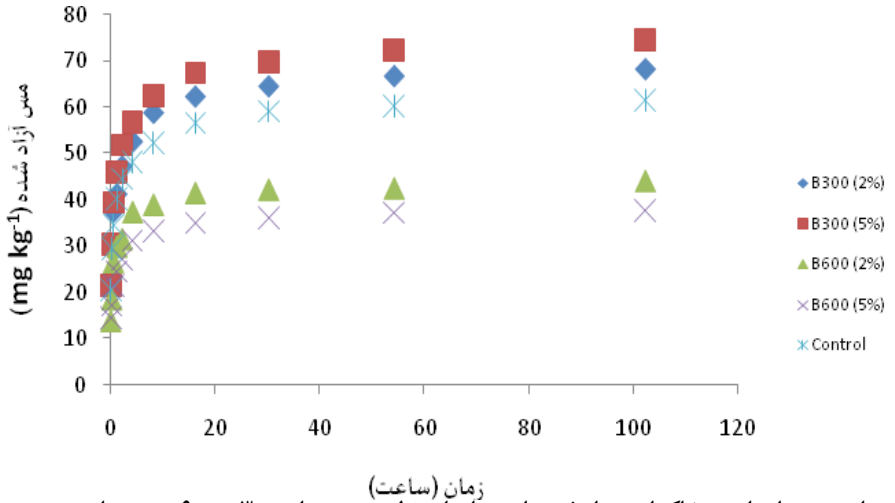
۶	همراه با اکسیدهای آهن متبلور(FeC-OX)	۵/۲ :۲۵	۳۰ دقیقه در حمام آب جوش	۰.۲M $(NH_4)_2C_2O_4$, ۰.۲M $H_2C_2O_4$ + ۰.۱M اسید آسکوربیک
۷	**تتمه(Res)	----	----	$HF, HClO_4, HNO_3, H_2SO_4$

دو مرتبه عصارهگیری می شود *

اختلاف بین غلظت کل عنصر استخراجی به وسیله چهار اسید و جمع غلظت عنصر در سایر شکلها **

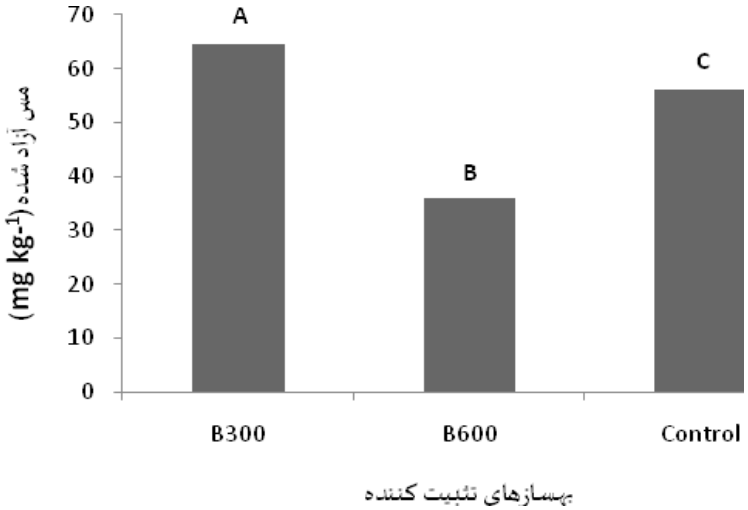
نتایج و بحث

بر طبق نتایج بدست آمده از شکل ۱، همانگونه که مشاهده می شود تغییرات واجذب مس در همه نمونههای خاک دارای الگوی یکسان و به صورت دو فازی مشاهده شد. واجذبی سریع اولیه در زمانهای آغازین واجذب (۳۵ دقیقه اولیه) و به دنبال آن واجذبی با سرعتی کمتر (۲۵/۴ ساعت) و در نهایت رسیدن به تعادل در نمونههای تیمار شده و نمونه شاهد مشاهده میشود.



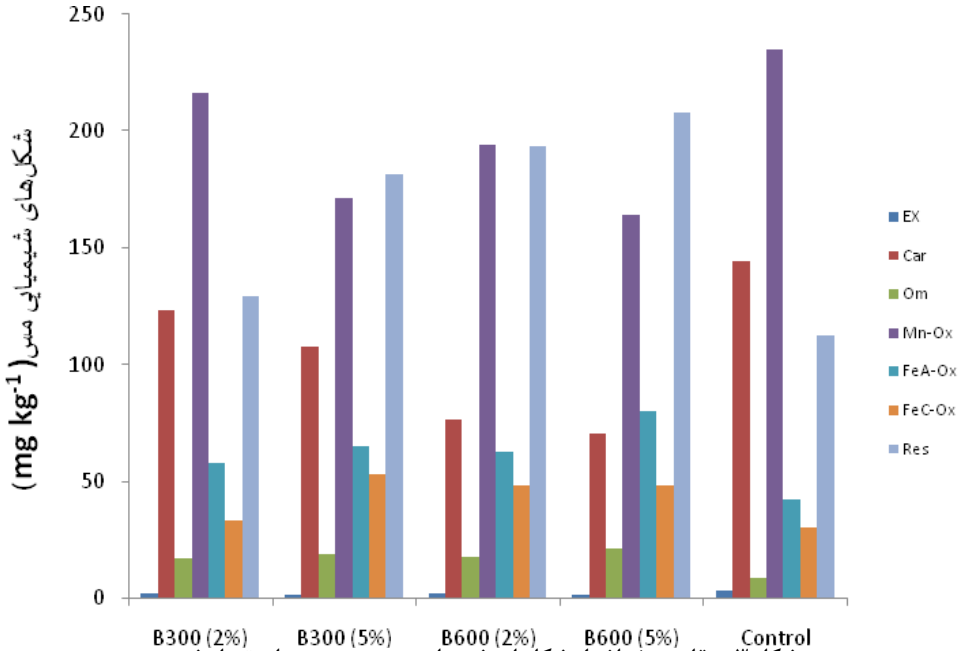
شکل ۱- آزاد سازی مس با زمان در خاکهای تیمار شده با بیوچارهای تولیدی در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در دو سطح ۲ و ۵ ٪

میزان مس تجمعی آزاد شده از خاکهای تیمار شده نشان میدهد (نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس) که اثر بهسازهای مختلف و سطوح کاربردی این بهسازها (۲ و ۵٪) به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد معنیدار شده است. اثر بهسازهای مختلف بر مقادیر میانگین مس آزاد شده (میزان رهاسازی تجمعی مس بعد از ۲۵/۱۰۲ ساعت)، در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- میانگین رهاسازی تجمعی مس در انتهای آزمایش واجذب در خاکهای تیمار شده و شاهد

همانگونه که مشاهده میشود، در دو نمونه تیمار شده با بیوچارهای تولیدی در دماهای مختلف، اختلاف معنیداری در مقایسه با نمونه شاهد مشاهده شد، به نحوی که کاربرد بیوچار تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس سبب افزایش معنی دار مس آزاد سازی شده به میزان ۱۵ درصد در مقایسه با نمونه شاهد شد. در طرف مقابل کاربرد بیوچار تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس سبب کاهش معنی دار آزاد سازی مس، به میزان ۷/۳۵ درصد شد. نتایج حاصل از طیفسنجیتبدیلفوریهمادونقرمز (نتایج حاصل در این مقاله آورده نشده است) در این تحقیق نشان داده بود که وجود گروههای کربوکسیلیک و آروماتیک C=O در بیوچار تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس نسبت به بیوچار تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس سبب افزایش پ هاش (بواسطه گروههای عامل بازی) این نوع بیوچار و در نتیجه سبب افزایش عملکرد بهتر و قابل توجیه این بیوچار جهت تثبیت مس شده است. گزارشات متعددی از اثر بیوچارها بر کاهش قابلیت دسترسی تحرک عناصر سنگین انجام گرفته است (لمن و جوزف، ۲۰۰۹) . از آنجا که سطح ویژه در بیوچارهای تولید شده در دمای بالاتر بیشتر از بیوچارهای تولیدی در دمای پایین میباشد (لمن و جوزف، ۲۰۰۹)، لذا افزایش جذب مس در بیوچار تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس نسبت به بیوچار تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس قابل انتظار بود. همچنین بررسی معادلات سینتیکی واجذبی مس در خاکهای مورد مطالعه نشان داد که، معادلات مرتبه صفر، مرتبه اول، مرتبه دوم، مرتبه سوم به دلیل پایین بودن مقادیر ضرایب تبیین قادر به پیش بینی واجذبی مس در نمونههای خاک نمیباشند. در طرف مقابل برازش دادههای رهاسازی مس از خاک با معادله الوویچ نشان داد که این معادله دارای ضرایب تشخیص بالا و مقادیر اشتباه استاندارد نسبتا پایینی میباشد، لذا می توان از این معادله به عنوان معادلهای مناسب جهت پیش بینی واجذبی مس در خاکهای مورد مطالعه استفاده کرد. همچنین بررسی اثر بیوچارهای تولیدی بر شکل های شیمیایی مس نشان داد که کاربرد بیوچارهای تولیدی سبب کاهش شکل های تبادلی و کربناته وافزایش شکل های اکسیدهای آهن بی شکل و کریستالی و همچنین شکل باقیمانده مس شده است (شکل ۳).



شکل ۳- مقادیر مختلف از شکلهای شیمیایی مس در نمونههای تیمار شده

این تغییرات در بیوچار تولیدی در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس به طور محسوسی بیشتر از بیوچار تولیدی در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس بود. میزان فاکتور تحرک مس در خاک شاهد و بدون اعمال تیمار بهسازها، ۲۷٪ بدست آمد. میزان فاکتور تحرک مس در اثر کاربرد بیوچار تولیدی در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس در سطوح ۲ و ۵ درصد به ترتیب ۳/۱۴ و ۱/۱۳ مشاهده شد. در طرف مقابل کاربرد بیوچار تولیدی در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در سطوح ۲ و ۵ درصد به ترتیب سبب ایجاد فاکتور تحرک ۹/۲۲ و ۲۰ درصد شد. به طور کلی نتایج بدست آمده نشان می دهد کاربرد بیوچار تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس کارایی بیشتری بر تثبیت مس دارد و به طور قابل توجهی می تواند سبب کاهش واجذبی و تحرک مس در خاکهای آهکی شود.

منابع

Akoto O., Ephraim J. H., and Darko G. ۲۰۰۸. Heavy Metals Pollution in Surface Soils in the Vicinity of Abundant Railway Servicing Workshop in Kumasi, Ghana. International Journal of Environmental Research, ۲(۴), ۳۵۹-۳۶۴.

Kumpiene J., Lagerkvist A.and Maurice. C. ۲۰۰۷. Stabilization of Pb-and Cu-contaminated soil using coal fly ash and peat. Environmental pollution, ۱۴۵(۱), ۳۶۵-۳۷۳.

Lehmann, J. and Joseph S. ۲۰۰۹. Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan, London & Sterling, VA. ۴۱۶p.

Downie A., Crosky A.and Munroe P. ۲۰۰۹. Physical properties of biochar. Biochar for environmental management: Science and technology, ۲۲,۱۳-۳۲.

Singh J. P., Karwasra S. P. S.and Singh M. ۱۹۸۸. Distribution and forms of copper, iron, manganese, and zinc in calcareous soils of india. Soil Science, ۱۴۶(۵), ۳۵۹-۳۶۶.

Salbu B.and Krekling T. ۱۹۹۸. Characterisation of radioactive particles in the environment†. Analyst, ۱۲۳(۵), ۸۴۳-۸۵۰.

Abstract

The effect of two kinds of biochar prepared at ۳۰۰ ℃ (B۳۰۰) and ۶۰۰ ℃ (B۶۰۰) were evaluated to determine their ability to stabilize Copper (Cu) in Cu-spiked soil. The Cu-spiked soils were separately incubated with biochars at the rates of ۲ and ۵% (W/W) for ۹۰ days at ۲۵ ℃. The efficacy of amendments treatment was evaluated by desorption kinetic experiment and sequential extraction producer. B۶۰۰ efficiently decreased the mobility factor of Cu compared to control and B۳۰۰-treatment. Mn oxides-bound showed the highest capacity for Cu retention. Additions of biochars decreased exchangeable and carbonate-bound of Cu, but increased amorphous and crystalline Fe oxides-bound and residual forms. Application of B۶۰۰ in soils, significantly decreased Cu desorption rate with respect to control treatment.

تأثیر فولویک اسید در جذب سطحی سرب در یک خاک آهکی

احسان اله قاسمی [۱]، امیر فتوت [۲]، رضا خراسانی [۲]، حجت امامی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی خاک دانشگاه فردوسی مشهد ۲-دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده
جذب یک فلز توسط ذرات خاک بسته به غلظت اولیه، ماهیت فلز، ویژگیهای خاک و شرایط محیطی متغییر است. دراین پژوهش به بررسی جذب فلز سنگین سرب در رابطه با حضور و عدم حضور فولویک اسید پرداخته شده است. به منظ ور بررسی تاثیر فولویک اسید بر میزان جذب سطحی،فلز سنگین سرب در شش سطح غلظتی ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلو گرم، به خاک آهکی اضافه شد و پس از انجام مراحل آزمایش جذب سطحی ایزوترهای جذبفرندلیچ و لانگمویررسم گردید. نتایج نشان داد که جذب سطحی به صورت مناسب انجام گرفته است. با افزایش غلظت اولیه فلز جذب سطحی سرب به صورت نمایی افزایش یافت ولی به دلیل کاهش جایگاه‌های تبادلی شدت جذب سطحی کاهش یافت.
واژه های کلیدی: ایزوترم های جذب، فولویک اسید، سرب، خاک آهکی.

مقدمه
خاک محیط ضروری برای تمام اکوسیستم‌ها و تامین مواد غذایی برای گیاهان و محیطی جهت تغییر و تبدیل زیست توده بشمار می‌رود. محیطی پیچیده در برگیرنده فازهای جامد شامل کانی ها، فاز محلول و گاز می‌باشد که بخش‌های محلول و جامد خاک بیشترین برهمکنش را دارند و تعیین کننده سرنوشت عناصر و فراهمی آنها برای گیاه هستند.فلزسنگینسرب از جمله عناصری می باشد که بالاترینخطررابرایمحیطزیستدارد.مواد هومیکی از کمپلکس کننده ها و کلات کننده‌های اولیه به شمار می‌روند و نقش مهمی در جذبفلزات سنگین در کره زمین دارند. لیو وگنزالس (۲۰۰۰) نشان دادند که مواد هیومیکی برای ایجاد کلات، به سرب تمایل بیشتری نسبت به مس و کادمیم دارند.مواد آلی میتوانند جذب فلزات را با تشکیل کمپلکس‌های قوی با یونهای فلزی محلول افزایش دهند (بویلی و فین، ۲۰۰۰؛ کریستل و کرتزکمار، ۲۰۰۱؛ بکستروم و همکاران، ۲۰۰۳). مواد آلی همچنین با تشکیل کمپلکس با یون‌های فلزی تمایل سطوح را برای جذب سطحی تغییر می‌دهند و بسته به نوع فلز و قدرت پیوند جذب کاتیون فلزی میتواند افزایش (بکستروم و همکاران، ۲۰۰۳) و یا کاهش (آریاس و همکاران، ۲۰۰۴) یابد. سباستین و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که عواملی مانند مواد آلی وغلظت اولیه عناصرسنگین از مهمترین عوامل کنترل کننده غلظت عناصر در بخش محلول خاک هستند. هیومیک و فولویک اسید از جمله مهمترین بخش های مواد هیومکی میباشند. جذب سطحی فولیک اسید روی کانی‌های رسی فرآیند مهم و تاثیرگذار روی جابجایی و تبدیل آلاینده‌های آلی و غیرآلی مانند فلزات سنگین و هیدروکربن‌های حلقوی آروماتیک در خاک و محیط‌های آبی است (مورفی و همکاران، ۱۹۹۰، ۱۹۹۲؛ گو و همکاران،۱۹۹۶). جذب فلزات سنگین توسط ترکیبات خاک می تواند بوسیله یک مدل جذب خطی (مکلارن وهمکارن ۱۹۹۰)، لانگمویر، یا فروندلیچ (اسپوزیتو ۱۹۸۹) توضیح داده شود. همدما های جذب لانگ مویر و فروندلیچ توانایی بالایی در تشریح فرایند جذب فلزات سنگین دارند (اهمروزامان، ۲۰۱۱).

مواد و روش‌ها
نمونه خاک از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متری برداشت گردید و ابتدا هواخشک شده سپس از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. توزیع اندازه ذرات، درصد مواد آلی (OM)%،درصد کربنات کلسیم ($CaCO_3$)%، pH، هدایت الکتریکی(EC)و ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC) اندازه‌گیری شد.

جدول۳ .برخی خصوصیات خاک مورد مطالعه

توزیع اندازه ذرات	CEC ($cmol+kg^{-1}$)	pH	EC (dS/m)	%OM	$CaCO_3$%
Silty loam	۳۱	۴/۷	۵/۱	۱/۰	۹

تمام آزمایش ها با استفاده از یک گرم خاک و ۳۵ میلی لیتر محلول شامل ۲۵ میلی لیتر فلز سرب در ۶ سطح غلظت ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم و ۱۰ میلی لیتر فولویک اسید با غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر با ۳ تکرار انجام شد. تیوب های ۵۰ میلی لیتری محتوی محلول مورد نظر ابتدا توسط شیکر به مدت دو ساعت و با تندی ۱۵۰ دور در دقیقه به تعادل رسیدند و سپس محلول رویی در دستگاه سانتریفیوژ با تندی ۳۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۲۵ دقیقه جداسازی شدند. در آخر به منظور جداسازی ذرات احتمالی معلق از محلول رویی از سانتریفیوژ با تندی ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۵ دقیقه استفاده شد. غلظت سرب در محلول تعادلی با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد.

بحث و نتایج

مطالعات جذب سطحی:

ساده ترین سیستم جذب سطحی، سیستمی با یک یون فلزی است. رابطه موازنه جرم برای فلز موجود بین محلول و سطح جاذب به صورت زیر است:

$$Q = \frac{Ci - C_f}{S} \times V \quad (۱)$$

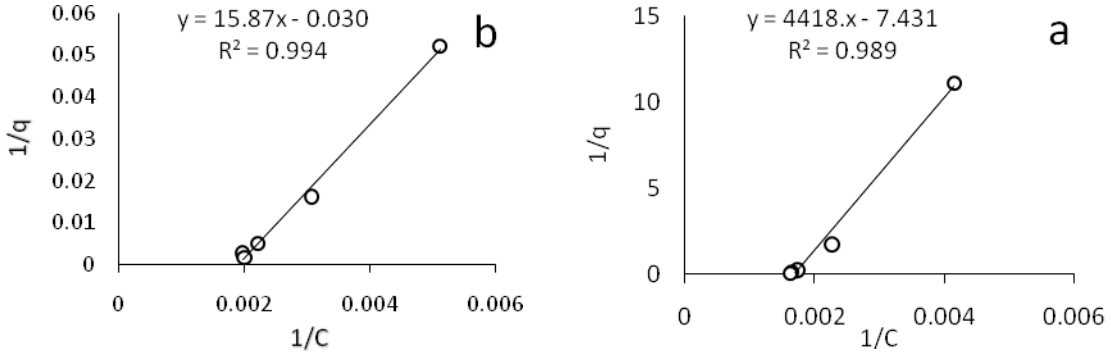
که در آن، C_f, C_i، به ترتیب، غلظت اولیه و نهایی یا تعادلی فلز در محلول بر حسب میلی گرم برلیتر، Sغلظت جاذب بر حسب کیلو گرم بر لیتر،q میزان جذب بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم جاذب و Vحجم محلول بر حسب لیتر میباشد.

ایزوترم لانگمویر:

ایزوترم لانگمویر معمولا برای تعیین پتانسیل جذب تعادلی و سنجش کارآیی سطوح جاذب مختلف استفاده می شود. در ایزوترم لانگمویر،پیوندهای سطحی ناشی از نیروهای فیزیکی در نظر گرفته می شوند که به صورت زیر بیان می شود:

$$q = \frac{kCb}{1+kC} \quad (۲)$$

که در آن bبیشینه جذب فلز با واحد میلی گرم بر کیلوگرم و kثابت تعادلی لانگمویر و دارای واحد لیتر بر میلی گرم می باشد.



شکل ۱ - برازش داده های های تجربی جذب سطحی سرب در حضور با ایزوترم لانگمویر (b) و عدم حضور فولویک اسید (a)

مقادیر بیشینه جذب (b) برای جذب سطحی سرب در حضور فولویک اسید (۱۳/۰) و در عدم حضور فولویک اسید (۳۳) بدست آمد. مقدار k_L انرژی جذب سطحی بین جاذب و جذب شونده را نشان می دهد که در حضور فولویک اسید (۰۰۱/۰) و در عدم حضور آن (۰۰۲/۰) بدست آمد.

فاکتور جداکننده:

فاکتور جدا کننده (R_L) کمیتی بی بعد بوده و برای پیشگویی مناسب یا نامناسب بودن جذب سطحی در فرایندهای جذبی مورد استفاده قرار می‌گیرد (وبی و چاکراورت، ۱۹۷۴).

$$R_L = \frac{1}{1+K_L C_0} \quad (۳)$$

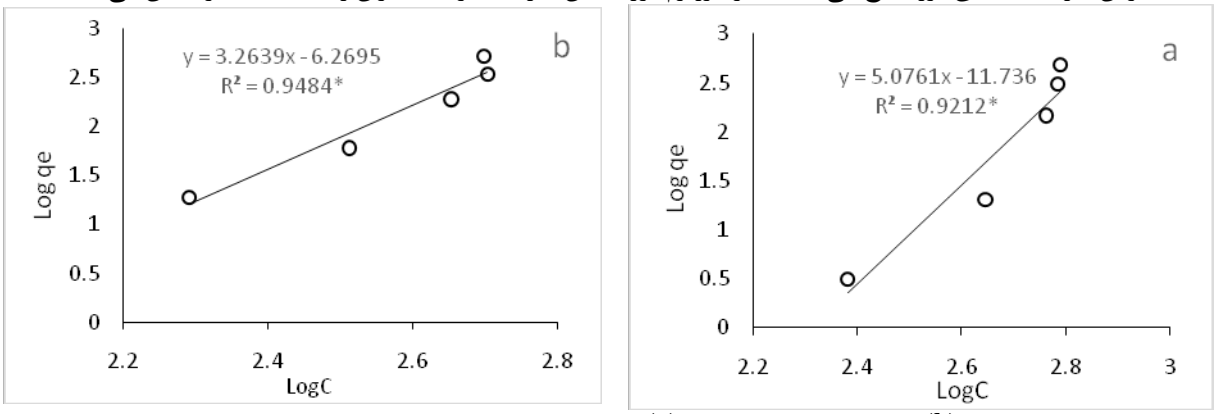
در این معادله k_Lثابت ایزوترم لانگمویر (L/mg) بوده و .Cغلظت اولیه (mg/L) هر یک از یون های فلزی می باشد. پارامتر R_Lبیانگر شکل و ماهیت فرایند جذب سطحی می باشد. اگر R_Lبزرگتر از یک باشد، حالت نامناسب جذب سطحی صورت گرفته است، اگر برابر یک باشد، ایزوترم خطی، اگر مساوی صفر باشد، ایزوترم برگشت ناپذیر و اگر بین صفر تا یک باشد، ایزوترم مناسب خواهد بود.مقادیر فاکتور جدا کننده ایزوترم های جذب لانگمویر نمونه شاهد و نمونه در حضور فولویک اسید، به ترتیب $۱۰^{-۴}$ و $۱۰^{-۸}$براورد گردید و در نتیجه می توان جذب سطحی در این تحقیق را مناسب توصیف کرد.

ایزوترم فروندلیچ:

در این مدل فرض می شود که ابتدا جایگاه های قوی‌تر پر می‌شوند و قدرت پیوندی با افزایش میزان پرشدگی جای گاه، کاهش می یابد. این ایزوترم به شکل نمایی است و به شکل زیر ارایه می شود:

$$q = K_f C^{\frac{1}{n}} \quad (۴)$$

که در آن،k_fو nثابت های فروندلیچ می باشند.در ایزوترم فروندلیش k_f و n،به ترتیب،میزان و شدت جذب را نشان می دهند.



با ایزوترم فروندلیچ (b) و عدم حضور فولویک اسید (a) شکل ۲ - برازش داده های های تجربی جذب سطحی سرب در حضور

مقادیر n/۱در حضور فولویک اسید ۰۷/۵ و در عدم حضور فولویک اسید ۲۶/۳ بدست آمد. حمیدی و همکاران(۲۰۰۴) عنوان کردند در صورتی که مقدار n/۱ زیاد باشد، قدرت پیوند بین جذب شونده و جاذب کم می باشد و با اندک تغییری در مقدار C، پارامتر q به میزان قابل توجهی تغییر می کند. اگر مقدار n/۱بزرگتر از یک باشد نشان می‌دهد که ضریب جذب سطحی جذب شونده با افزایش غلظت جاذب افزایش می یابد. از آنجایی که مقادیر K_fبه مقادیر n/۱ بستگی دارد، پارامتر K_fزمانی مورد مقایسه قرار می گیرد که تیمارها دارای n/۱ یکسان باشند (چن و همکاران، ۱۹۹۹).

رگرسیون بدست آمده از ایزوترم های فروندلیچ نمونه شاهد و در حضور فولویک اسید نیز در سطح ۵% معنی دار شدند (جدول ۲).به منظور بررسی بهترین برازش برای فرایند جذب در تحقیق حاضر، علاوه بر رگرسیون خطی (R^2)، از پارامتر هایخطای ریشه میانگین مربعی(RMSE) وخطای استاندارد مربعی(SSE) نیز استفاده شد.

همدماهای جذب در خاک آهکی مورد (RMSE) و خطای ریشه میانگین مربعی(SSE) خطای استاندارد مربعی ،(R^2)جدول۲- ضرایب تبیین مطالعه

	ایزوترم	RMSE	SSE	K_L	b	$\%R_L$	R^2	K_f	n
عدم حضور فولویک اسید	لانگمویر	/۰۰۷	۱۰$^{-۶}$	-/۰۰۲	۳/۳۳ -	۱۰$^{-۴}$	/۹۹۴*		
	فروندلیچ	/۱۵	/۰۷				/۹۵*	۱۰$^{-۶}$	/۳
در حضور فولویک اسید	لانگمویر	/۰۵	/۹۳	-/۰۰۱۶	-/۱۳	۱۰$^{-۸}$	/۹۹*		
	فروندلیچ	/۲۹	۲۶/۱				/۹۲*	۱۰$^{-۱۲}$	/۲

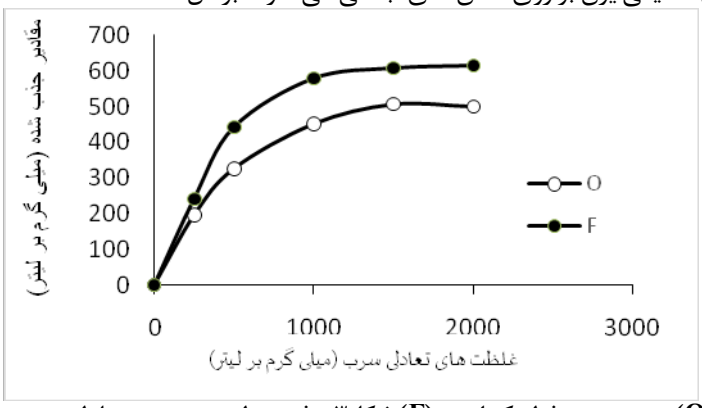
*.در سطح ۵% معنی دار میباشند

همانطور که درجدول ۲ نشان داده شده است، ایزوترم لانگمویر با بیشترین ضریب تبیین (R^2)، کمترین خطای استاندارد (SSE) و کمترین خطای ریشه میانگین مربعی (RMSE) بهترین معادله برای توصیف جذب فلز سرب بر روی جاذب است. لو و زو(۲۰۰۹) بیان کردند که هم‌دماهای لانگمویر برای فلزات سنگین کادمیم، سرب، روی مس بسیار مناسب است و نسبت به دیگر معادلات بهترین برازش را دارد.

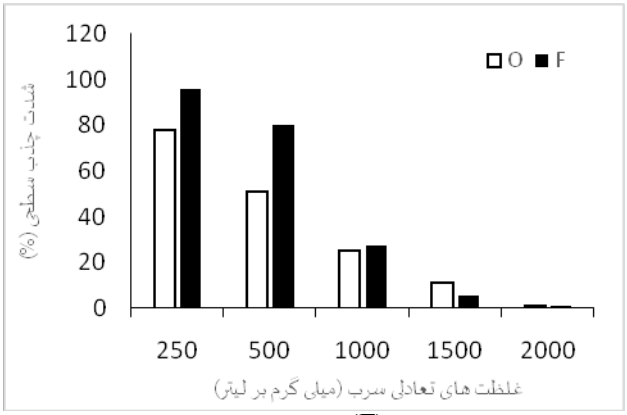
اثر غلظت اولیه بر شدت جذب سطحی:

نتایج تحقیق حاضر در زمینه جذب سطحی سرب نشان دادکه با افزایش غلظت اولیه سرب با اضافه کردن فولویک اسید مقادیر جذب سطحی افزایش یافت به گونه‌ای که جذب سرب در غلظت اولیه ۲۵۰ میلی گرم بر کیلو گرم درحضور و عدم حضور فولویک اسید به ترتیب ۲۴۱ و ۱۹۵ میلی گرم بر کیلوگرم بوده است و با افزایش غلظت اولیه به ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم به ترتیب به ۶۱۵ و ۴۹۹ میلی گرم بر کیلو گرم می‌رسد. با توجه به شکل ۴، روند شدت جذب با افزایش غلظت اولیه سرب از ۲۵۰ به ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم، کاهش پیدا کرد و برای نمونه در حضور فولویک اسید از ۹۶% به ۴/۱% و در نمونه بدون حضور فولویک اسید از ۷۸% به ۱% رسید. ونگو همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که افزایش جذب سطحی با افزایش غلظت اولیه به دلیل افزایش نیروی به وجود

امده ناشی از شیب غلظت می باشد. همچنین کاهش شدت جذب به دلیل اشغال مکان های تبادلی توسط یون ها می باشد که باعث تمایل و سرعت کمتر جانشینی یون بر روی مکان های تبادلی می شود (برادل، ۲۰۰۴).



شکل۳-جذب سطحی سرب درمحلول در حضور (F) و عدم حضور فولویک اسید (O)



شکل ۴- شدت جذب سطحی سرب در حضور (F) و عدم حضور فولویک اسید (O)

اثر فولویک اسید:

در مطالعه‌ای که توسط باختروم و همکاران (۲۰۰۲) با موضوع تأثیر فولویک اسید بر جذب فلزات جیوه و کادمیوم بر سطح گوتیت انجام گرفت، نتایج نشان داده شد که در سیستم بدون فولویک اسید جذب این فلزات از ۱۰% (در pH=۳) تا ۷۰ درصد (در pH=۱۰) بر سطح گوتیت جذب شدند، این در حالی بود که این مقدار در حضور فولویک اسید در تمام دامنه‌های pH از ۹۲% هم فراتر رفت. با توجه به شکل ۳، در این تحقیق مشاهده شد که فولویک اسید به صورت معنی داری سبب افزایش جذب سطحی سرب شده است، دلیل این امر ممکن است این باشد که فولویک اسید دارای گروه‌های کربوکسیل، آمین و فنولیک بوده (تان و همکاران، ۲۰۰۸) و این گروه‌های عاملی نقش بسیار مهمی در جذب سطحی فلز مورد نظر ایفا می کنند (شنگ و همکاران، ۲۰۱۰). افزایش جذب سطحی سرب با افزایش غلظت فولویک اسید توسط وانگ و همکاران (۲۰۰۹) به اثبات رسیده است.

نتیجه گیری

داده های حاصل از جذب سطحی سرب در حضور و عدم حضور فولویک اسید در خاک آهکی به خوبی توسط ایزوترم های جذب فروندلیچ و لانگمویر برازش داده شدند و ضرایب تبیین(R^2)، خطای استاندارد مربعی (SSE)و خطای ریشه میانگین مربعی (RMSE) نشان دادند که ایزوترم لانگمویر مناسب تر است. مقادیر فاکتور جداکننده نشان دادند که فرایند جذب سطحی سرب بر روی خاک آهکی مورد مطالعه در حضور و عدم حضور فولویک اسید در بین صفر و یک بوده و جذب سطحی مناسبی باشد. با افزایش غلظت اولیه سرب، جذب سطحی افزایش یافت ولی شدت جذب کاهش پیدا کرد. حضور فولویک اسید در محلول خاک به صورت معنی‌دار باعث افزایش جذب فلز سرب از محلول خاک شد.

منابع

Arias M., Barral M. T., Da Silva-Carvalhal J., Mejuto J. C. andRubinos D. ۲۰۰۴. Interaction of Hg(II) with kaolin-humicacid complexes.Clay Miner, ۳۹ : ۳۵-۴۵.

Lu S. and Xu Q. ۲۰۰۹. Competitive adsorption of Cd, Cu, Pb and Zn by different soils of Eastern China. Environ Geol, ۵۷: ۶۸۵-۶۹۳.
Murphy E. M., Zachara J. M., Smith S. C. ۱۹۹۰. Influence ofmineral-bound humic substances on the sorption of hy-drophobic organic compounds.EnvironSciTechnol, ۲۴:۱۵۰۷-۱۵۱۶.
Murphy E. M., Zachara J. M., Smith S. C., Phillips J. L. ۱۹۹۲. Thesorption of humic acids to mineral surfaces and their role incontaminant binding.Sci Total Environ, ۱۱۷-۱۱۸: ۴۱۳-۴۲۴.
Backstrom M., Dario M., Karlsson S. and Allard B. ۲۰۰۳. Effectsof a fulvic acid on the adsorption of mercury and cadmium ongoethite.Sci. Total Environ,۳۰۴: ۲۵۷-۲۶۸.
Boily J.F. and Fein J. B. ۲۰۰۰. Proton binding to humic acids andsorption of Pb(II) and humic acid to the corundum surface.Chem. Geol,۱۶۸: ۲۳۹-۲۵۳.
Christl I. and Kretzschmar R. ۲۰۰۱. Interaction of copper andfulvic acid at the hematite-water interface. Geochim. Cosmo-chim. Acta,۶۵: ۳۴۳۵-۳۴۴۲.
Liu A. and Gonzalez R. ۲۰۰۰. Modeling adsorption of copper (II), cadmium(II) and lead(II) on purified humic acid. Langmuir, ۱۶: ۳۹۰۲-۳۹۰۹.
Sebastien S., William H., Herbert E. ۲۰۰۰. Solid-solution partitioning of metals in contaminated soils: dependence on pH, total metal burden, and organic matter. Environ SciTechnol, ۳۴: ۱۱۲۵-۱۱۳۱.
Backstrom, M., Dario M., Karlsson S., Allard B. ۲۰۰۳. Effects of a fulvic acid on the adsorption of mercury and cadmium on goethite. The Science of the Total Environment, ۳۰۴: ۲۵۷-۲۶۸.
Heike B.B. ۲۰۰۴. Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. Journal of Colloid and Interface Science, ۲۷۷: ۱-۱۸.
Webi T.W. and Chakravort R.K. ۱۹۷۴. Pore and solid diffusion models for fixed-bed adsorbers. Journal of American Institute of Chemical Engineers, ۲۰: ۲۲۸-۲۳۸.
Tan X., Wang X., Geckeis H., Rabung T. ۲۰۰۸. Sorption of Eu(III) on humic acid or fulvic acid bound to alumina studied by SEM-EDS, XPS, TRLFS and batch techniques, Environ. Sci. Technol, ۴۲: ۶۵۳۲-۶۵۳۷.
Shengab.G., Li b.J., Shaob D., Hub J., Chenb C., Dng Y. ۲۰۱۰. Adsorption of copper(II) on multiwalled carbon nanotubes in the absence and presence of humic or fulvic acids. Journal of Hazardous Materials, ۱۷۸: ۳۳۳-۳۴۰.
Chen Z., Xing B., McGill W.B. ۱۹۹۹. A unified sorption variable for environmental applications of the Freundlich isotherm. J. Environ. Qual, ۲۸: ۱۴۲۲-۱۴۲۸.
Wang S., Hub J., Li J., Dong Y. ۲۰۰۹. Influence of pH, soil humic/fulvic acid, ionic strength, foreign ions and addition sequences on adsorption of Pb(II) onto GMZ bentonite. Journal of Hazardous Materials, ۱۶۷: ۴۴-۵۱.
Aziz H.A., Yusoff M.S., Adlan M.N., Adlan N.H. and Alias S. ۲۰۰۳. Physico-chemical removal of iron from semi-aerobic landfill leachate by limestone filter. Waste management, ۲۴: ۳۵۳-۳۵۸.

Abstract

Adsorption of heavy metals depends on their initial concentration, metal nature, soil characteristics and environment conditions. In the present study, we investigated Pb adsorption in the presence and absence of fulvic acid. For the purpose of estimation of fulvic acid influence on the amount of Pbabsorption (۰, ۲۵۰, ۵۰۰, ۱۰۰۰, ۱۵۰۰ and ۲۰۰۰ mgPb kg^{-1}) were added to acalcareous soil and Langmuir and Freundlichisotherms were plotted. The results showed that the adsorption of Pbhas been done adequately. The results also demonstrated thatPb adsorption increased with the increase of the metal initial concentration. It seems thatthe metal adsorption intensity decreased;therefore this observation was attributed to the decrease in the exchangeable sites upon fulvic acid application.

مطالعه رابطه بین نفوذ آب باران و مقدار رطوبت اولیه در خاک‌های بافت مختلف

علی‌رضا واعظی [۱]، مهران بهتری [۲]
۱- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک
دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده
نفوذپذیری خاک از ویژگی‌های مهم فیزیکی خاک است که نقش تعیین کننده‌ای در فرآیند وقوع رواناب سطحی در خاک‌ها ایفا می‌کند. این مطالعه در دو خاک مختلف با بافت لومی، و لوم‌شنی در چهار سطح رطوبتی در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. اندازه‌گیری‌های صحرایی در کرت‌های رواناب به ابعاد ۸۰ سانتی‌متر ×۶۰ سانتی‌متر تحت باران شبیه‌سازی شده با شدت ۵۵ میلی‌متر در ساعت به مدت ۳۰ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، تفاوتی معنی‌دار بین دو خاک از نظر مقدار رطوبت اولیه نگه‌داشته شده در خاک ($p<۰۰۱/۰$) و عمق آب باران نفوذیافته ($p<۰۰۱/۰$) مشاهده شد. رابطه‌ای معنی‌دار منفی بین عمق آب باران نفوذ یافته و رطوبت اولیه در هر دو خاک مشاهده شد. در خاک لومی، اثر رطوبت اولیه بر عمق نفوذ در سطوح بالای رطوبتی بیش‌تر از سطوح پایین بود و در خاک لوم شنی نتایج برعکس بود.

واژه های کلیدی: باران شبیه‌سازی شده، کرت رواناب، عمق آب نفوذیافته، نفوذپذیری خاک

مقدمه
نفوذپذیری خاک از ویژگی‌های مهم فیزیکی خاک است که نقش تعیین کننده‌ای در فرآیند وقوع رواناب سطحی ایفا می‌کند. شرایط رطوبتی اولیه خاک یکی از مهم‌ترین ویژگی سطحی بوده که بر حرکت آب در خاک‌ها اثر می‌گذارد (ساند و چو، ۲۰۱۲). تأثیر رطوبت اولیه خاك در تولید رواناب ناشی از متفاوت بودن نفوذپذیری خاك در رطوبت‌های مختلف خاك میباشد. قطره باران به راحتی به خاکی با رطوبت اولیه پایین نفوذ کرده و حجم جریان‌های سطحی کاهش می‌یابد. در خاک سست زمانی که رطوبت اولیه خاک بالاست، نفوذپذیری کاهش یافته و حجم جریان‌های سطحی افزایش می‌یابد (بلیسی و بلیسی، ۲۰۱۰). در خاک‌هایی که سرعت نفوذ بالایی دارند، رواناب زمانی تولید می‌شود که یا شدت بارش یا رطوبت اولیه خاک به طور قابل ملاحظه‌ای بالا باشد. در حالی که در خاک‌های با نفوذپذیری پایین، رواناب حتی در شدت‌های بارش پایین نیز تولید می‌شود (کاستیلو و همکاران، ۲۰۰۳).
اثر رطوبت اولیه بر مقدار نفوذ آب به خاک موضوعی مهم است که در تحقیقات مختلف به آن پرداخته شده است. در پژوهشی لوک (۱۹۸۵) اثر رطوبت اولیه خاک بر فرسایش بارانی را مورد بررسی قرار داده و نشان داد که نفوذ آب به خاک و تولید رواناب تابعی خطی از مقدار رطوبت اولیه خاک می‌باشند. پنا و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر رطوبت خاک بر فرآیند تولید رواناب نشان دادند که در حالت نزدیک به اشباع، نفوذپذیری بسیار پایین خاک عامل اصلی ایجاد رواناب حتی در رخدادهای باران با تداوم اندک می‌باشد. ترومن و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که افزایش رطوبت اولیه خاک به طور آشکاری (تا حد ۴۰ درصد) نفوذپذیری را کاهش داده و باعث افزایش رواناب (بیش از ۶۰ درصد) می‌گردد. با وجود مطالعات متعدد در زمینه تأثیر رطوبت اولیه بر نفوذپذیری خاک، این تأثیر به هنگام بارندگی به صورت کمّی و دقیق مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین این تحقیق به منظور بررسی تغییرات نفوذ آب به خاک تحت تأثیر باران به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها
آزمایش در دو زمین با شیب یکنواخت ۱۰% اما با خاک متفاوت در چهار سطح رطوبتی و در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک‌ها، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک، نمونه‌های ۲ کیلوگرمی جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه منتقل گردید. توزیع اندازه ذرات به روش هیدرومتری، درصد سنگریزه (۸-۲ میلی‌متر) به روش وزنی، جرم مخصوص ظاهری در صحرا به روش سیلندر ، میانگین وزنی قطر خاکدانه(MWD) به روش الک تر در مدت یک دقیقه، درصد کربن آلی خاك به روش والکلی- بلك، درصد آهك به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک، pH خاک در گل اشباع با استفاده از pH متر و شوری خاک در عصاره اشباع با استفاده از EC متر تعیین شدند.
واحدهای آزمایشی که برای تعیین نفوذ آب باران تحت تأثیر رطوبت اولیه استفاده شد عبارت از کرت‌هایی به ابعاد ۸۰× ۶۰ سانتی‌متر مربع بود. برای ایجاد کرت‌ها، علف‌های هرز کنده شد و سطح آنها به طور مکانیکی تسطیح گشت. در پایین دست کرت‌ها مخزن جمع‌آوری رواناب سطحی قرار داده شد. خاک داخل کرت‌ها به روش ثقلی با آب اشباع شد. در فواصل زمانی یک، چهار، هفت و ده روز رطوبت جرمی خاک‌ها اندازه‌گیری گردید. مقدار نفوذ آب به خاک تحت باران شبیه‌سازی شده در هر یک از خاک‌ها مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور یک دستگاه شبیه‌ساز باران به صورت بار ثابت با شدت ۵۵ میلی‌متر بر ساعت

طراحی گردید. هر کرت به صورت منظم تحت پنج رخداد بارش ۳۰ دقیقه‌ای با فاصله زمانی ده روزه از هم قرار گرفتند. مقدار (عمق) آب نفوذیافته به خاک به روش بیلان آبی محاسبه گردید. مقایسات بین دو خاک از نظر محتوای رطوبتی و عمق آب نفوذیافته بر اساس آزمون T با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. روابط بین عمق آب نفوذیافته به خاک و رطوبت اولیه خاک بر مبنای توابع ریاضی (خطی، لگاریتمی، نمایی و ...) با استفاده از نرم افزار Excel به دست آمد.

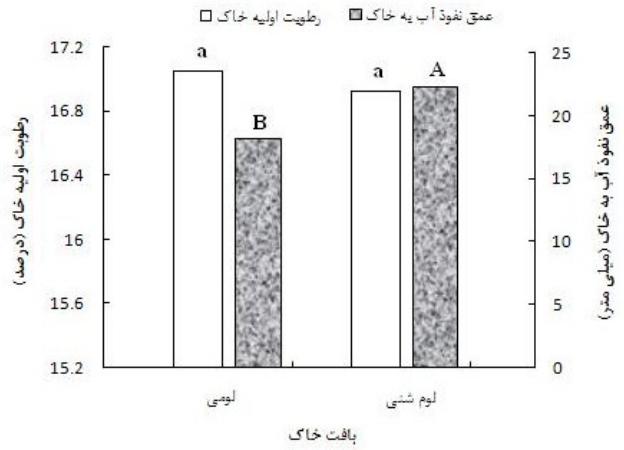
نتایج و بحث

نتایج تجزیه ویژگی‌های خاک‌ها نشان داد که بافت خاک‌ها لومی و لوم رسی بود. جدول ۱ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. خاک‌ها عموماً دارای درصد سنگریزه بالا (به ترتیب ۲۴ و ۲۶ درصد) بوده و واکنش در محدوده خنثی تا کمی قلیایی و هدایت الکتریکی در محدوده غیر شور بودند. خاک‌ها از نظر ماده آلی فقیر (کمتر از ۱ درصد) بوده با این وجود به واسطه داشتن مقدار نسبتاً بالایی کربنات کلسیم معادل (بیش از ۱۰ درصد)، جزء خاک‌های آهکی بودند. پایین بودن میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار بیانگر ناپایداری ساختمان خاک بود که یکی از علل آن خاکورزی‌های پیاپی و محتوای پایین ماده آلی خاک‌ها بود.

جدول ۱- ویژگیهای فیزیکی- شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

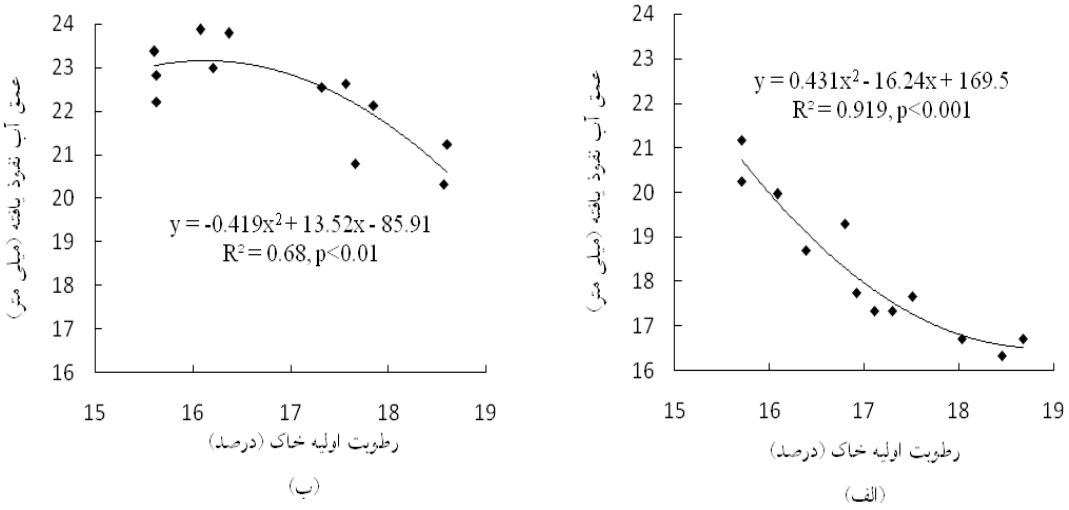
ویژگی خاک	بافت خاک	
	لومی	لوم‌شنی
شن (%)	۷/۳۶	۹/۶۲
سیلت (%)	۵/۴۲	۷/۲۲
رس (%)	۸/۲۰	۴/۱۴
سنگریزه (%)	۰۲/۲۴	۰۵/۲۶
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۳۲/۱	۳۰/۱
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (میلی‌متر)	۰۸/۲	۹۱/۱
واکنش	۸۷/۷	۴۳/۷
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۲۲/۱	۹۸/۰
ماده‌آلی (%)	۹۴/۰	۷۴/۰
آهک (%)	۸/۱۳	۲/۱۲

بررسی مقدار رطوبت اولیه در خاک‌ها پس از اشباع‌سازی نشان داد که در خاک لومی، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار رطوبت اولیه به ترتیب برابر ۹۲/۲۶ و ۱۵/۹ درصد، در خاک لوم‌شنی این مقادیر به ترتیب برابر با ۸/۲۸ و ۸۶/۱۱ درصد بود. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بافت خاک اثری معنی‌دار بر مقدار رطوبت اولیه نگه‌داشته شده در خاک ($p<۰۰۱/۰$) و عمق نفوذ آب باران ($p<۰۰۱/۰$) داشتند (شکل ۲). در پژوهشی اینگلیش و همکاران (۲۰۰۵) نیز نتیجه گرفتند که بافت خاک عامل مهم تعیین کننده مقدار رطوبت خاک در مناطق نیمه‌خشک است، با این وجود تأثیر آن می‌تواند توسط زمان و عمق پروفیل خاک تعدیل شود. همانطور که شکل ۲ مقایسه میانگین اثر نوع خاک بر مقدار رطوبت اولیه و عمق نفوذ آب باران به خاک را نشان می‌دهد میزان رطوبت اولیه در خاک لومی ۰۵/۱۷درصد و در خاک لوم‌رس‌شنی ۰۱/۱۶ درصد بود. عمق نفوذ آب در خاک لوم‌رس‌شنی ۶/۲۲ میلی‌متر)و در خاک لومی ۲۶/۱۸ میلی‌متر بود. وجود مقدار بیش‌تر رس و نیز مقدار بالاتر ماده آلی (۲۰۰۵) در خاک لومی موجب شد مکش خاک بیش‌تر باشد. این موضوع موجب بالاتر بودن رطوبت نگه‌داشته شده در این خاک نسبت به خاک دیگر شد. با این وجود داشتن تخلخل درشت نسبتاً بیش‌تر در خاک لوم‌رس‌شنی و پایین بودن ذخیره رطوبتی موجب شد مقدار نفوذ آب در آن نسبت به خاک لومی بالاتر باشد.



شکل ۱ - مقدار رطوبت اولیه (درصد) و عمق نفوذ آب باران (میلی‌متر) در خاک‌ها مورد بررسی

بر اساس نتایج رابطه‌ای معنی‌دار بین عمق نفوذ آب باران و رطوبت اولیه در خاک لومی ($p<0.01$, $R^2=0.92$) و خاک لوم شنی ($p<0.01$, $R^2=0.68$) وجود داشت (شکل ۲). در هر دو خاک عمق نفوذ آب باران با افزایش محتوای رطوبتی اولیه کاهش چشم‌گیری نشان داد. نتایج تحقیقات کوبلد و بریلی (۲۰۰۵) نیز نشان داد که رطوبت اولیه خاک اثری معنی‌داری بر نفوذپذیری خاک و تولید رواناب داشت. در خاک لومی، اثر رطوبت اولیه بر عمق نفوذ در سطوح بالای رطوبتی بیش‌تر از سطوح پایین بود در حالی که در خاک لوم شنی اثر رطوبت اولیه بر عمق نفوذ در سطوح بالای رطوبتی کم‌تر از سطوح پایین بود.



شکل ۲ - رابطه بین عمق نفوذ آب باران و رطوبت اولیه در خاک لومی (الف) و خاک لوم‌شنی (ب)

منابع

Belicci E., and Belicci R. ۲۰۱۰. Study the influence initial soil moisture and use on the phenomena of solid flows from the slopes of a hydrographical basin. Research Journal of Agricultural Science, ۴۲ (۳): ۱۱۲۵-۱۱۳۴.

Castillo V.M., Gomez-Plaza A., and Martinez-Mena M. ۲۰۰۳. The role of antecedent soil water content in the runoff response of semiarid catchments: a simulation approach. Journal of Hydrology, ۲۴۸: ۱۱۴-۱۳۰.

English N.B., Weltzin J.F., Fravolini A., Thomas L., and Williams D.G. ۲۰۰۵. The influence of soil texture and vegetation on soil moisture under rainout shelters in a semi-desert grassland. Journal of Arid Environments, ۶۳: ۳۲۴-۳۴۳.

Kobold M., and., Brilly M. ۲۰۰۵. The influence of soil moisture and evapotranspiration on runoff. Advanced weather radar system, Proceedings of International seminar, Locarno. ۱۷۹- ۱۸۶.

Krull E.S., Skjemstad J.O., and Baldock J.A. ۲۰۰۵. Functions of soil organic matter and the effect on soil properties. CSIRO published. pp: ۱۲۹.

Luk S.H. ۱۹۸۵. Effect of antecedent soil moisture content on rainwash erosion. Catena, ۱۲: ۱۲۹-۱۳۹.

Malik R.S., Butter B.S., Anlauf R., and Richter J. ۱۹۸۷. Water penetration into soils with different textures and initial moisture contents. Journal of Soil Science, ۴۴: ۳۸۹-۳۹۳.

Penna D., Tromp-van Meerveld H.J., Gobbi A., Borga M., and Dalla Fontana, G. ۲۰۱۰. The influence of soil moisture on threshold runoff generation processes in an alpine headwater catchment. Hydrology. Earth System, ۷: ۸۰۹۱-۸۱۲۴.

Sande L., and Chu X. ۲۰۱۲. Laboratory experiments on the effect of micro topography on soil-water movement: spatial variability in wetting front movement. Applied Engineering in Agriculture, ۲۷: ۶۱۵-۶۲۰.

Truman C.C., Potter T.L., Nuti R.C., Franklin D.H., and Bosch D.D. ۲۰۱۱ Antecedent water content effects on runoff and sediment yields from two coastal plain ultisols. Agricultural Water Management, ۹۸: ۱۱۸۹-۱۱۹۶.

Abstract

Soil infiltration is one of the most important soil physical properties which plays a key role in surface runoff process in the soils. This study was carried out in two soil textures including clay and sandy loam with four antecedent moisture levels using completely randomized design at three replicates. The field experiments were done in the runoff plots with ۶۰ cm ≜ ۸۰ cm in dimensions using simulated rainfalls (۵۵ mm h^{-1} for ۳۰ min). Significant differences were found between the soils in antecedent moisture content ($p< ۰.۰۰۱$) and infiltrated rain water ($p< ۰.۰۰۱$). Negative relationships were observed between infiltrated rain water and antecedent moisture content in the soils. Loam appeared to be more susceptible to infiltration in high moisture levels as compared to the low moisture levels, whereas sandy loam showed the contrast results.

بررسی وضعیت آلودگی سرب و کادمیم در خاک‌هایسطحی پایانه‌های مسافربری (مطالعه موردی: پایانه مسافربری امام رضا (ع)، مشهد)

صدیقه ملکی [۱]، رضا پوزشی [۲]، علیرضا کریمی [۳]،محسن شریعتی [۲]
۱-دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،۲-دانشجوی دکتری علوم خاک، پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده
انباشت فلزات سنگین در خاك یکی از مشکلات عمده زیست محیطی محسوب می‌شود. از طرفی با افزایش نیاز جوامع به جابجایی و ارتباطات، استفاده از وسایل نقلیه، روز به روز افزایش یافته است. خودروها عموما منابع اصلی تولید آلاینده‌های فلزات سنگین در شهرها هستند. اهدف این پژوهش شامل، تخمین غلظت عناصر سنگین سرب و کادمیم در خاک‌های فضای سبز مناطق مختلف پایانه مسافربری امام رضا (ع) مشهد و تعیین ارتباط بین تردد اتوبوس‌ها و انباشت فلزات سنگین در خاک‌های منطقه می‌باشند. منطقه مورد مطالعه در پایانه مسافربری امام رضا (ع)، در بخش جنوب غرب شهر مشهد واقع گردیده است. به طریق کاملا تصادفی از ۲۵ نقطه نمونه‌برداری انجام گردید. نتایج نشان میدهد که غلظت آلوده کننده‌های کادمیم در منطقه بالای حد آستانه است ولی برای سرب در حال حاضر آلودگی خاك جدی نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سرب، پایانه مسافربری امام رضا، کادمیم

مقدمه
پس از آب و هوا، خاك مهم‌ترین جز محیط زیست تلقی میشود. ارتباط مداوم و مستقیم خاك با گیاهان و همچنین انسان، توجه ویژه به سلامت خاك را تشدید میکند (رنگ زن و همکاران، ۱۳۸۵). انباشت فلزات سنگین در خاك یکی از مشکلات عمده زیست محیطی محسوب می‌شود. این فلزات به وسیله هوادیدگی طبیعی سنگ‌ها و فعالیت‌های صنعتی در بیوسفر آزاد می‌شوند. از جمله خصوصیات فلزات سنگین خاک غلظت آن‌ها در خاک است که به دلیل غیر قابل تجزیه بودن و اثرات سو آن‌ها بر موجودات زنده حائز اهمیت شناخته شده‌اند. عناصر سنگینی چون سرب و کادمیم به دلیل توانایی بالقوه در آسیب‌رسانی به سلامت انسان‌ها و حیوانات در چند دهه اخیر از نظر مسئولان زیست محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند و سعی شده است از ورود آن‌ها به چرخه محیط زیست تا حد امکان جلوگیری شود. تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی، آفت‌کش‌ها، مواد رنگی، باتریها، سوخت‌های بنزینی و گازوئیل و لاستیک خودروها هر کدام به نحوی باعث آلودگی خاک به فلزات سنگین می‌شوند (عباسپور، ۱۳۸۳). این گونه فلزات با توجه به داشتن خواص و اثرات بالقوه سیتوتوکسیک، کارسینوژنیک و موتاژنیک، مخاطرات جدی را بر سلامت انسان و سایر موجودات زنده وارد می‌نمایند (Amouei et al, ۲۰۰۶).

با افزایش نیاز جوامع به جابجایی و ارتباطات، استفاده از وسایل نقلیه، روز به روز افزایش یافته است، به طوری که براساس پیش‌بینی انجام شده در سال ۲۰۲۰ میلادی حدود ۹۵۰ میلیون وسیله نقلیه در جهان وجود خواهد داشت (Schwela and Zali, ۱۹۹۹). خودروها عموما منابع اصلی تولید آلاینده‌های فلزات سنگین در شهرها هستند که این آلاینده‌ها به صورت ذرات از اگزوز یا دیگر اجزا خودرو وارد محیط می‌شوند.

غلظت سرب در خاك‌ها بین ۱ تا ۲۰۰ میلیگرم برکیلوگرم و به طور متوسط ۱۵ میلیگرم برکیلوگرم و حد بحرانی آن ۵۰ میلیگرم بر کیلوگرم میباشد (صاحبقدم لطفی، ۱۳۶۷). در مورد کادمیم، به طور کلی اکثر خاك‌های غیر آلوده غلظت‌های کمتر از ۱ میلیگرم بر کیلوگرم را دارند و غلظت بحرانی آن در خاک ۵/۱ تا ۵/۲ میلیگرم بر کیلوگرم است (Bolan et al, ۲۰۰۳).

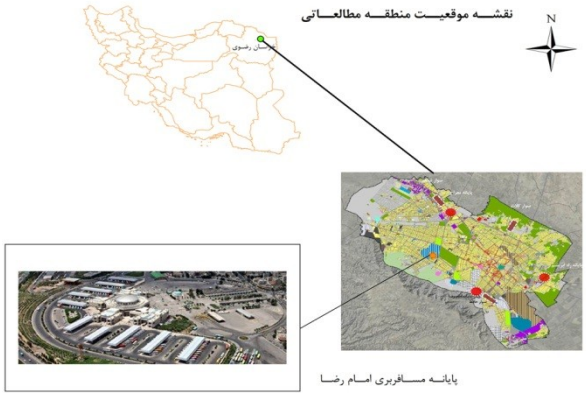
Ward et al. (۱۹۷۷) در آکلند زلاندنو غلظت فلزات سنگین کادمیم و سرب را در خاک سطحی حاشیه خیابان‌ها و در ۱۷ سایت اندازه‌گیری کردند. نتایج آن‌ها حاکی از کاهش تدریجی غلظت فلزات سنگین خاک با افزایش فاصله از خیابان بود و مقدار سرب خاک به طور کاملا مشخصی با ترافیک ارتباط داشت ولی این ارتباط در مورد کادمیم، ضعیف مشاهده شد.

Carlosena et al (۱۹۸۸)نیز در لاکرونا اسپانیا به مطالعه اثر ترافیک خودرویی بر روی محتوای فلزی خاک حاشیه چند خیابان اقدام کردند و نتیجه گرفتند که سرب، کادمیم، مس و روی از یک رفتار مشابه تحت اثر انتشارات ترافیکی پیروی می‌کنند. لازم به ذکر است این مطالعات غالبا در دیگر کشورها صورت گرفته است (Harrison et al, ۱۹۸۱) اما نتایج آن‌ها را نمی‌توان با اطمینان در ایران بکار برد که علت عمده آن تفاوت در معماری و طراحی خیابان‌ها و ساختمان‌ها و نیز ترافیک و ورود و خروج وسایل نقیه در شهرهای ایران نسبت به شهرهای مطالعه شده خارجی است. بنابراین، با توجه به شهر بزرگی همانند مشهد و با داشتن رفت و آمد و ورود زائران زیاد به این شهر، انجام مطالعات پیرامون آلودگی فلزات سنگین آن بسیار مفید و ضروری به نظر می‌رسد. براساس نتایج مطالعات صورت گرفته در زمینه آلودگی هوای شهر مشهد، اصلیترین عامل آلودگی هوا وسایط نقلیه موتوری و پایانه‌های مسافربری هستند (طرح جامع شهر مشهد، مهندسین مشاور فرنهاد، ۱۳۹۱). از سوی دیگر، در پایانه مسافربری امام رضا (ع) مشهد نیز با توجه به حجم بالای تردد خودروهای سنگین که خود یکی از بزرگ‌ترین منابع تولید آلودگی فلزات سنگین به شمار می‌روند این نیاز احساس می‌شود که با

توجه به تجمع خطر عناصر سرب و کادمیم و اثرات منفی زیست محیطی، بررسی غلظت این عناصر صورت گیرد و براساس آن برای پاک‌سازی مناطق آلوده تمهیدات لازم صورت گیرد. همچنین، لازم به ذکر است که اراضی تحت کشت فضای سبز پایانه مسافربری امام رضا (ع) مشهد به‌دلیل، تردد وسایل نقلیه، شکل منحصر بفرد اراضی، آلودگی شدید دارای اهمیت خاصی هستند.
با توجه به این‌که تاکنون در این پایانه پژوهشی در زمینه بررسی غلظت عناصر سنگین بخصوص سرب و کادمیم با توجه به اهمیت بررسی این عناصر صورت نگرفته است؛ این پژوهش به منظور دسترسی به اهداف ذیل دراین پایانه طراحی شده است:
تخمین غلظت عناصر سنگین سرب و کادمیم در خاک‌های فضای سبز مناطق مختلف پایانه مسافربری امام رضا (ع) مشهد ۲- تعیین ارتباط بین تردد اتوبوس‌ها و انباشت فلزات سنگین در خاک‌های منطقه

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با مساحت ۴۷ هکتار در انتهای خیابان امام رضا (ع) و جاده شهید کلانتری در بخش جنوب‌غربی شهر مشهدواقع گردیده است. این منطقه در طول جغرافیایی ۳۴ ۳۵ ° ۵۹ تا ۰۷ ۳۵ ° ۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی ۴۱ ۱۵ ° ۳۶ تا ۴۹ ۱۵ ° ۳۶ شمالی قرار دارد(شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان خراسان رضوی و شهر مشهد

پس از بازدید منطقه و شناسایی دقیق موقعیت فضای سبز،به طریق کاملا تصادفی از ۲۵ نقطه نمونه‌برداری انجام گردید. موقعیت محل نمونه‌برداری توسط GPS شناسایی شد. لازم به ذکر است که نمونه‌برداری از ۲ منطقه متفاوت، یکی نزدیک جایگاه‌های اتوبوس‌ها و محل تردد خودروها (سایت ۱) و منطقه دیگر از خاک فضای سبز مناطق دورتر از ایستگاه‌ها و دورتر از تردد خودروها (سایت ۲) جهت مقایسه میزان آلودگی در پایانه مسافربری امام رضا (ع)صورت گرفت. در هر نقطه از افق سطحی از عمق ۲۰-۰ سانتیمتری اقدام به نمونه‌برداری گردید.
کلیهنمونه‌هاپس ازهواخشکشدن وکوبیدهشدن،ازالک ۲میلیمتری (مش شماره ۱۰)عبورداده‌شدند.بافتخاکپساز اکسیداسیونموادآلی، باروشهیدرومتری (Bouyoucos, ۱۹۶۲)، اسیدیتهخاکدرحالت گلاشباع بااستفادهازدستگاه pH متردارایالکترودشیشه‌ای، هدایتالکتریکیبااستفادهازدستگاههدایتسنجالکتریکی درعصارهاشباع(Page et al, ۱۹۸۲)، کربن آلی با اکسیداسیون توسط دی کرومات پتاسیم (Walkley and Black, ۱۹۳۴)، کربنات کلسیم معادلبه روش خنثی کردن مواد خنثی شونده با اسید کلریدریک و تیتراسیون اسید اضافی با سود (Page et al, ۱۹۸۲)، نیتروژن کل خاك با استفاده از روش کجلدال (Bremmer and Mulvaney, ۱۹۸۲)، اندازه‌گیری پتاسیم قابل دسترس به روش شعله‌سنجی (Richards, ۱۹۵۴)، فسفر قابل دسترس به روش اولسن (Olsen and Summer, ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شدند. برای تعیین غلظت شبه کل عناصر سرب وکادمیم، نمونه‌ها توسط تیزاب سلطانی عصاره‌گیری شدند(ISO/CDT، ۱۹۹۵)و غلظت آن‌ها توسط دستگاه جذب اتمی قرائت شد.

نتایج و بحث

نتایجبررسیهایآزمایشگاهیخصوصیاتفیزیکیوشیمیاییخاکرخ‌های‌هایموردمطالعهدرجدول ۱ارائهشدهاست.

جدول ۱-توصیفآماریویژگیهایخاك

پارامتر	واحد	حداقل	حداکثر	دامنه تغییرات	میانگین	انحرافمعیار	ضریبتغییرات	چولگی	کشیدگی
OC	(%)	۲۳/۰	۱۱/۲	۸۷/۱	۸۱/۰	۵۲/۰	۶۴/۰	۲۵۹/۳	۳۷۸/۰
CCE	(%)	۵/۰	۵/۴۷	۴۷	۹۰/۱۶	۶۳/۱۱	۶۸/۰	۰۳۴/۱	۹۱/۱۸
Clay	(%)	۱۷/۲۴	۳۳/۴۸	۱۷/۲۴	۲۰/۳۲	۹۸/۴	۱۵/۰	۱۴/۱	۳۸/۳
Silt	(%)	۳۳/۸	۶۷/۴۶	۳۳/۳۸	۵۹/۲۲	۷۹/۱۰	۴۷/۰	۷۹/۰	-۳۰/۰

Sand	(%)	۶۷/۲۱	۵/۶۲	۸۳/۴۰	۲/۴۵	۴۲/۱۳	۲۹/۰	-۳۷/۰	-۸۸/۰
pH	Log (H+)-	۰۷/۷	۷۰/۸	۶۳/۱	۸۶/۷	۳۶/۰	۰۴/۰	۳۳/۰	۹۸/۰
EC	(ds.m-۱)	۹۳/۰	۷۵/۱۴	۸۲/۱۳	۴۷/۵	۹۷/۳	۷۲/۰	۰۲/۱	-۱۷/۰
N total	(%)	۰۱/۰	۱۸/۰	۱۷/۰	۰۶/۰	۰۴/۰	۶۶/۰	۰۸/۱	۵۳/۰
K total	mg kg-۱	۴۱/۱۱	۳۵/۲۰	۹۳/۸	۳۸/۱۵	۸۶/۲	۱۸/۰	۵۰/۰	-۸۴/۰
P total	mg kg-۱	۳/۰	۸۷/۰	۵۷/۰	۴۱/۰	۱۵/۰	۳۶/۰	۲۵/۲	۳۹/۴
P available	mg kg-۱	۰۱۰/۰	۳۲/۱	۳۲/۱	۲۱/۰	۲۰/۰	۹۵/۰	۳۸/۲	۷۸/۴
Pb	mg kg-۱	۰۸/۱۸	۲۳/۳۹	۱۵/۲۱	۵۸/۲۹	۳۱/۴	۱۴/۰	-۲۲/۰	۵/۱
Cd	mg kg-۱	۲	۹۳/۵	۹۳/۳	۶۵/۳	۰۵/۱	۲۸/۰	۷۲/۰	-۱۴/۰

P available= ،فسفر کل =P total ، ،پتاسیم قابل دسترس =K total،نیتروژن کل =N total،اسیدیتهخاک =pH،هدایتالکتریکی =EC ،سزب =Pb ،شن =Sand،سیلت =Silt ،رس =Clay،رطوبتاشباع =SP،کربناتکلسیممعادل =CCE،کربنآلیخاک =OC،فسفر قابل دسترس کادمیم =cd

نتایج جدول حاکی از آن است باوجودکوچکبودنمنطقهموردمطالعه،دامنهتغییراتویژگیهایخاکنسبتا نتایج جدول حاکی از آن است با وجود کوچک بودن منطقه مورد مطالعه، دامنه تغییرات ویژگیهای خاک نسبتا زیاد میباشد که با توجه سطح کم محدوده مورد مطالعه و ثابت بودن مواد مادری و اقلیم، میتوان گفت که دلیل انتقال خاک از مناطق مختلف و نوع گیاه کاشت شده و عملیات مدیریتی از عوامل اصلی تغییرات ویژگیهای خاک ذز فضای سبز این منطقه هستند.

به منظور بررسی روابط بین عناصر سنگین با سایر خصوصیات خاکی اندازه‌گیری شده در منطقه و درک و ارتباط آن‌ها با سایر پارامترها به منظور تصمیم‌گیری هر چه بهتر در منطقه برای رفع آلودگی‌ها از ماتریس همبستگی استفاده شد. همچنین به دلیل زیاد بودن تعداد متغیرها و به منظور کاهش هم‌خطی بین متغیرهای مستقل (به دلیل تکرار اطلاعات مشابه در متغیرهای با همبستگی زیاد)، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد تا متغیرهایی که همبستگی خطی بیشتری با هم دارند در مدل‌سازی قرار گیرند. جدول ۲ ضریب همبستگی بین عناصر مورد مطالعه با یکدیگر را نشان میدهد.

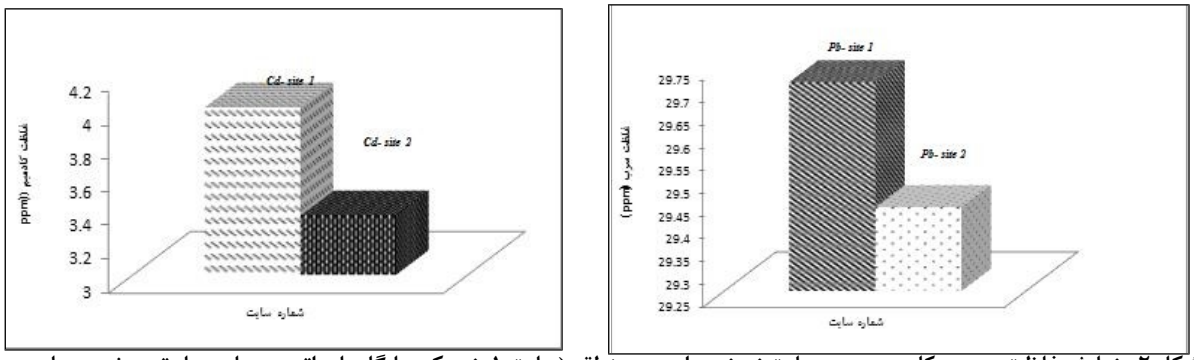
جدول۲- ضرایبهمبستگیبینویژگیهایخاك با یکدیگر

	Pb	Cd	CCE	OC	N	pH	EC	Sand	Clay	Silt	K total	P total	P available
Pb	۱												
Cd	۴۲/۰*	۱											
CCE	۲۰/۰-	۰۰۴/۰	۱										
OC	۱۱/۰	۱۰/۰-	۰۰۱/۰	۱									
N	۰۳/۰	۱۹/۰-	-۰۰۶/۰	۹۵/۰**	۱								
pH	۲۰/۰	۲۹/۰	۵۰۲/۰*-	۰۳۳/۰	-۰۱۳/۰	۱							
EC	۰۰۱/۰	۰۵/۰-	-۱۹۸/۰	-۳۲۸/۰	-۲۸۱/۰	۱۹۰/۰	۱						
Sand	۰۵/۰	۲۵/۰	-۰۲۶/۰	۷۳۲/۰*	۷۴۵/۰**	۱۵۴/۰	۰۸۷/۰	۱					
Clay	۱۸/۰	۲۹/۰-	-۲۵۶/۰	۳۷۳/۰	۳۸۲/۰	-۲۰/۰	۱۳۴/۰	-۶۶۲/۰**	۱				
Silt	۱۵/۰-	۱۸/۰-	۱۵۱/۰	۷۳۸/۰**	۷۵۰/۰**	-۱۰/۰	۱۷۱/۰-	-۹۳۸/۰**	۳۶۱/۰	۱			
K total	۱۰/۰	۱۲/۰	-۱۵۰/۰	۴۴۳/۰*	۵۱۵/۰**	۱۱۹/۰-	۳۰۵/۰-	-۵۴۳/۰**	۰ ۴۷۲/۰	۴۷/۰*	۱		
P total	۰۵/۰	۰۰۹/۰	۰۰۶/۰	۶۷۲/۰**	۷۳۹/۰**	۰۸۰/۰-	۲۱۶/۰-	-۵۵۸/۰**	۲۲۸/۰	۵۸/۰**	۴۸/۰*	۱	
P available	۰۵/۰-	۰۴/۰	۱۲۳/۰	۶۷۲/۰**	۷۴۴/۰**	۰۸۶/۰-	۳۲۱/۰-	-۵۶۹/۰**	۱۵۶/۰	۶۳/۰**	۵۵/۰**	۹۶/۰**	۱

همبستگیمعنیداردرسطح ۵ درصد،همبستگیمعنیداردرسطح ۱ درصد***

نتایج جدول همبستگی حاکی از آن است که سرب و کادمیم با یکدیگر دارای همبستگی در سطح ۵ درصد می‌باشند و با سایر پارامترها همبستگی در منطقه نشان ندادند.

همان‌طور که نتایج جدول ۱ و شکل ۲ نشان می‌دهند میانگین سرب موجود در خاک کمتر از میزان بحرانی است؛ از این‌رو، در منطقه مورد مطالعه در حال حاضر مشکلی وجود ندارد، اما با توجه به بیشتر بودن سرب در محل تردد اتوبوس‌ها، انتظار میرود که در سالیان آینده مقدار سرب در خاک افزایش پیدا کند. میانگین غلظت کادمیم نشان می‌دهد که میزان این عنصر بیشتر از حد بحرانی می‌باشد. همچنین، میزان این عنصر در سایت شماره ۱ (نزدیک به جایگاه اتوبوس‌ها و محل سوار شدن مسافران) بیشتر از سایت شماره ۲ می‌باشد. اگرچه در نتایج (۲۰۰۵) Wang پارامتر حجم ترافیک، به عنوان عاملی اثرگذار بر روند توزیع عناصر سنگین نام ذکر شده است، اما در این تحقیق ارتباط مناسبی بین غلظت سرب کل و این پارامتر نیز دیده نشد. برخلاف تعدادی از محققین (Ward; et al., ۱۹۷۷ Fakayode et al., ۲۰۰۳) که از پارامتر حجم ترافیک روزانه برای مقایسه غلظت در سایت‌ها استفاده کرده‌اند، در این تحقیق ارتباط ضعیفی بین آن و غلظت سرب دیده شد که این مشاهده با توجه به این که حجم ترافیک روزانه کمیتی است کوتاه مدت، منطقی به نظر می‌رسد. در ضمن ارتباط نسبتا مناسبی بین غلظت فلزات و پارامترهای ترافیکی سرعت مشاهده نشد؛ که این با نتایج تحقیقات تائبی و همکاران (۱۳۸۶) همخوانی دارد.



شکل ۲- نمایش غلظت سرب و کادمیم در دو سایت نمونه‌برداری در منطقه (سایت ۱: نزدیک جایگاه‌های اتوبوس‌ها و محل تردد خودروها و سایت ۲: مناطق دورتر از ایستگاه‌ها و تردد خودروها

بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که پارامترهایی همانند حجم ترافیک روزانه و سرعت ممکن است بر روند توزیع آلاینده‌های گازی که ذرات آن‌ها اندازه کوچکی دارند و امکان جابه‌جایی بیشتری برای آن‌ها در هوا وجود دارد، مؤثر باشند، ولی نمی‌توانند بر آلاینده‌هایی همانند فلزات سنگین که بزرگتر و سنگین‌تر هستند و به سرعت فرونشست جوی دارند، اثرگذار باشند.

به منظور اصلاح، بهسازی و جلوگیری از افزایش میزان آلودگی فلزات سنگین در خاک منطقه بخصوص میزان کادمیم می‌توان از روش‌های بیولوژیک استفاده نمود به نحوی که در این روش از گونه‌های گیاهی با توان بسیار بالای جذب و انباشت عناصر کمیاب استفاده می‌گردد. این گیاهان که موسوم با ابرانباشتگر هستند در مناطق آلوده به فلزات سنگین رشد کرده و مقادیر متنابهی از این فلزات نظیر سرب، روی، مس، کروم، نیکل و کادمیم را جذب می‌نمایند (عرفان‌منش و افیونی، ۱۳۸۱). گونه‌های غیردرختی و پرچینی مانند رزماری، شمشاد و خرزهره و گل‌های فصلی مانند تاج خروس، شمعدانی، گل کلم و همچنین برخی از درختان پهن برگ مانند توت در صورتی‌که در فصل خزان برگ‌های ریزش شده جمع آوری شوند، گیاهانی هستند که تا حدودی پارامترهای لازم را دارا میباشند.

منابع

تائبی، ا. سامانی مجد، س. و ابطحی، س.م. ۱۳۸۶. ارتباط عوامل ترافیکی با غلظت سرب و کادمیم در خاک حاشیه خیابان‌های شهری. پژوهشنامه حمل و نقل، جلد ۴، شماره ۳ ۴، صفحه‌های ۱۹۵تا ۲۰۵.

رنگ زن، ن. پاینده، خ. و لندی، ا. ۱۳۸۵. بررسی کیفیت پساب بر انباشت عناصر سنگین در دو گیاه سورگوم و شبدر. صفحه‌های ۱۶۱ تا ۱۶۲. مجموعه مقالات همایش خاك، محیط زیست و توسعه پایدار، کرج.

صاحبقدم لطفی، ع. ۱۳۶۷. متابولیسم سرب و مسمومیت‌های ناشی از آن. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

طرح توسعه و عمران شهر مشهد. ۱۳۹۱. جلد ایمینی و امنیت ، ص ۱۳۱. مهندسین مشاور فرنهاد آذر.

عرفان‌منش، م. و افیونی، م. ۱۳۸۱. آلودگی محیط زیست (آب، خاك و هوا). انتشارات ارکان، اصفهان، ۳۱۸ صفحه.

عباسپور، م. ۱۳۸۳. مهندسی محیط زیست (دو جلدی). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۱۰۷ صفحه.

Amouei AI., Mahvi AH. and Naddafi, K. ۲۰۰۶. Effect on heavy metals Pb, Cd and Zn availability in soils by amendments. J Babol University of Medical Sciences, ۷: ۲۶-۳۱.

Bouyoucos G.J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. Jour, ۵۴: ۴۶۴-۴۶۵.

Bolan N.S., Adriano B.C. and Mani P.A. ۲۰۰۳. Immobilization and phytoavailibility of cadmium in variable chargesoils. II. Effect of lime addition. Plant and Soil. ۲۵۱ : ۱۸۷-۱۹۸.
Bremmer J.M. and Mulvaney C.S. ۱۹۸۲. Total nitrogen. Methods of Soil Analysis, Agron, No. ۹, Part ۲ : Chemical and Microbiological properties.
Carlosena A., Andrade A.M. and Prada D.۱۹۹۸. Searching for heavy metals groupingroadside soils as a function of motorizedtraffic influence, Talanta, ۴۷, p. ۷۵۳-۷۶۷.
Fakayode S.O. and Olu-Owolabi B.I. ۲۰۰۳. Heavy metal contamination of roadside topsoil in Osogbo, Nigeria : its relationship to traffic density and proximity to highways. Environmental Geology, ۴۴, p.۱۵۰-۱۵۷.
Harrison R.M., Laxen D.P.H. and Wilson S.J. ۱۹۸۱. Chemical associations of lead, cadmium, copper, and zinc in street dusts and roadside soils. Environmental Science and Technology, ۱۵- ۱۱, p : ۱۳۷۸-۱۳۸۳.
ISO/CD ۱۱۴۶۶. ۱۹۹۵. Soil Quality-Extraction of Trace Elements Soluble in Aqua-Regia, Switzerland : The international organization for standardization; p.۱۲.
Olsen S.R. and Summer L.E. ۱۹۸۲. Phosphorus. In : A. L. Page (ed.), Methods of Soil Analysis, Agron, No. ۹, Part ۲ : Chemical and microbiological properties. ۲nd ed., p : ۴۰۳-۴۳۰. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
Page A.L., Miller R.H. and Keeney, D.R. ۱۹۸۲. Methods of Soil Analysis. ۲th ed. Part ۲ : Chemical and biological properties, Soil Sci Soc Am Inc. publisher.
Richards L.A. ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soil, USDA Hand book, No. ۶۰, Office Washington. DC.
Schwela D. and Zali O. ۱۹۹۹. Urbantraffic pollution", London : E & FN Spon.
Walkley A. and Black. I.A. ۱۹۳۴. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci, ۳۷ : ۲۹-۳۸.
Wang X. ۲۰۰۵. Integrating GIS, simulation models and visualization in traffic impact analysis. Computers, Environment and Urban Systems, ۲۹, p. ۴۷۱-۴۹۶.
Ward N., Brooks R. and Roberts E. ۱۹۷۷. Heavy metal pollution automotive emissions and its effect on roadside soils and pasture species in New Zealand. Environmental Science and Technology,۱۱- ۹. p. ۹۱۷-۹۲۰.

Abstract

Accumulation ofheavy metals in thesoilisa major problem forthe environment.However, using of vehicles increasedday by day withthe increasing need formobilityand communicationsocieties. Carsarethe main sourcesofheavy metalpollutioncities. The objectives of this study were assessed of predicting of heavy metals (pb and cd) and determinate of relationship betweenmovement of buses and accumulationof heavy metals indifferent soils of green space of Terminal bus of Emam Reza. Terminal bus area i.e study site is located in south east of Mashhad, Khorasan Razavi Province. Totally ۲۵ soil samples were collected random. Results indicate that concentration of cd is above the thresholds and that of pb is not serious at the moment in proximity of area.

تغییرات غلظت عنصر آهن با افزایش عمق در پروفیل های حفر شده در منطقه کربال استان فارس

محمد نظری [۱]، مجید باقر نژاد [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشدبخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز ۲- استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده
میزان توزیع آهن وتجمعات آن منعکس کننده بسیاری از فرایندها و شرایط پیدایشی خاک است.تجمعات آهن در شرایط محیطی متفاوتی تشکیل می شود و از دو دیدگاه محیط زیست و پیدایش و رده بندی خاک اهمیت دارد. در این تحقیق به منظور بررسی تغییرات غلظت آهن قابل استفاده در عمق های مختلف خاک های منطقه کربال، تعداد ۸ پروفیل حفر و از خاک آنها نمونه برداری شد. سپس غلظت آهن قابل استفاده در هر نمونه اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که غلظت آهن در مناطقی با شرایط اکسیداسیون و احیا (پروفیل های ۱،۳ و ۴)با افزیش عمق، افزایش و در مناطق فاقد خاصیت اکسیداسیون و احیا (پروفیل های ۲، ۵، ۶، ۷ و ۸) با افزایش عمق کاهش یافت.

واژه های کلیدی: تجمعات آهن، اکسیداسیون، احیا، غلظت آهن قابل استفاده

مقدمه:
خاک به عنوان منبع طبیعی غیر قابل تجدید در حال تخریب بوده که نهایتاً به کاهش تولیدات کشاورزی منجر شده است. خاک یکی از منابع مهم و ارزشمند طبیعت است. بدون داشتن خاک سالم حیات و زندگی بر روی زمین امکان پذیر نخواهد بود. ۹۵ درصد غذای انسان از زمین حاصل می شود. خاک به عنوان پالاینده طبیعت محسوب می شود، علاوه بر این که تأمین کننده مواد غذایی است، خاصیت تصفیه کنندگی نیز دارد. از نظر آلودگی، خاک های ایران هنوز در حد کشورهای پیشرفته نیست، ولی توسعه سریع صنعتی و کشاورزی و بهره جستن از مواد شیمیایی متنوع و هم چنین مصرف زیاد کودهای شیمیایی امکانات بالقوه ای را برای آلوده نمودن خاک های ایران فراهم ساخته است.آلودگی خاک به واسطه استفاده از کودشیمیایی در ایران بیشتر مربوط به مصرف بی رویه و نابجای آن هاست. استفاده از کودهای ناخالص باعث افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک می شود(کردوانی و همکاران، ۱۳۷۳). آهن حدود ۵ درصد از پوسته زمین را تشکیل میدهد. فازهای مختلفی از آهن در خاک وجود دارند که از جمله آنها میتوان به آهن موجود در کانیهای سیلیکاتی اولیه، رسها و اکسی- هیدروکسیدهای آهن با درجه تبلور متفاوت و آهن پیوند شده با مواد آلی اشاره نمود. اکسی- هیدروکسیدهای آهن در دامنه ای از ترکیبات بیشکل تا بلورین وجود دارند (فیلدر و سومر، ۲۰۰۴). گوتایت، هماتیت، لپیدوکروسایت، مگهمایت و مگنتیت از فراوانترین گونه های اکسید آهن در خاک هستند (کورنو و همکاران، ۲۰۰۵). ودرهلد و همکاران در سال ۲۰۰۷ بیان کردند تغییرات مقدار آهن و انتقال آن یکی از فرآیندهای کلیدی در تشکیل و رده بندی خاک است. تجمعات آهن و منگنز به شکلهای مختلف از قبیل سخت دانه ها، گرهک ها و پوشش ها در خاک ظاهر میشوند. امروزه تجمعات آهن و منگنز علاوه بر مطالعات پیدایش خاک از دیدگاه محیط زیست نیز مورد توجه میباشند. از دیدگاه پیدایشی این تجمعات در خاکهای دارای زهکشی ضعیف یافت میشوند و میتوانند به عنوان شاخصی برای شرایط هیدرومورفی خاک تلقی شوند (ودرهلد و همکاران، ۲۰۰۷ و گاسپاراتوس و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه بر این خصوصیات تجمعات به فرآیندهای هوادیدگی بستگی داشته و این امر میتواند نحوه پیدایش خاک را به خوبی نشان دهد. این تجمعات علاوه بر اهمیت از لحاظ مورفولوژی و رده بندی خاک، میتوانند در جذب و انباشت و در نتیجه سرنوشت بسیاری از عناصر حتی آلاینده ها در خاک مؤثر باشند (گاسپاراتوس و همکاران، ۲۰۰۵ و تن و همکاران ۲۰۰۵). ودرهلد و همکاران (۲۰۰۷) مقادیر کمتر آهن کل در افقهای سطحی دو خاک گلی سول و کمبی سول را گزارش کردند و دلیل آن را میزان آهن کمتر بقایای آلی در مقایسه با قسمت معدنی خاک دانستند. همین محققان بیان کردند که توزیع عناصری همچون فسفر، آرسنیک و سرب از توزیع آهن و منگنز و نقاط تجمعی و تخلیهای آنها پیروی میکند. اکسیدهای آهن و منگنز به تغییرات محیطی بسیار حساس بوده و به طور متناوب در میان شکافها و حفرات حرکت کرده و بر روی سطوح خاکدانه ها تجمع می یابند در نتیجه میتوانند نمایانگر محیط تشکیل خود باشند (لیو و همکاران، ۲۰۰۵). در اغلب خاکها خصوصیات مرفولوژیکی، آهن پدوژنیک و میزان رس اساس تخمین سن خاکها می باشد. شرایط اقلیمهای مدیترانهای باعث تسهیل آزادسازی آهن از کانیهای اولیه آهندار، اکسیداسیون و تبلور آن به شکل هیدروکسیدها و اکسی هیدروکسیدها میگردند (شورتمن و همکاران، ۱۹۸۶).

این پژوهش به منظور بررسی تغییرات غلظت آهن در اعماق مختلف خاک در شرایط اکسیداسیون و احیا انجام شد.

مواد و روش ها :

منطقه کربال واقع در ۲۰ کیلومتری شرق مرودشت و ۵۰ کیلومتری شمال شرق شیراز قرار گرفته است.این منطقه از شمال به کوه رحمت، از جنوب به کوه جیدون، از شرق به دریاچه بختگان و از غرب به اراضی مرودشت محدود می گردد.خاک های منطقه کربال در برخی مناطق به دلیل سابقه شالیکاری و نزدیک بودن به رودخانه کر دارای خاصیت اکسیداسیون و احیا می باشد.ابتدا با استفاده از عکس ها ی هوایی منطقه به مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و نقشه ها ی توپوگرافی محدوده مطالعاتی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ واحدهای فیزیوگرافی در منطقه شناسایی و تشخیص داده شد. سپس در منطقه مورد مطالعه ۸ نیمرخ حفر و تشریح صحرایی و نمونه برداری از نیمرخ ها انجام شد. نمومه ها پس از خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی متری برای انجام آزمایش های فیزیکی وشیمیایی مختلف آماده شد.

۲۰ گرم از هر نمونه توزین شده و درون ظروف پلاستیکی ریخته شد. به هر نمونه مقدار ۴۰ میلی لیتر عصاره گیر DTPA اضافه گردید. نمونه ها به مدت ۲ ساعت به وسیله دستگاه شیکر به هم زده شد و سپس به کمک دستگاه سانتریفوژ مواد جامد موجود در آن ته نشین گردید. صاف کردن نمونه ها به کمک کاغذ صافی واتمن ۴۲ انجام شد. در نهایت قرائت میزان آهن در عصاره های استخراج شده به کمك دستگاه جذب اتمی صورت گرفت.

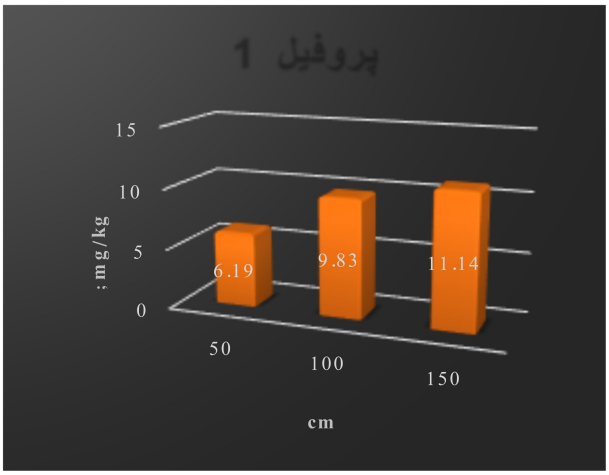
نتایج و بحث:

با توجه به نتایج جدول (۱) می توان گفت که میانگین غلظت آهن در عمق ۵۰ دارای بیشترین مقدار و در عمق ۱۵۰ دارای کمترین مقدار می باشد و همچنین غلظت آهن به ترتیب در پروفیل های ۶، ۴، ۳، ۱، ۵، ۷، ۸ و ۲ از بیشترین مقدار به کمترین مقدار تغییر کرده است.

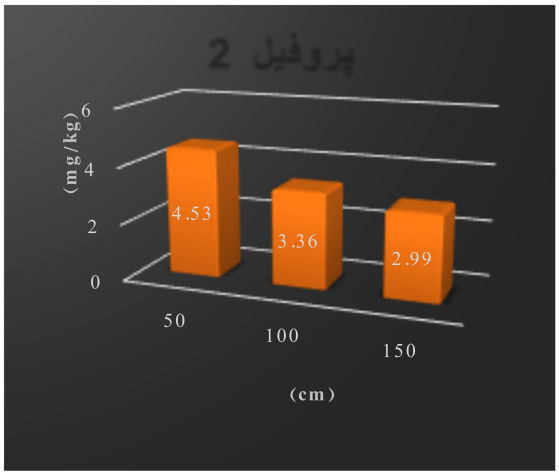
جدول ۱- اثر عمق بر تغییرات غلظت آهن در پروفیل های حفر شده

	عمق			
پروفیل	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	میانگین
۱	lm ۶/۱۹	h ۹/۸۳	fg ۱۱/۱۴	C ۹/۰۵
۲	۴/۵۳p	q ۳/۳۶	q ۲/۹۹	G ۳/۶۳
۳	۶/۶۵k	۸/۹۸i	۱۱/۷۳e	C ۹/۱۲
۴	۴/۱۹p	c ۱۴/۲۴	۱۵/۵۷b	B ۱۱/۳۳
۵	۱۱/۳۶ef	۸/۲۱j	klm ۶/۴۲	D ۸/۶۶
۶	a ۱۶/۰۶	۱۰/۷۵g	۸/۴۲j	A ۱۱/۷۵
۷	۱۲.۴۷d	۶/۵۳kl	۵/۴۳n	E ۸/۱۵
۸	۶/۰۸m	۴/۹۶o	۳/۳۸q	F ۴/۸۱
میانگین	A ۸/۴۴	A ۸/۳۶	B ۸/۱۳	

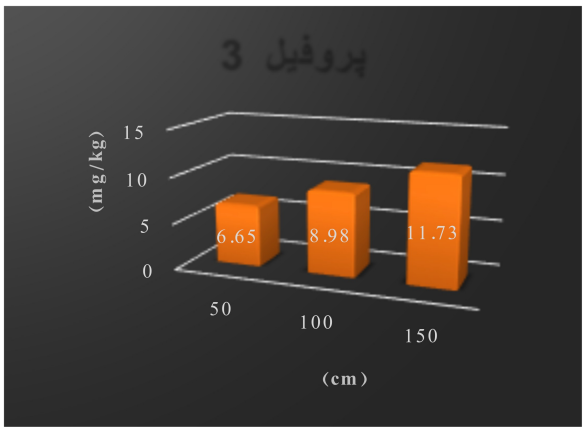
روند تغییر غلظت عنصر آهن در هر یک از پروفیل ها به صورت شکل های زیر مشخص شده است. همانطور که در شکل های زیر مشاهده می شود غلظت عنصر آهن در پروفیل های ۱، ۳ و ۴ با افزیش عمق، افزایش می یابد که این موضوع را میتوان به شالیزار بودن زمین های این مناطق و همچنین نزدیک بودن این زمین ها به رودخانه کر و بالا بودن سطح آب زیر زمینی نسبت داد چون در این شرایط خاک حالت اکسید و احیایی دارد و باعث احیاء آهن و افزایش غلظت آهن در محلول خاک می شود که این نتایج به دست آمده با نتایج فریدریچ وهمکاران(۲۰۰۳) که گزارش کردند میزاندردسترسبودنآهندرخاکوجذبآنتوسطریشهگیاه بستگیزیادیبهشرایطاکسیدواحیاییخاکوشکلآهنمحلولدارد، همخوانی دارد، همچنین غلظت عنصر آهن در پروفیل های ۲، ۵، ۶، ۷ و ۸ با افزایش عمق کاهش یافت چون این مناطق فاقد خاصیت اکسیداسیون و احیا می باشند.که نتایج به دست آمده با نتایج اسداله زاده و همکاران (۱۳۹۲) که بیان کردند که غلظت عنصر آهن قابل جذب در بخشی از اراضی کشاورزی دغ کبوتر خ ان در استان کرمان با افزایش عمق کاهش می یابد همخوانی دارد.

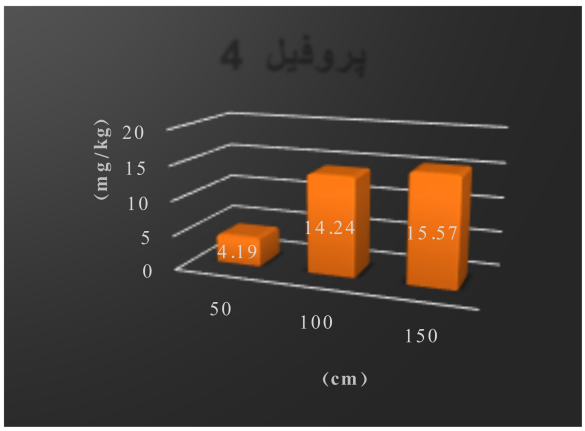


شکل ۱- اثر افزایش عمق بر غلظت آهن

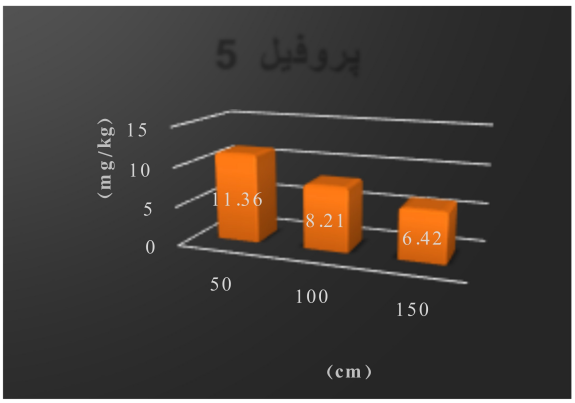


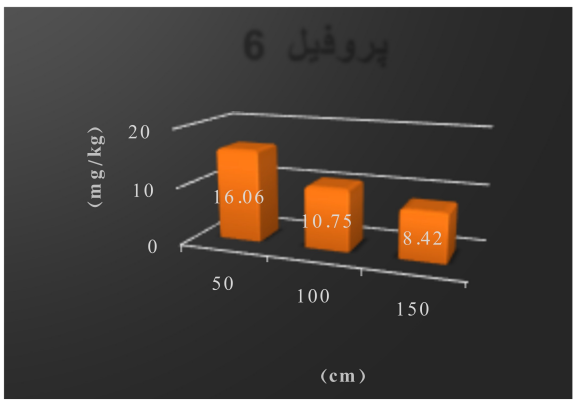
شکل ۲- اثر افزایش عمق بر غلظت آهن



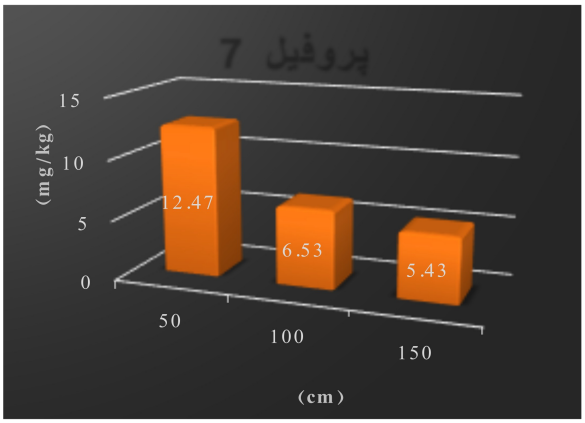


شکل۳- اثر افزایش عمق بر غلظت آهن شکل ۴- اثر افزایش عمق بر غلظت آهن

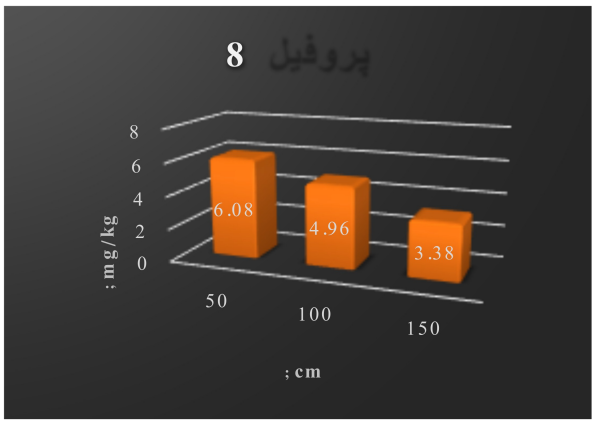




شکل ۵ - اثر افزایش عمق بر غلظت آهنشکل ۶- اثر افزایش عمق بر غلظت آهن



شکل ۷- اثر افزایش عمق بر غلظت آهن



شکل ۸- اثر افزایش عمق بر غلظت آهن

منابع:

اسداله زاده، م.، م، داودی. ۱۳۹۲. ارزیابی خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی خاک برای درختان پسته در بخشی از اراضی کشاورزی دغ کبوتر خان کرمان. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران.

کردوانی،پ.، ۱۳۷۳، "حفاظتخاک ".انتشارات دانشگاهتهران،چاپپنجم.

Cornu, S., V. Deschatrettes, S. Salvador-Blanes, B. Clozel,M.Hardy, S. Branchut, and L.Le Forestier.۲۰۰۵.Trace element accumulationin Mn-Fe oxide nodules of a planosolichorizen.Geoderma.۱۲۵:۱۱-۲۴.

Fiedler, S., and M. Sommer. ۲۰۰۴. Water and Redox Conditions in Wetland Soils-TheirInfluence on Pedogenic Oxides and Morphology.Soil Science Society of American Journal. ۶۸:۳۳۵-۳۲۶.

Friedrich, R. ۲۰۰۳. Developing a standardized procedure to screen lowland rice (*OryzaSativa*) seedlings for tolerance to iron toxicity.Msc. Thesis, RheinischeWillhelmsUniversity.Bon.Germany.۵۳.

Gasparatos, D., D. Tarenidis, C. Haidouti, and G. Oikonomou.۲۰۰۵.Microscopicstructural Fe-Mn nodule environmental impilication.Environtal Chemistry.۲:۱۷۵-۱۷۸.

Liu, F.,Gilkes, R.J.,Hart, R.D., Broand, A.,۲۰۰۲.Differences in potassium forms betweencutans and adjacent soil matrix in grey clay soil.Geoderma.۱۰۶:۲۸۹-۳۰۳.

Schwertmann, U., H. Kodama, and W.R. Fischer. ۱۹۸۶. Mutual interactions betweenorganics and iron oxides. p. ۲۲۳-۲۵۰. In Huang, P.M. and M. Scnitzer, (eds.) Interactionsof Soil Minerals with Natural Organics and Microbes.Soil Science Society of AmericaInc., Special Publication Vol. ۱۷. Madison. WI.

Tan, W., F. Liu, X. Feng, and Q. Huang, X. Li. ۲۰۰۵.Adsorption and redox reactions ofheavy metals on Fe-Mn nodules from Chinese soils.J of Colloid and Interface Sci. ۲۸۴:۶۰۰- ۶۰۵.

Wiederhold, j., N. Teutsch, S. Kraemer, and A. Halliday. ۲۰۰۷. Iron isotope fractionationduring pedogenesis in reoxomorphic Soil Science Society of American Journal ۷۱ : ۱۸۴۰-۱۸۵۰.

Abstract

Iron distribution and accumulation reflects processes and genesis condition in soils. Iron accumulation develops in different environmental conditions and it's important in soil genesis, classification and environment. To investigate the changes in available iron in different depths of Karbal's soils, ۸ profiles were drilled and sampled. The available iron were measured in samples, Results showed that the iron concentration in areas under oxidation and reduction processes (profiles ۱, ۳ and ۴) was increased with increasing in depth also in areas without redox properties (profiles ۲, ۵, ۶, ۷, ۸) it is reduced with increasing in depth.

بررسی اثر قارچ آسپرژیلوس و کود سبز بر حلالیت فسفر خاک

آزاده احسانی نژاد ۱ ، علی عباسپور ۲ ، حمیدرضا اصغری ۳ ، حمید رضا صمدلویی ۴
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آب و خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود، ۲- دانشیار گروه آب و خاک ، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود، ۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود، ۴- استادیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود

چکیده
فسفر دومین عنصر مورد نیاز گیاه است ولی حلالیت آن در خاکهای آهکی و اسیدی کم است. هزینه بالای تولید کودهای شیمیایی باعث شده است که محققین به دنبال جایگزینی برای کودهای شیمیایی باشند. یکی از راه‌های افزایش قابلیت جذب فسفر خاك، استفاده از ریز جانداران حل کننده فسفات و استفاده از مواد آلی است. به منظور بررسی اثر آسپرژیلوس نایجر و پودر یونجه بر فراهمی فسفر خاک، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: شاهد(C)، قارچ آسپرژیلوس نایجر(As)، سنگ فسفات (P)، پودریونجه (Y)، آسپرژیلوس + سنگ فسفات(As+P)، آسپرژیلوس +پودریونجه(As+Y)، آسپرژیلوس +پودریونجه+سنگ فسفات(As+Y+P) بود. پس از ۷۰ روز از رشد گیاه ذرت، فسفر قابل جذب و محلول در خاك و pH اندازه گیری شدند. تیمار (As+Y+P) کمترین pH و تیمار آسپرژیلوس نایجر بیش ترین فسفر محلول را داشتند.

کلمات کلیدی: فسفر، آسپرژیلوس نایجر، موادآلی

مقدمه
نقش عنصر فسفر به عنوان پرمصرف‌ترین عنصر غذایی بعد از نیتروژن در گیاهان غیرقابل انکار است و کمبود آن رشد گیاه را به شدت محدود می‌سازد. فسفر در تثبیت نیتروژن در لگوم‌ها و فرآیند تولید و انتقال انرژی دخالت مستقیم دارد. روش متداول در کشور برای تأمین نیاز فسفر در گیاهان زراعی مصرف کودهای شیمیایی فسفره می‌باشد (حسن زاده و همکاران، ۱۳۸۶). اما مطالعات نشان داده است که به دلیل پیچیدگی خاصیت شیمیایی فسفر در خاک های اسیدی و آهکی کمتر از ۲۰ درصد کود فسفره مصرفی توسط گیاه برداشت می شود و بقیه آن در خاک تثبیت و یا تغییر شکل یافته و به شکل غیرقابل جذب در می آید (وانس و همکاران، ۲۰۰۳). از طرفی معایب کودهای شیمیایی و هزینه بالای تولید آنها همچنین صدمات زیست محیطی ناشی از مصرف آنها باعث شده که تولید کودهای زیستی و استفاده از منابع جایگزین در مقایسه با مصرف کودهای شیمیایی از منافع اقتصادی و زیست محیطی فراوانی برخوردار باشد کودهای بیولوژیک علاوه بر صرفه اقتصادی باعث پایداری منابع خاك، حفظ توان تولید در دراز مدت و جلوگیری از آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی می‌گردند (قربانی، ۱۳۸۶). وارد کردن ریزجانداران حل‌کننده فسفات که توانایی تولید برخی از اسیدها دارند، با افزایش فسفر قابل جذب سبب افزایش کارایی سنگ فسفات شده و امکان استفاده از آنها را به عنوان یک کود قوت میبخشد. قارچها ۷/۴۶، باکتری ها ۳/۴۰ و اکتینومیست ها ۹/۱۲ درصد کل ریزجانداران حل‌کننده فسفات را در خاکهای ریزوسفری تشکیل می دهند. در میان قارچ های حل کننده فسفات می توان به آسپرژیلوس نایجر اشاره کرد (گاله و همکاران، ۲۰۰۰). این ریزجانداران با تولید اسیدهای معدنی (اسید کربنیک و اسید سولفوریک)، اسیدهای آلی (سیتریک، بوتیریک، اگزالیک، لاکتیک) وتولید فسفاتاز باعث انحلال فسفات معدنی وآلی می شوند (ساگو وهمکاران، ۱۹۹۸). والن و چانگ (۲۰۰۲) گزارش کردند که استفاده دراز مدت از مواد آلی باعث نگه داری فسفر با پیوندهای کم انرژی‌تر شده و فراهمی آن را در پروفیل خاک افزایش می‌دهد. معلوم شده است که برگرداندن شاخ و برگ گیاهان و دادن کود سبز به زمین و افزودن هرگونه مواد آلی به خاک بر قابلیت جذب فسفر بوسیله گیاه می‌افزاید (دلگادو و همکاران، ۲۰۰۲). در این مطالعه اثرات قارچ آسپرژیلوس نایجر و کود سبز بر فراهمی فسفر خاک مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
در شرایط گلخانه ایی آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با در نظر گرفتن تیمار با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۳ در دانشکده کشاورزی شاهرود انجام شد. تیمارها شامل شاهد(C)، قارچ آسپرژیلوس نایجر(As)، سنگ فسفات(P)، پودریونجه(Y)، آسپرژیلوس + سنگ فسفات (As+P)، آسپرژیلوس +پودریونجه (As+Y)، آسپرژیلوس +پودریونجه + سنگ فسفات(As+Y+P) بود. نمونه خاک از الک ۵/۰ سانتی‌متری عبور داده و گلدان‌ها پر شد. سپس در هر گلدان ۵ عدد جوانه بذر ذرت رقم سینگل کراس کاشته شد و یك هفته بعد با تنک کردن بوته‌ها، تعداد آن‌ها به دو عدد در هر گلدان تقلیل داده شد. آبیاری از طریق توزین گلدان‌ها و حفظ رطوبت ۶۰ درصد ظرفیت زراعی انجام شد. بعد از گذشت ۷۰ روز بوته ها برداشت گردید. سپس از خاک هر گلدان نمونه خاک برداشته شد و pH آن در عصاره ۱ به ۵/۲ اندازه گیری شد. برای اندازه گیری فسفر محلول نمونه خاک با آب مقطر عصاره گیری شده و با محلول آمونیوم مولیبدات و معرف کلرید قلع در طول موج ۶۵۰ نانومتر قرائت شد. فسفر قابل جذب نیز با بی کربنات سدیم

عصاره گیری و مشابه فسفر محلول اندازه گیری شد. نتایج مربوطه بااستفاده از نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه و تحلیل و نمودارها در برنامه Excel تهیه گردید.

نتایج و بحث

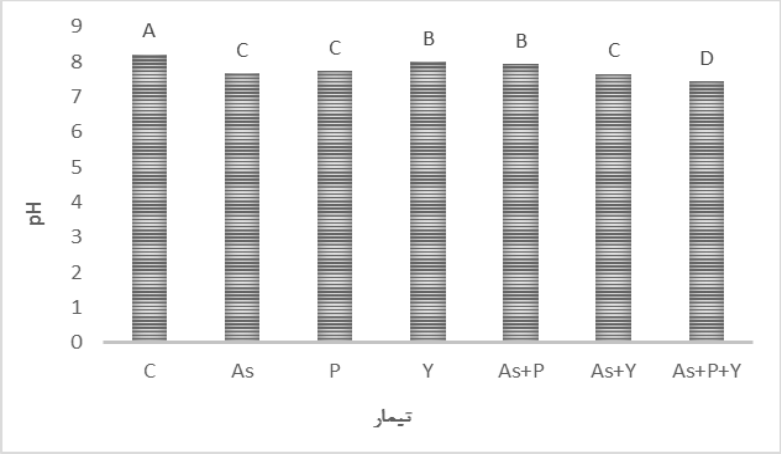
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آزمایشی اثر معنی داری بر پارامترهای اندازه گیری شده داشته است(جدول ۱). شکل ۱ نشان می دهد که pH تمام تیمارها نسبت به شاهد روند کاهشی داشته که بیش‌ترین میزان کاهش مربوط به تیمار As+Y+Pاست که نسبت به شاهد ۴/۹ درصد کاهش داشته و بیش ترین pH مربوط به تیمار شاهد به مقدار ۲۲/۸ است. تیمار قارچ آسپرژیلوس، فسفرو قارچ + کودسبز در یک گروه آماری و در رتبه دوم قرار گرفته است. تحقیقات ژیائو و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که استفاده از آسپرژیلوس نایجر و سنگ فسفات سبب کاهش معنی دار pH , افزایش فسفر محلول و افزایش رشد گیاه گندم شد. آنها کاهش pH را عمدتاً به افزایش تولید اسید گلوکونیک توسط قارچ نسبت دادند. همچنین ژیوتی و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که افزایش حلالیت فسفر توسط قارچ بدلیل کاهش pH است که این کاهش بدلیل تولید اسید آلی است.

همان گونه که شکل ۲ نشان می دهد بیش ترین فسفر محلول خاک در تیمار آسپرژیلوس نایجر مشاهده می شود که نسبت به شاهد ۳۱/۶۵ درصد افزایش داشته است. و کمترین فسفر محلول مربوط به تیمار آسپرژیلوس + سنگ فسفات است که نسبت به شاهد ۶۴/۴۵ درصد کاهش داشته است. ریزجانداران حل کننده فسفات با تولید اسیدهای معدنی (اسید کربنیک و اسید سولفوریک)، اسیدهای آلی (سیتریک، بوتیریک، اگزالیک، لاکتیک) و تولید فسفاتاز باعث انحلال فسفات معدنی و آلی می شوند (وانس و همکاران، ۲۰۰۳). استمفورد و همکاران (۲۰۰۲) نیز بیان کردند، قارچ آسپرژیلوس نایجر با تولید متابولیت‌ها و اسیدهای آلی باعث کاهش pH و افزایش فراهمی فسفر در خاک می‌شود. تحقیقات ژیائو و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که استفاده از آسپرژیلوس نایجر و سنگ فسفات سبب کاهش معنی دار pH, افزایش فسفر محلول و افزایش رشد گیاه گندم شد. آنها کاهش pH را عمدتاً به افزایش تولید اسید گلوکونیک توسط قارچ نسبت دادند. همچنین موادآلی و اسیدهای آلی حاصل از تجزیه آن، سطوح کربنات کلسیم را اشغال کرده و از تشکیل رسوب هیدروکسی آپاتیت جلوگیری می کنند (اینسکیپ و همکاران، ۱۹۹۸). برگشت گیاهان کشت شده به عنوان کود سبز در خاک باعث افزایش کربن و ماده آلی، نیتروژن کل و حاصلخیزی خاک شده که این پدیده در نتیجه فرایندهای میکروبیولوژی اتفاق افتاده و باعث آزادسازی عناصر غذایی برای گیاهان می‌شود (شارما و میترا، ۱۹۹۸).

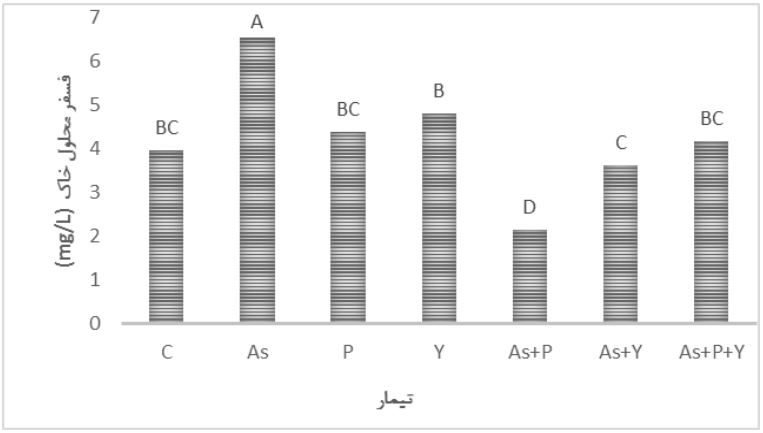
جدول ۱- تجزیه واریانس مربوط به اثر تیمارهای مختلف بر پارامترهای اندازه گیری شده

		میانگین مربعات		
منابع تغییر	درجه آزادی	pH خاک	فسفر محلول	فسفر قابل جذب
تکرار	۲	۰۱۹/۰	۹۴۷/۰	۱۲/۸
تیمار	۶	۲۰۲/۰**	۲۰/۵**	۸۱/۱۱۲**
خطا	۱۲	۰۰۷/۰	۲۷۶/۰	۴۷/۱۰

در سطح ۱درصد معنی‌دار **

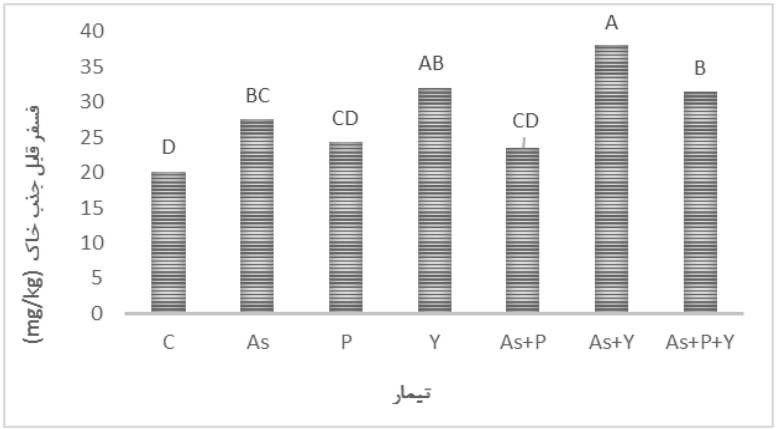


خاک pH شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف بر



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف بر فسفر محلول خاک

فسفر قابل جذب در تیمارهای مختلف آزمایشی با یکدیگر اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد نشان داده است (جدول ۱). بیش ترین فسفر قابل جذب مربوط به تیمار آسپرژیلوس + پودر یونجه است و پودر یونجه به تنهایی در رتبه دوم آماری قرار گرفته است. کمترین فسفر قابل جذب نیز مربوط به تیمار آسپرژیلویلوس + سنگ فسفات است(شکل ۳). مواد آلی نقش مهمی در قابل دسترس شدن فسفر دارند، تأثیر مثبت مواد آلی می تواند به دلیل فراهم شدن شرایط بهتر برای ریز جانداران حل کننده فسفات باشد. همچنین ماده آلی خود حاوی عناصر غذایی بوده و شرایط را برای رشد بهتر ریشه و جذب عناصر بهبود می بخشد. بیسوا و ناریانسامی(۲۰۰۶) عنوان کردند که در جریان فرآیند کمپوست شدن و تجزیه مواد آلی مقداری دی اکسید کربن متصاعد می‌شود و در محیط تولید اسید کربنیک میکند و این اسید ضعیف موجب انحلال خاك فسفات و افزایش فراهمی فسفر در خاك فسفات می شود و در نتیجه کارآیی خاك فسفات افزایش مییابد. بنابراین افزودن ورمی کمپوست از طریق کاهش و هم به عنوان منبع کربن و محرك رشد میکروارگانیزم ها می تواند شرایط را برای افزایش فسفر محلول مطلوب سازد. اسیدهای آلی حاصل از تجزیه موادآلی با جذب روی سطوح فسفات های کلسیم و اشغال مکان های فعال به عنوان هسته هایی برای رشد کریستال های جدید از تشکیل این رسوبات جلوگیری می کنند. افزون بر این اسیدهای آلی با ایجاد کمپلکس با کاتیون های کلسیم فعالیت این یون ها را کاهش می دهد(کوپرلند وگاد، ۲۰۰۲).



شکل ۳ - اثر تیمارهای مختلف بر فسفر قابل جذب خاک

منابع

۱- مقاله‌ی مندرج در مجله‌های علمی

حسنزاده ا، مظاهری د، چاییچی م ر و خاوازی ك، ۱۳۸۶ . کارایی مصرف باکتریهای تسهیل کننده جذب فسفر و کودشیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزاء عملکرد جو . مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۷۷ . صفحات ۱۱۱ تا ۱۱۸.

Cooperband, L. R. and L. W. Good. ۲۰۰۲. Biogenic phosphate minerals in manure: Implications for phosphorus loss to surface waters. Environ. Sci. Technol. ۳۶:۵۰۷۵-۵۰۸۲.

Delgado, A., A. Madrid, S. Kassem, L. Andreu and M. C. Campillo. ۲۰۰۲. Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. Plant and Soil ۲۴۵:۲۷۷-۲۸۶.

Gale, P. M., M. D. Mullen, C. Cieslik, D. D. Tyler, B. N. Duck, M. Krishner and J. McClure. ۲۰۰۰. Phosphorus distribution and availability in response to dairy manure applications. Commun. Soil Sci. Plant Anal. ۳۱:۵۵۳-۵۶۵.

Inskeep, W. P. and J. C. Silvertooth. ۱۹۹۸. Inhibition of hydroxy apatite precipitation in the presence of fulvic, humic and tannic acids. Soil Sci. Soc. Amer. J. ۵۲:۹۴۱-۹۴۶.

Naryanasamy G. and Biswa D.S. ۲۰۰۶. Rock phosphate enriched compost: An approach to improve low-grade Indian rock phosphate. Bioresource Technology, ۹۷(۱۸):۲۲۴۳-۲۲۵۱.

Sago C.I., Ando T., Kouno K. and Nagaoka T. ۱۹۹۸. Relative importance of porotons and solution calcium concentration in phosphate rock dissolution by organic acid. Soil Science, ۴۴:۶۱۷-۶۲۵.

Stamford, N.P. Silva, J. A. Freitas, A. D. S. and Araujo Filho, J. T. ۲۰۰۲. Effect of sulphur inoculated with Acidithiobacillus in a saline soil grown with Leucena and mimosa tree legumes. Bioresource Technology ۸۱: ۵۳-۵۹.

Sharma, A.R., and Mittra, B.N. ۱۹۸۸. Effect of green manuring and mineral fertilizer on growth and yield of crops in rice-based cropping system on acid lateritic soil. J. Agric. Sci. ۱۱۰: ۶۰۵-۶۰۸.

Vance, C. Uhde-Stone, C. and Allan, D.L. ۲۰۰۳. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. New Phytology ۱۵۷: ۴۲۳-۴۴۷.

Whalen, J. K. and C. Chang. ۲۰۰۲. Phosphorus sorption capacities of calcareous soils receiving cattle manure applications for ۲۵ years. Commun. Soil Sci. Plant Anal. ۳۳:۱۰۱۱-۱۰۲۶.

Xiao, C. Zhang, H. Fang, Y. and Chi, R. ۲۰۱۳. Evaluation for rock phosphate solubilization in fermentation and soil-plant system using a stress-tolerant phosphate-solubilizing Aspergillus niger WHAK۱. Applied Biochemistry and Biotechnology, ۱۶۹(۱): ۱۲۳-۱۳۳.

۲- مقاله‌ی مندرج در مجموعه مقالات همایش‌ها

قربانی ه ، ۱۳۸۶ . مروری بر کودهای بیولوژیک در ایران و نقش آنها در حفظ محیط زیست و سلامت جامعه. صفحات ۲۰۲ تا ۲۱۷ .دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران.گرگان

Abstract

Phosphorus (P) is the second most required nutrient of plants, but its availability in calcareous and acid soil is relatively low. The high cost of production of chemical fertilizers has led researchers to look for an alternative to chemical fertilizers. One of the ways to increase availability of soil phosphorus, is the use of phosphate solubilizing microorganisms and Organic materials. For investigating on the effect of aspergillus niger and green manure on soil phosphorus availability, an experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted. The treatments consisted of control (C), Aspergillus niger (As), Rock phosphate (P), green manure(Y), Aspergillus niger + Rock phosphate (As + P), Aspergillus niger+ green manure(As+Y), Aspergillus niger+ green manure+ Rock phosphate(As+ Y+P) . After ۷۰ days of growth of corn, some parameters such as soluble and Olsen-extractable phosphorus and pH of the solution in the soil were measured. The results showed that (As+ Y+P) treatment lowest pH and Aspergillus niger treatment were the highest amount of soluble phosphorus.

شکل‌های شیمیایی روی، سرب و کادمیم در یک خاک آلوده بعد از استخراج پیمانه‌ای و ستونی با EDTA

زینب احمدیان [۱]، شاهین اوستان [۲]، عادل ریحانی‌تبار [۲]، صابر حیدری [۳]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز،۲-دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز، ۳-دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز

چکیده
مطالعه حذف فلزات سنگین از خاک به دو روش پیمانه‌ای و ستونی امکان‌پذیر است. در تحقیق حاضر شکل‌های شیمیایی روی، سرب و کادمیم در یک خاک آلوده اطراف کارخانه سرب و روی زنجان قبل و بعد از استخراج پیمانه‌ای و ستونی با EDTA به روش تسیر و همکاران (۱۹۷۹) تعیین شدند. نتایج نشان داد که در هر دو روش پیمانه‌ای و ستونی حذف فلزات روی، سرب و کادمیم به ترتیب از شکل‌های کربناتی، اکسیدی و تبادلی صورت گرفت. شکل غالب روی و سرب (به ترتیب اکسیدی و کربناتی) بعد از استخراج نیز برای هر دو روش یکسان بود. با این حال، شکل غالب کادمیم بعد از استخراج برای دو روش متفاوت بود. همچنین، کارایی حذف فلزات سنگین به دو روش پیمانه‌ای و ستونی تقریباً یکسان بود.
واژه های کلیدی: فلزات سنگین، استخراج پیمانه‌ای و ستونی.

مقدمه
استخراج فلزات سنگین خاک به دو روش آزمایشگاهی پیمانه‌ای و ستونی[۱۱۶] امکان‌پذیر است. روش استخراج ستونی به عنوان روشی سازگار با سینتیک رهاسازی-انحلال فلزات سنگین در شرایط طبیعی خاک شناخته شده است (کدزیورک و همکاران، ۱۹۹۸). با این حال، بیشتر مطالعات استخراج فلزات سنگین از خاک به دلیل سادگی اجرا، با روش استخراج پیمانه‌ای انجام یافته و روش استخراج ستونی به دلیل مشکلات اجرایی کمتر مورد استفاده قرار گرفته است (تسانگ و همکاران، ۲۰۱۲). سان و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کرده‌اند که در روش پیمانه‌ای، غلظت زیاد و حجم کمی از محلول استخراج‌کننده به یک‌باره به خاک افزوده می‌شود لذا، برخلاف روش ستونی، همه فلزات سنگین با کارایی یکسانی استخراج می‌شوند. یکی از مشکلات اجرایی روش ستونی و استخراج کننده‌های اسیدی در خاک‌های آهکی، تولید گاز دی‌اکسیدکربن و کاهش هدایت هیدرولیکی خاک است (هیل و همکاران، ۱۹۹۹ و کدزیورک و بورگ، ۲۰۰۰). EDTA متداول‌ترین کمپلکس‌کننده‌ای است که برای متحرک کردن فلزات سنگین از آن استفاده می‌شود. این ترکیب کمپلکس‌های پایداری را با دامنه وسیعی از فلزات تشکیلمی‌دهد. همچنین، این کمپلکس‌کننده قابل بازیافت از خاک می‌باشد. EDTA دارای معایبی نیز مانند گرانی، عملکرد غیر انتخابی، تجزیه‌ناپذیری و نهایتاً وابستگی شدید کارایی استخراج به منشاء آلودگی و توزیع فلز در بین شکل‌های آن در خاک، است (بورنا و همکاران، ۲۰۰۱). گزارش شده است که کارایی EDTA در استخراج فلزات سنگین موجود در شکل‌های تبادلی، کربناتی و آلی زیاد و در مورد فلزات متصل به شکل اکسیدی کم است (درمونت و همکاران، ۲۰۰۸). مقدار کل فلز سنگین در خاک اطلاعات اندکی را در مورد تحرک و زیست فراهمی آن ارائه می‌دهد. این ویژگی‌ها تا حد زیادی بهشکل‌های فیزیکی و شیمیایی فلز وابسته هستند (سیپوس، ۲۰۰۹) روش‌های استخراجدنباله‌ای[۱۱۷] از معمول‌ترین روش‌های جداسازی شکل‌های شیمیایی عناصر می‌باشند. این روش‌ها، اطلاعات مفیدی را در مورد وضعیت و توزیع شکل‌های مختلف فلزات در خاک به دست می‌دهند(تسیر و کمپبل، ۱۹۹۱). روش تسیر و همکاران (۱۹۷۹) بدواً در دو نمونه از رسوبات بستر رودخانه آزمون شده و سپس به‌طور گسترده‌ای در کلیه رسوبات، لجن، کمپوست (فتوت و حلاج نیا، ۲۰۱۳) و خاک‌های آلوده به فلزات مورد استفاده قرار گرفت (گوویله، ۲۰۰۲). در این تحقیق سعی شده است توزیع شکل‌های شیمیایی روی، سرب و کادمیم و تحرک آن‌ها در یک خاک آلوده قبل و بعد از استخراج پیمانه‌ای و ستونی با EDTA مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها
یک نمونه خاک آلوده به فلزات سنگین از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری خاک اطراف کارخانه سرب و روی واقع در ۱۲ کیلومتری جنوب شرقی شهر زنجان تهیه گردید. نمونه خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری برای انجام آزمایش‌ها نگهداری شد. غلظت کل Pb، Zn و Cd در خاک با استفاده از روش آکوارجیا[۱۱۸] (چن و ما، ۲۰۰۱) تعیین شد. با توجه به مجموع غلظت کل این سه فلز در خاک، مقدار EDTA لازم برای استخراج این فلزات در هر دو روشپیمانه‌ایوستونییکسانوبرابر ۱۰۰ میلی‌مولبرکیلوگرمخاکخشکتعیین گردید. بهمنظور استخراجستونی ازستون ۵۰۰میلی‌لیتری به قطر داخلی ۵/۵ و طول ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. این ستون با ۵۷۰گرم خاک هوا خشک (بر مبنای جرم خاک خشک) عبور کرده از الک ۲ میلی‌متری (به ارتفاع ۲۱ سانتی‌متر) پر شده و سپس از پایین با محلول نیترات کلسیم ۰/۱ مولار اشباع گردید. استخراج Pb، Zn و Cd به روش

---
۱۱۶ ۱- Batch and column extractions
۱۱۷ ۲- Sequential extractions
۱۱۸ ۳- Aqua regia

پالسی با اضافه کردن ۲۸۵ میلی‌لیتر محلول ۲/۰مولار EDTA که pH آن به منظور ممانعت از انحلال کربنات‌های خاک و استمرار جریان در ۸ تنظیم شده بود و سپس آبشویی ستون خاک با محلول نیترات کلسیم ۰۱/۰مولار با شدت جریان K_s۵/۰ انجام گرفت. برای استخراج پیمانه ای، مقدار ۵/۲ گرم خاک هوا خشک (بر مبنای جرم خاک خشک) در لوله‌های ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و به آن ۲۵ میلی‌لیتر محلول EDTA ۰۱/۰ مولار در محلول زمینه نیترات کلسیم ۰۱/۰ مولار با تنظیم pH در ۸ اضافه گردید. سپس به مدت یک ساعت (زمان تعادل تعیین شده در آزمایشات مقدماتی) در ۱۲۰ رفت و برگشت در دقیقه تکان داده شدند و به مدت ۱۰ دقیقه در ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. غلظت‌های Pb، Zn و Cd استخراج‌شده با دستگاه جذب اتمی شیمادزو مدل ۶۳۰۰ اندازه‌گیری شد.تعیین شکل‌های شیمیایی Pb، Zn و Cd در نمونه‌های خاک، قبل و بعد از شستشوی آن‌ها به دو روش پیمانه‌ای و ستونی توسط EDTA، با استفاده از روش استخراج دنباله‌ای تسیر و همکاران (۱۹۷۹) (جدول ۱) انجام شد. در روش تسیر و همکاران (۱۹۷۹) شکل باقی‌مانده به جای مخلوط $HF-HClO_4$توسط آکوارجیا استخراج گردید (فرنتیو و همکاران، ۲۰۰۸). سپس، غلظت‌های Pb، Zn و Cd در محلول‌های حاصل از هر مرحله استخراج اندازه‌گیری گردید و توزیع شکل فلز سنگین[۱۱۹](D) برحسب درصد با استفاده از رابطه ۲ به‌دست آمد (لی و همکاران، ۲۰۰۸). در روش ستونی تعیین شکل‌های شیمیایی فلزات سنگین در دو قسمت، سطحی (۰-۷cm) و عمقی (۱۴-۲۱ cm) انجام شد. با توجه به مشابهت توزیع شکل‌های شیمیایی مختلف فلزات (Pb، Zn و Cd) در دو عمق، از میانگین دو غلظت برای هر یک از شکل‌های شیمیایی استفاده شد.

$$D = (\%)\frac{C_F}{C_S} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

که در آن: C_F: غلظت هر یک از شکل‌های فلز سنگین($mg\ kg^{-1}$) و C_S: مجموع غلظت شکل‌های فلز سنگین($mg\ kg^{-1}$)، است.

کارایی حذف فلز سنگین[۱۲۰](R) بر مبنای جمع شکل‌هایی شیمیایی فلز تعیین گردید. بدین منظور، از رابطه ۲ استفادهشد (فینزگار، ۲۰۱۴):

$$R = \frac{(F1+F2+F3+F4+F5)_{\text{بعد از شستو}} - (F1+F2+F3+F4+F5)_{\text{قبل از شستو}}}{(F1+F2+F3+F4+F5)_{\text{قبل از شستو}}} \times 100 \quad (۲)$$

F۱: شکل تبادلی، F۲: شکل کربناتی، F۳: شکل اکسیدهای آهن و منگنز، F۴: شکل آلی، F۵: شکل باقی‌مانده.

.جدول ۱- روش تسیر و همکاران (۱۹۷۹)

شکل شیمیایی	مدت تکان دادن (ساعت)	استخراج‌کننده	میلی‌لیتر استخراج‌کننده به ازای ۱ گرم خاک
تبادلی	۱	۱ $MgCl_2$مولار در pH=۷	۸
کربناتی	۵	استات سدیم ۱ مولار در pH=۵	۸
اکسیدی(پیوند یافته به اکسیدهای آهن و منگنز)	۶	هیدروکسیل آمین هیدروکلراید ۰۴/۰ مولار در اسید استیک (v/v ۲۵%)	۲۰
آلی	۵/۵	۰۲/۰ HNO_3 مولار + ۳۰% H_2O_2 +استات آمونیوم ۲/۳ مولار در اسید نیتریک (v/v ۲۰%)	۳+۳+۵
باقی‌مانده	۳	آکوارجیا ۳:۱ ($HCl+HNO_3$)	۲۴

تحلیل اماری داده‌ها: تحلیل اماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام گرفت. سپس مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم گردید. کلیه‌ی آزمایش‌ها در دو تکرار انجام گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی های عمومی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. این خاک نسبتاً ریزبافت و آهکی بوده و مقدار ماده‌ی آلی آن نیز قابل ملاحظه است. مقدار کل فلزات Pb، Zn و Cd در خاک به ترتیب ۳۴۷۸، ۳۹۸ و ۱۰۱/۵ $mg\ kg^{-1}$ اندازه گیری شد.

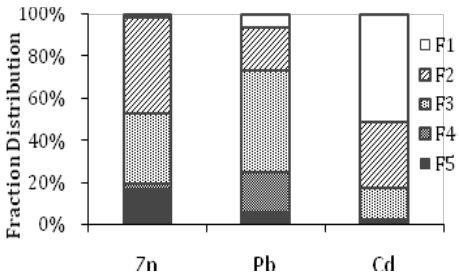
[۱۱۹]۱- Form distribution of heavy metal
[۱۲۰]۲- Removal efficiency of heavy metal

.جدول۳- برخی از ویژگی‌های نمونه خاک مورد مطالعه

pH عصاره اشباع	EC عصاره اشباع $dS\ m^{-1}$	کلاس بافت	درصد رس	OC (%)	CCE (%)	CEC $cmol_c kg^{-1}$
۸	۱/۲	SCL	۳۰	۲	۱/۱۱	۲۲

شکل‌های شیمیایی فلزات سنگین خاک‌ها قبل از استخراج با EDTA

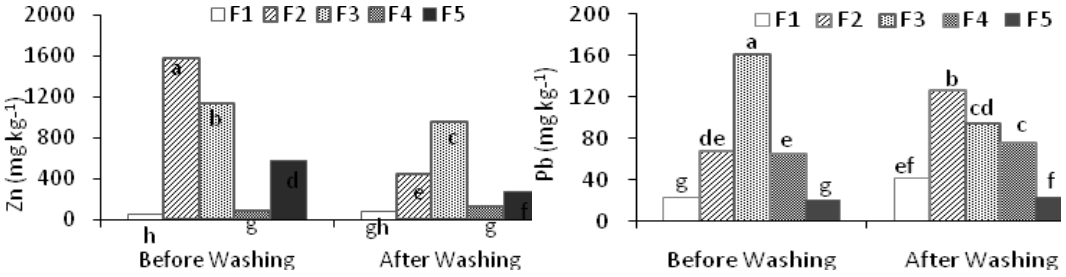
توزیع شکل‌های شیمیایی مختلف فلزات در شکل ۱ ارائه شده است. بیشترین غلظت Zn، Pb و Cd به ترتیب در شکل‌های کربناتی (۷/۱۵۷۵ $mg\ kg^{-1}$) به میزان ۴۶ درصد، اکسیدی (۱۶۱ $mg\ kg^{-1}$) به میزان ۴۸ درصد و تبادلی (۸/۵۰ $mg\ kg^{-1}$) به میزان ۵۱ درصد اندازه‌گیری شد. جلالی و خانلری (۲۰۰۶) در خاک‌های آهکی همدان شکل‌های باقی‌مانده و آلی را برای روی و سرب و شکل کربناتی را برای کادمیم به عنوان شکل های غالب معرفی کردند. سان و همکاران (۲۰۰۱) با تعیین شکل‌های شیمیایی فلزات سنگین به روش تسیر و همکاران (۱۹۷۹) در خاک‌های جزئی آهکی که به طور ژئوژنیک آلوده بودند، گزارش کردند که روی عمدتاً در شکل باقی‌مانده و اکسیدی و سرب و کادمیم عمدتاً در شکل‌های کربناتی و اکسیدی حضور داشتند. لی و همکاران (۲۰۰۸) نیز با استفاده از این روش در خاک‌های اسیدی آلوده (محوطه معدن سرب و روی) گزارش کردند که Zn، Pb و Cd عمدتاً در شکل باقی‌مانده حضور داشتند.



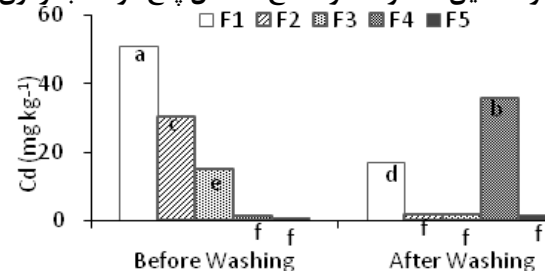
شکل ۱- توزیع شکل‌های شیمیایی مختلف روی، سرب و کادمیم (به روش تسیر و همکاران (۱۹۷۹) قبل از استخراج پیمانه ای با EDTA در خاک مورد مطالعه. F1: تبادلی، F2: کربناتی، F3: اکسیدها، F4: آلی، F5: باقی‌مانده.

شکل‌های شیمیایی فلزات سنگین خاک بعد از استخراج پیمانه‌ای با EDTA

مقایسه میانگین‌های غلظت سه فلز روی، سرب و کادمیم برای اثر متقابل شستشو و شکل شیمیایی فلز قبل و بعد ازاستخراج پیمانه‌ای با EDTA در خاک مورد مطالعه در شکل ۲ ارائه شده است. حذف روی عمدتاً از شکل کربناتی صورت گرفت. همچنین، غلظت روی در شکل‌های اکسیدی و باقی‌مانده بعد از استخراج کاهش یافت. غلظت روی در شکل‌های تبادلی و آلی بعد از استخراج تغییر معنی‌داری نکرد. شکل اکسیدی روی بعد از استخراج غالب بود. حذف سرب عمدتاً از شکل اکسیدی صورت گرفت. با این حال، غلظت سرب در سایر شکل‌ها افزایش یافت. به نظر می‌رسد که سرب حذف شده از شکل اکسیدی در این شکل‌ها به ویژه شکل کربناتی توزیع مجدد شده باشد. شکل کربناتی سرب بعد از استخراج غالب بود. حذف کادمیم عمدتاً از شکل تبادلی صورت گرفت. همچنین، شکل‌های کربناتی و اکسیدی کاهش قابل ملاحظه‌ای را نشان دادند. در مقابل شکل باقی‌مانده بعد از استخراج تغییر معنی داری نکرد. شکل آلی کادمیم بعد از استخراج غالب بود. این احتمال وجود دارد که کادمیم کمپلکس‌شده با EDTA در خاک ابقاء شده و در روش تسیر و همکاران(۱۹۷۹) به شکل آلی ظ اهر شده باشد. دی‌پالما و مکوزی (۲۰۰۷) گزارش کردند که حذف روی با EDTA بیشتر از شکل‌های اکسیدی و آلی صورت گرفت و شکل باقی‌مانده تقریباً تغییری نکرد. در مقابل، شکل تبادلی از ناچیز به حدود ۱۰ درصد افزایش یافت. یانگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز حذف سرب و کادمیم با EDTA را عمدتاً از شکل‌های اکسیدی و کربناتی مشاهده کردند. در مقابل، وانا و همکاران (۲۰۱۰) در خاکی که به طور مصنوعی به فلزات سنگین آلوده شده و سپس با EDTA شستشو شده بود، شکل باقی‌مانده را به عنوان شکل غالب معرفی کردند.



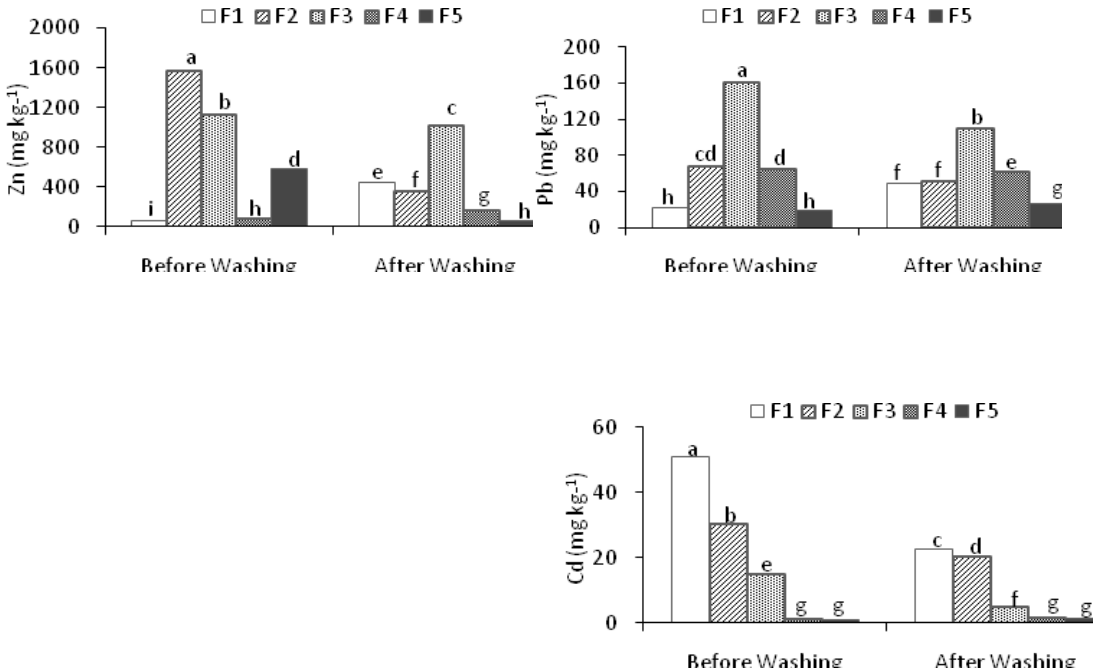
شکل۲- اثر متقابل شستشو و شکل شیمیایی فلز (به روش تسیر و همکاران (۱۹۷۹) بر غلظت سه فلز روی، سرب و کادمیم قبل باقی‌مانده. F5: آلی، F4: اکسیدها، F3: کربناتی، F2: تبادلی، F1: در خاک مورد مطالعه EDTA و بعد از استخراج پیمانه‌ای با میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل‌های شیمیایی فلزات سنگین خاک بعد از استخراج ستونی با EDTA

مقایسه میانگین‌های غلظت سه فلز روی، سرب و کادمیم برای اثر متقابل شستشو و شکل شیمیایی فلز قبل و بعد از استخراج ستونی در شکل ۳ ارائه شده است. حذف روی عمدتاً از شکل‌های کربناتی صورت گرفت. همچنین، شکل باقی‌مانده روی بعد از استخراج کاهش قابل ملاحظه‌ای نشان داد. شکل اکسیدی روی نیز قدری کاهش یافت. در مقابل، شکل های آلی و به ویژه تبادلی بعد از استخراج افزایش یافتند. شکل اکسیدی روی بعد از استخراج غالب بود. حذف سرب عمدتا از شکل اکسیدی صورت گرفت. شکل های آلی و کربناتی نیز بعد از استخراج قدری کاهش یافتند. در مقابل، غلظت سرب در شکل های تبادلی و باقی‌مانده افزایش یافت. شکل کربناتی سرب بعد از استخراج غالب بود. یانگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند که حذف سرب عمدتاً از شکل‌های اکسیدی و کربناتی صورت گرفت. حذف کادمیم عمدتاً از شکل تبادلی صورت گرفت. همچنین، شکل‌های کربناتی و اکسیدی نیز کاهش یافتند. با این حال، شکل های آلی و باقی‌مانده بعد از استخراج تغییر معنی داری را نشان ندادند. شکل های تبادلی و کربناتی کادمیم بعد از استخراج غالب بودند.

در هر دو روش پیمانه‌ای و ستونی حذف فلزات روی، سرب و کادمیم به ترتیب از شکل‌های کربناتی، اکسیدی و تبادلی صورت گرفت. شکل غالب روی و سرب (به ترتیب اکسیدی و کربناتی) بعد از استخراج نیز برای هر دو روش یکسان بودند. با این حال، شکل غالب کادمیم برای دو روش متفاوت بود که حاکی از احتیاط در تفسیر نتایج آزمایشات پیمانه‌ای برای کادمیم است.



شکل ۳- اثر متقابل شستشو و شکل شیمیایی فلز (به روش تسیر و همکاران (۱۹۷۹) بر غلظت سه فلز روی، سرب و کادمیم قبل و بعد از باقی‌مانده. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. F1: تبادلی، F2: کربناتی، F3: اکسیدها، F4: آلی، F5: باقیمانده در خاک مورد مطالعه EDTA استخراج ستونی با

کارایی حذف (R) فلزات سنگین: کارایی حذف روی، سرب و کادمیم در خاک مورد مطالعه برای هر دو روش پیمانه‌ای و ستونی تعیین شد. نتایج نشان داد کارایی حذف فلزات روی ، سرب و کادمیم برای روش پیمانه‌ای به ترتیب ۴/۴۵، ۳/۸ و ۴/۴۱ درصد و برای روش ستونی به ترتیب ۱/۴۰، ۱۱ و ۵/۴۷ درصد به‌دست آمد. بهنظرمیرسدکهیکیازعللعدم مشاهدهتفاوتقابلملاحظهبینروش‌هایپیمانه‌ای (سیستمبسته) وستونی (سیستمباز)دراینمطالعه، عدم محدودیت غلظت EDTA افزودهشدهبرای حذففلزاتسنگین خاک بود.

منابع

Baorna A., Aranguiz I. and Elias A. ۲۰۰۱. Metal associations in soils before and after EDTA extractive decontamination:Implications for the effectiveness of further cleanup procedures. Environmental Pollution., ۱۱۳:۷۹-۸۵.

Chen M., Ma L.Q., ۲۰۰۱. Comparison of three aqua regia digestion methods for twenty Florida soils. Soil Sci. Soc. Am. J., ۶۵:۴۹۱-۴۹۹.

Dermont G., Bergeron M., Mercier G., and Richer-Laflè che M. ۲۰۰۸. Soil washing for metal removal: A review of physical/chemical technologies and field applications. Journal of Hazardous Materials., ۱۵۲:۱-۳۱.

Dipalma L., and Mecozzi R. ۲۰۰۷. Heavy metals mobilization from harbor sediments using EDTA and citric acid chelating agents. J. Hazard.Mater., ۱۴۷:۷۶۸-۷۷۵.

Finzgar N., Jez, E., Voglar D., and Lestan D. ۲۰۱۴. Spatial distribution of metal contamination before and after remediation in the Meza Valley, Slovenia. Geoderma., ۲۱۷-۲۱۸:۱۳۵-۱۴۳.
Fotovat A., and Halajnia A. ۲۰۱۳. The effect of compost and sewage sludge applications on the distribution of cadmium, lead and nickel in two calcareous soils. J. Soil Management and Sustainable Production. ,۳:۱۱۵-۱۳۱.
Frentiu T., Ponta M., Levei E., Gheorghiu E., Kasler I., Cordos E. A. ۲۰۰۸.Validation of the Tessier scheme for speciation of metals in soil using the Bland and Altman test. Chemical Papers. ۶۲:۱۱۴-۱۲۲.
Heil D.M., Samani Z., Hanson A.T. and Rudd B. ۱۹۹۹. Remediation of lead contaminated soil by EDTA. I. Batch and column studies. Water Air Soil Pollut. ۱۱۳: ۷۷-۹۵.
Jalali M. Khanlari Z.V. ۲۰۰۶. Mobility and distribution of zinc, cadmium and lead in calcareous soils receiving spiked sewage sludge. Soil and Sediment Contamination., ۱۵: ۶۰۳-۶۲۰.
Kedziorek M. A.M. and Bourg A.C.M. ۲۰۰۰. Solubilization of lead and cadmium during the percolation of EDTA through a soil polluted by smelting activities. J. Contamin. Hydrol. ۴۰ : ۳۸۱-۳۹۲.
Kedziorek M.A.M., Dupuy A., Bourg A.C.M., and Compe`re F. ۱۹۹۸. Leaching of Cd and Pb from a polluted soil during the percolation of EDTA: laboratory column modeled with a non-equilibrium solubilization step. Environ. Sci. Technol., ۳۲: ۱۶۰۹-۱۶۱۴.
Lei M., Liao B., Zeng Q., Qin P., and Khan S. ۲۰۰۸. Fraction distributions of lead, cadmium, copper and zinc in metal contaminated soil before and after extraction with disodium ethylenediaminetetraacetic acid. Comm. Soil Sci. Plant. Anal., ۳۹: ۱۹۶۳-۱۹۷۸.
Quevauviller Ph. ۲۰۰۲.Methodologies for Soil and Sediment Fractionation Studies. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
Sipos P. ۲۰۰۹. Distribution and sorption of potentially toxic metals in four forest soils from Hungary. Central Eur J., Geosci ۱ : ۱۸۳-۱۹۲.
Sun B., Zhao F.J., Lombi E., and McGrath S.P. ۲۰۰۱. Leaching of heavy metals from contaminated soils using EDTA. Environ. Pollut., ۱۱۳: ۱۱۱-۱۲۰.
Tessier A., Campbell P.G.C., and Bission M. ۱۹۷۹. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate traces metals. Anal. Chem., ۵۱ : ۸۴۴-۸۵۱.
Tessier A., and Campbell P.G.C., ۱۹۹۱. Pitfalls of sequential extractions - comment. Water Res. ۲۵ : ۱۱۵-۱۱۷.
Tsang D. C. W., Lo I. M. C., Surampalli R. Y.۲۰۱۲. Chelating Agents for Land Decontamination Technologies. Published by American Society of Civil Engineers. Virginia, USA.
Wuana R.A., Okiemen F.E., and Imborvungu. J. A. ۲۰۱۰. Removal of heavy metals from a contaminated soil using organic chelating acids. Int. J. Environ. Sci. Tech., ۷: ۴۸۵-۴۹۶.
Yang Z., Zhang, Sh., Liao Y., Li Q., Wu B., and Wu B. ۲۰۱۲. Remediation of heavy metal contamination in calcareous soil by washing with reagents: A column washing. Procedia. Environ. Sci., ۱۶: ۷۷۸-۷۸۵.

Abstract

Removal of heavy metals from soils could be investigated using both batch and column experiments. In the present research, the chemical forms of Zn, Pb and Cd in a contaminated soil from the zinc-lead smelting plant area in Zanjan were determined using the method of Tessier et al. (۱۹۷۹) before and after batch and column extraction by EDTA. The results showed that Zn, Pb and Cd were removed respectively from carbonate, oxide and exchangeable forms in both batch and column experiments. The dominant forms of Zn and Pb (oxide and carbonate, respectively) after extraction were the same for both experiments. However, the dominant form of Cd after extraction was different for two methods. Moreover, both extraction methods exhibited approximately the same removal efficiency ofheavy metals.

کاربرد شیب پخش درغشای نازک (DGT) برای برآورد فسفر قابل جذب ذرت در خاک

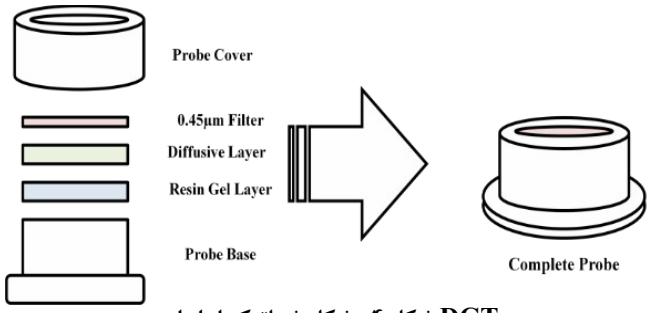
صابر حیدری [۱]، عادل ریحانی‌تبار [۲]، شاهین اوستان [۳]
۱- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز،۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۳- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده
فسفربعد از نیتروژن در بین عناصر ضروری مهمترین عامل محدود کننده تولیدات کشاورزی در جهان است. روش‌های مختلفی برای ارزیابی زیست فراهمی فسفر در خاک وجود دارد که در هر روش همبستگی بین فسفر استخراج شده و فسفر جذب شده توسط گیاه وابستگی بالایی به نوع خاک دارد و روشی که برای هر نوع خاکی مناسب باشد، تاکنون ارائه نشده است.یکی از تکنیک‌های جدید در این مورد روش شیب پخش در غشاء نازک(DGT) است. این روش بر پایه انتقال یون‌ها به صورت پخشیدگی از لایه پخش و جذب آنهادرلایه جاذب است. مواد مورد استفاده در این روشعموما دارای حق ثبت اختراع است. هدف از این تحقیق، بومی سازی ساخت DGTدر داخل کشور و ارزیابی آن در خاک جهت پیش بینی قابلیت جذب فسفر توسط گیاه ذرت بود. به همین منظور توانایی DGTو روش اولسن در ارزیابی زیست فراهمی فسفر در گیاه ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که همبستگی آماری نزدیکی بین جذب فسفر توسط ذرت بافسفر استخراجی هر دو روش وجود داشت. ضریب تبیین (R^2) برای روش اولسن و DGTبه ترتیب ۸۶/۰ و ۷۶/۰ بود.

واژه های کلیدی: فسفر، شیب پخش در غشاء نازک، DGT، خاک، اولسن، ذرت

مقدمه
کمبود عناصر غذایی قابل جذب در خاک‌ها امروزه در حال تبدیل شدن به یکی از مشکلات مهم در کشاورزی بوده و یکی از این عناصر فسفرمی‌باشد. فسفر از عناصر پرمصرف برای گیاهان بوده و درصد کمتری از مقدار کل فسفر خاک برای گیاهان قابل استفاده است. . بنابراین افزایش بهره‌وری باید با کاربرد هرچه موثرتر کودها انجام گیرد که آن نیز با تشخیص دقیق کمبود عناصر امکان پذیر است (Loneragan, ۱۹۹۷). ارزیابی قابلیت جذب عناصر غذایی برای گیاهان به دلیل پیچیدگی محیط خاک و مکانیزم‌های جذب و واجذب عناصر بسیار مشکل است . روشی که برای پیش‌بینی قابلیت جذب عناصری مانند فسفر استفاده می‌شود، باید بهترین شبیه‌سازی را از ریزوسفرگیاه در خاک انجام دهد. تکنیک‌های متداول بر این اصل تمرکز ندارند چون این روش‌ها، غلظت فسفر محلول خاک یا اجزائی که مربوط به فاکتورهای کمیت و شدت است را اندازه‌گیری می‌کنند (Zhang et al. ۲۰۰۱). روش شیب پخشیدگی لایه نازک فیلم (DGT) که کمترین بهم خوردگی را در خاک ایجاد می‌کند در سال ۱۹۹۴ توسط دیویسون و ژانگ ارائه و به عنوان یک ابزار مفید در تشخیص و گونه‌بندی آنالیت‌ها، مطالعات سینتیکی و زیست فراهمی عناصر در آب و خاک به کار می‌رود. این روش بر پایه انتقال یون‌ها به صورت پخشیدگی در لایه نازک هیدروژل و جذب آن‌ها در لایه رزینی می‌باشد (Zhang and Davison, ۱۹۹۹). به دلیل اینکه پارامترهای خاکی کنترل‌کننده‌ی جریان به سمت DGT، می‌توانند به عنوان عوامل کنترل‌کننده در جذب عناصر توسط گیاه نیز نقش داشته باشند و چون DGT مثل ریشه گیاه عناصر را از محلول خاک جذب و بازفراهمی آنها از فاز جامد را سبب می‌شود لذا می‌توان از آن برای ارزیابی قابلیت فراهمی عناصر در خاک استفاده کرد (Lehto et al. ۲۰۰۶). در ساخت ژل‌های مورد نیاز در DGT از مواد انحصاری و دارای حق ثبت استفاده شده است. هدف از این تحقیق، ساخت ابزار DGT مشابه نمونه خارجی و ارزیابی کاربرد آن در برآورد قابلیت جذب فسفر در گیاه ذرت در ۱۰ خاک آهکی با مقادیر متفاوت فسفر است.

مواد و روش‌ها
ابزار DGT: همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود ، ابزار DGT شامل دو قسمت پلاستیکی است که لایه‌ها را به یکدیگر متصل و ساندویچ می‌کند. لایه پخش (ژل و فیلتر غشایی) بر روی لایه جاذب قرار گرفته است. فیلتر غشائی با محیط بیرون در تماس بوده و قطر قسمت پنجره‌ای ژل که با محیطبیرون در تماس می‌باشد، ۲۰ میلی‌متر است. ضخامت لایهجاذب ۶/۰، لایه پخش ۸/۰ و فیلتر غشایی ۱۳۵/۰ میلی‌متر است (Zhang and Davison ۱۹۹۵).



شکل ۴- شکل شماتیک از ابزار DGT

آماده‌سازی ژل‌ها: در تحقیق حاضر ژل‌ها از نوع آکریل آمید می‌باشد که مونومرهای آن با عامل پیوندی عرضی مشتق شده از آگاروز با پیوندهای الیلیبه یکدیگر متصل شده‌اند. بدین منظور، عامل پیوندی عرضی با افزودن ۳۳ میلی‌گرم سدیم بوروهیدرید و ۶/۱ میلی‌لیتر آلیل گلیسیدیل‌اتر به مخلوط آگاروز (۱ گرم) و سود (۳۳ میلی‌لیتر و ۳/۰ نرمال) و تکان دادن آن برای ۱۲ ساعت و سپس آبگیری آن با متانول و خشک کردن آن در آون به دست آمد. ژل پخش با انحلال آلیل آگاروز ۳/۰% (w/v) در آب ۹۵ درجه سلسیوس و افزایش آکریل آمید ۱۵% (w/v)، پرسولفات آمونیوم ۱۰% (w/v) به عنوان آغازگر و کاتالیزور TEMED و قالب‌گیری بین دو شیشه با فاصله مشخص تهیه شد (Roncada et al. ۲۰۰۵).ژل جاذب فسفر، اشباع از فریهیدراتیا اکسید آهن آمورف می‌باشد. بهمنظورتهیه لایه جاذب، لایه پخش با ضخامت ۶/۰ میلی‌متر و در اندازه‌های دایره‌ای شکل به قطر ۵/۲ سانتی‌متر طبق روش بالا تهیه شد. ۷/۲ گرم از $FeCl_3.6H_2O$ در ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر دیونیزه حل و ۳ ژل پخش که در اندازه مناسب برش داده شده بود در آن قرار داده شد. سپس دوباره به آن آب اضافه کرده تا حجم محلول به ۱۰۰ میلی‌لیتر برسد. ژل‌هاحداقل ۲ ساعت در این محلول نگهداری شده تا Fe به‌صورت یکنواخت در داخل و بیرون ژل توزیع شود. در مرحله بعد ژل‌هابرداشتشدهوبعدازچندثانیه قرار دادن در آب دی‌یونیزه، در محلول MES (۰۵/۰ مولار) که یک بافر بوده و pH آن در ۷/۶ تنظیمشده است، قرار داده شد. فریهیدرات سریعاً رسوب می‌شوند. بعد از ۳۰ دقیقه، ژل‌هاازبافربرداشتهشدهوبهمدت ۲ ساعتدرآبدی‌یونیزه قرار داده شد. در طول این دو ساعت آب حداقل ۲ بار تعویض گردید تا کلیه مواد ناخواسته از ژل خارج شود. در پایان ژل‌هابرای تثبیت و شکل‌گیری نهایی، در محلول ۰۳/۰ مولار NaCl به مدت حداقل ۲۴ ساعت قرار داده شد(Santner et al. ۲۰۱۰). نمای کلی از ساخت، کاربرد و برداشت DGT در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۵- نمای کلی از ساخت، کاربرد DGT در خاک

کاربرد DGT در خاک: در این تحقیق از ۱۰ نمونه خاک با مقادیر فسفر متفاوت استفاده شد. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، تعدادی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک‌ها با روش‌های متداول اندازه‌گیری گردید. ۵۰ گرم از خاک‌هادرظروفجداگانهقرارادهشد. خاک‌هابااستفادهازآبدیونیزه اشباع گردید و به مدت ۲۴ ساعت در حالت اشباع نگهداری شد. بعد از این مدت، ابزارهای DGT در عمق ۱ تا ۲ سانتی متری در هر خاک و به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد.بعد از ۲۴ ساعت، لایهجاذبیا اکسید آهن برداشت شده و در لوله سانتریفیوژ قرار داده شد. ۱۰ میلی لیتر اسید H_2SO_4 ۲۵/۰ مولار بر روی آن ریخته و به مدت ۲ ساعت شیک گردید. میزان فسفر موجود در این محلول با استفاده از روش Malachite Green (Rao et al., ۱۹۹۷) اندازه‌گیری شد (Menzies et al., ۲۰۰۵).

اصول روش DGT: بعد از آنکه ابزار DGT در خاک قرار گرفت، فسفر از لایه پخش عبور کرده و در لایه جاذب جذب می‌شود. وجود لایه پخش سبب ایجاد شیب غلظت ماندگار از محلول خاک به سمت لایه جاذب می‌شود. اندازه‌گیری غلظت فسفر در نقطه تماس با محلول خاک (C_{DGT}) با استفاده از معادله ۱ و مقدار فسفر تجمع یافته در لایه جاذب بعد از زمان کاربرد، انجام می‌گیرد.

$$C_{DGT} = M \Delta g / (D A t) \quad (۱)$$

که M، فسفر جذب شده در لایه جاذب، Δg، ضخامت لایه پخش (ژل پخش و فیلتر)، D، ضریب پخشیدگی فسفر در لایه پخش، A، مساحت قسمت دایره‌ای شکل DGTکه در تماس با محلول خاک است و t، زمان کاربرد ابزار است. میزانفسفرجذب شده در لایه جاذب (M) از معادله ۲ قابل محاسبه است. که Ce غلظت در ژل رزینی شسته شده با اسید سولفوریک، Vg حجم ژل رزینی،Ve حجم اسید افزوده شده برای شستشوی ژل می‌باشد.

$$M = C_e (V_{gel} + V_{acid}) \quad (۲)$$

در روش DGT، مفهومی به نام غلظت موثر (C_E) ارائه شد که مجموع غلظت محلول خاک و یک مقدار اضافی است که نشان‌دهندهعناصرفراهمشدهازفازجامداست.غلظت موثر از معادله زیر می‌تواند به دست آید. که R، با استفاده از مدل DIFS (DGT Induced Fluxes in Sediments and Soils) و با پارامترهای ورودی به نرم‌افزار DIFSبدست می‌آید(Zhang et al. ۲۰۰۱).

$$C_E = C_{DGT} / R_{diff} \quad (۳)$$

آزمایشات گلدانی: این آزمایشات با استفاده از ۵ نمونه خاک و در سه تکرار انجام پذیرفت. هر گلدان شامل ۳ کیلوگرم خاک بود که از الک ۷۵/۴ میلی متر گذرانده شد. قبل از کاشت، رطوبت خاک در گلدان در ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه نگه داشته شد. سپس ۶ دانه ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) در هر گلدان کاشته شده و رطوبت آن با روش وزنی به ظرفیت مزرعه رسانده شد. عناصر مورد نیاز گیاه بجز فسفر با توجه به آزمون خاک به هر گلدان داده شد. بعد از ۸ هفته ذرت ها برداشت شده و به دقت با آب مقطر شسته شده و در آون قرار داده شده و پودر شد و با روش خشک سوزانی برای اندازه‌گیری فسفر آماده گردید. در نهایت مقدار فسفر جذب شده توسط گیاه با روش زرد اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ برخی ویژگی هایفیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه ارائه شدهاست. بر اساس نتایج ارائه شده، خاک‌ها pH بین ۸/۷ تا ۳۷/۸ و کربنات کلسیم معادل بین ۷۹/۴ تا ۲۹ داشته‌اند بنابراین می‌توان بیان داشت که خاك ها آهکی هستند.

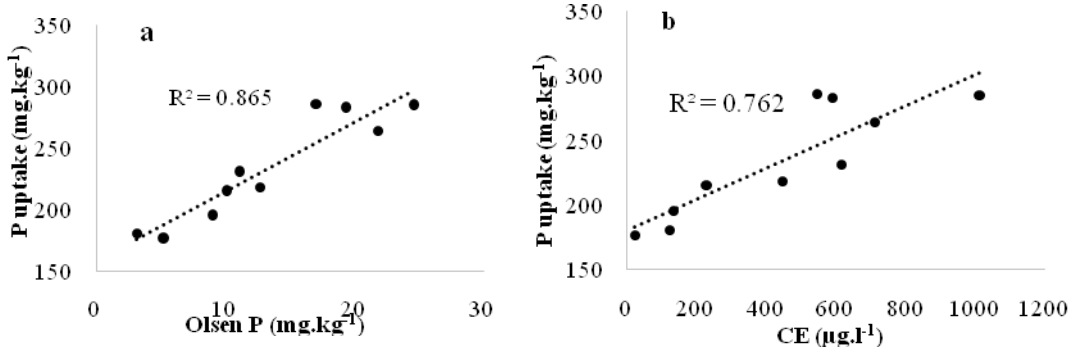
جدول ۴- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	pH	بافت خاک	رطوبت اشباع %	CCE	Olsen P mg kg^{-1}
۱	۱۷/۸	loamy sand	۳/۲۴	۷۹/۴	۷/۱۲
۲	۳۳/۸	sandy loam	۶۱/۳۸	۹۱/۱۷	۰۷/۱۰
۳	۲۸/۸	sandy loam	۲۳/۵۳	۴۶/۱۳	۱۷/۵
۴	۲۶/۸	loam	۰۵/۴۰	۷۱/۹	۱۲/۱۱
۵	۳۷/۸	clay loam	۵/۵۲	۶۶/۶	۸۱/۲۱
۶	۲۵/۸	clay	۲۴/۵۴	۹۶/۵	۰۲/۹
۷	۸/۷	loam	۰۳/۴۴	۷۳/۵	۲۱
۸	۲/۸	silty clay loam	۷۵/۵۰	۷۶/۲۳	۳۴/۱۷
۹	۰۳/۸	clay loam	۲۴/۴۴	۲۴	۱۵/۳
۱۰	۱۵/۸	silt loam	۰۵/۴۲	۱۲/۲۲	۶۱/۲۴

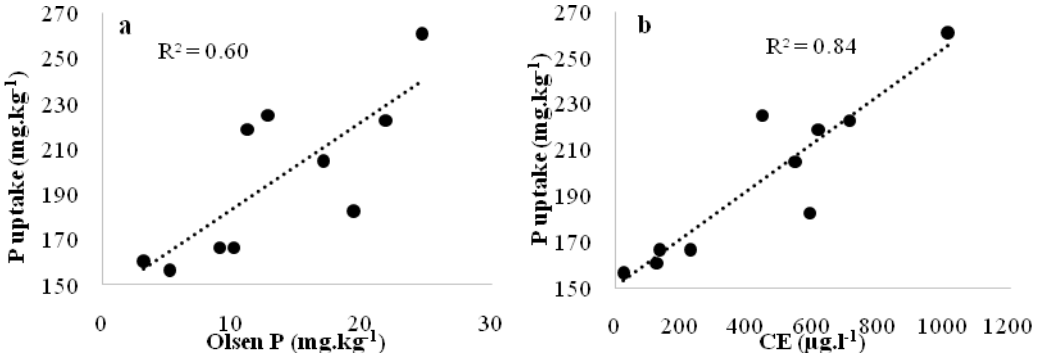
همبستگی فسفراستخراج شده توسط عصاره گیر اولسن و روش DGTبا جذب فسفر در اندام هوایی گیاه ذرت در شکل ۳ ارائه شده است. در ۱۰ خاك مورد مطالعه همبستگی بینفسفر استخراج شده با روش اولسن** ۸۶/۰ و روش DGT** ۷۶/۰ بود. تندی و همکاران (۲۰۱۲) همبستگی با R^2=۰.۷۲ بین DGT و فسفر جذب شده توسط گیاه جو بدست آوردند در حالی که این همبستگی با روش اولسن وجود نداشت. البته خاک‌های مورد مطالعه در تحقیق آنها از نوع آهکی نبود.

همچنین همبستگی فسفر استخراج شده توسط عصاره‌گیر اولسن و روش DGT با جذب فسفر در ریشه گیاه ذرت در شکل ۴ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در ۱۰ خاک مورد مطالعه این همبستگی بینفسفر استخراج شده با روش اولسن** ۶/۰ و روش DGT** ۸۴/۰ بود.به دلیل اینکه غلظت فسفر در ناحیه چسبیده به ریشه‌ی گیاه توسط واجذب فسفر از سطح خاک و پخشیدگی به سمت ریشه کنترل می‌شود، جذب فسفر توسط DGT شباهت بالایی به جذب توسط ریشه گیاه دارد .هنگامی که فراهمی یک عنصر برای ریشه گیاه توسط فرایند پخشیدگی کنترل می‌شود، سودمندی روش DGT نسبت به دیگری روش‌های معمول افزایش می‌یابد. جذب فسفر توسط ریشه گیاه، غلظت آن را در نزدیکی ریشه کاهش داده و درنتیجه پخش فسفر به سمت ریشه و واجذب آن از فاز جامد را سبب می‌شود. روش DGT بر خلاف دیگر روش های معمول خصوصا روش‌های عصاره‌گیری، این شرایط را تقلید می‌کند (Degryse et al. ۲۰۰۹).

اکثر محققان همبستگی مناسبی بین فسفر استخراج شده با روش اولسن و میزان جذب آن توسط گیاه در خاک‌های آهکی پیدا کردند(Ahmad et al. ۲۰۰۶). در این بررسی نیز این همبستگی مناسب مشاهده می‌شود. البته باید به این موضوع توجه کرد که این همبستگی به شدت به نوع خاک و pH آن وابسته است ولی تحقیقات نشان داده که روش DGT بهتر می‌تواند فرایند جذب عناصر خصوصا فسفر را بدون توجه به نوع خاک پیش‌بینی کند .



فسفر استخراج شده با روش (b فسفر استخراج شده با روش اولسن (a شکل ۶- همبستگی بین فسفر جذب شده توسط اندام هوایی گیاه ذرت با DGT



فسفر استخراج شده با روش (b فسفر استخراج شده با روش اولسن (a شکل ۷- همبستگی بین فسفر جذب شده توسط اندام هوایی گیاه ذرت با DGT

در این مقاله از عامل پیوندی عرضی جایگزین برای ساخت ابزار DGTاستفاده شد و تمامی مراحل ساخت (از نگه‌دارنده تا ژل‌ها) با هزینه کمتر در ایران بومی سازی شد. همان‌طور که در نتایج مشاهده شد، عملکرد DGTساخته شده در ایران در اندازه‌گیری فسفر خاکمناسب بوده و می‌تواند به منظور تحقیقات وسیعتری مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

Ahmad W, Rahmatullah GMA, Aziz T (۲۰۰۶) Bioavailability ofinorganic phosphorus fractions in calcareous soils estimatedby Neubauer technique, iron-impregnated filter paper, andchemical tests. Commun Soil Sci Plan ۳۷(۹-۱۰):۱۱۸۵-۱۱۹۳.

Degryse F, Smolders E, Zhang H, Davison W (۲۰۰۹). Predictingavailability of mineral elements to plants with the DGTtechnique: a review of experimental data and interpretationby modelling. Environ Chem ۶:۱۹۸-۲۱۸.

Lehto, N. J., W. Davison, H. Zhang & W. Tych (۲۰۰۶). Analysis of micro-nutrient behaviour in the rhizosphere using a DGT parameteriseddynamic plant uptake model. Plant and soil, ۲۸۲, ۲۲۷-۲۳۸.

Loneragan, J. (۱۹۹۷). Plant nutrition in the ۲۰th and perspectives for the ۲۱st century. Plant and Soil, ۱۹۶, ۱۶۳-۱۷۴.

Mason, S., A. McNeill, M. J. McLaughlin & H. Zhang (۲۰۱۰) Prediction of wheat response to an application of phosphorus under field conditions using diffusive gradients in thin-films (DGT) and extraction methods. Plant and soil, ۳۳۷, ۲۴۳-۲۵۸.

Menzies, N. W., B. Kusumo & P. W. Moody (۲۰۰۵) Assessment of P availability in heavily fertilized soils using the diffusive gradient in thin films (DGT) technique. Plant and soil, ۲۶۹, ۱-۹.

Rao, A. S., Reddy, K. S., and Takkar, P. (۱۹۹۷). Malachite green method compared to ascorbic acid for estimating smallamounts of phosphorus in water, ۰.۰۱ M calcium chloride, and Olsen soil extracts. Communications in Soil Science & Plant Analysis ۲۸, ۵۸۹-۶۰۱.

Roncada, P., Cretich, M., Fortin, R., Agosti, S., De Franceschi, L., Greppi, G. F., Turrini, F., Carta, F., Turri, S., and Levi, M. (۲۰۰۵). Acrylamide agarose copolymers: Improved resolution of high.

Santner, J., T. Prohaska, J. Luo & H. Zhang (۲۰۱۰) Ferrihydrite containing gel for chemical imaging of labile phosphate species in sediments and soils using diffusive gradients in thin films. Analytical chemistry, ۸۲, ۷۶۶۸-۷۶۷۴.

Tandy, S., S. Mundus, J. Yngvesson, T. C. de Bang, E. Lombi, J. K. Schj rring & S. Husted (۲۰۱۱) The use of DGT for prediction of plant available copper, zinc and phosphorus in agricultural soils. Plant and soil, ۳۴۶, ۱۶۷-۱۸۰.

Zhang, H. & W. Davison (۱۹۹۵). Performance characteristics of diffusion gradients in thin films for the in situ measurement of trace metals in aqueous solution. Analytical Chemistry, ۶۷, ۳۳۹۱-۳۴۰۰.

Zhang, H. & W. Davison (۱۹۹۹).Diffusional characteristics of hydrogels used in DGT and DET techniques. Analytica Chimica Acta, ۳۹۸, ۳۲۹-۳۴۰.

Zhang, H., F.-J. Zhao, B. Sun, W. Davison & S. P. Mcgrath (۲۰۰۱). A new method to measure effective soil solution concentration predicts copper availability to plants. Environmental science & technology, ۳۵, ۲۶۰۲-۲۶۰۷.

Abstract

After nitrogen the phosphorus is the most important limiting factor at agricultural products in the world between essential nutrients.Numerous soil tests are available to measure P availability in soils. Thecorrelation between extracted P and plantuptake with every extraction is relay on to soil types and there is no uniquestandard test which is universally applicable to all soil types. One of the new techniques in this regard is diffusive gradient in thin films (DGT) techniques.DGT is based on the diffusional characteristics of elements through a hydrogel and the sorption to the binding layer. The material used in this technique ispatentded.The aim of this study wasto make DGTwith our available materials and to examine it on our soils. The ability of DGT to assess plant-available P by corn(SC ۷۰۴)was tested in a wide rangeof soils along with Olsen method. The results showed that there is a close correlation between plant uptakeand the both of methods ($R^{۲}_{Olsen}$=۰.۸۶, $R^{۲}_{DGT}$ =۰.۷۶).

بررسی تاثیر کود مرغی بر آزادسازی روی در خاک‌های گچی

زینب نجفی [۱]، ناصر برومند [۲]، صالح سنجری [۳]، راضیه رضوی [۴]
دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت،۲-استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت ،۳-مربی گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت،۴-استادیار گروه شیمی، گروه شیمی، دانشگاه جیرفت

چکیده
روی یکی از عناصر غذایی کم‌مصرف است و اهمیت آن در فعالیت‌های متابولیسمی گیاه به اثبات رسیده است. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر کود مرغی بر آزادسازی روی در زمان‌های مختلف از خاک‌های گچی می‌باشد.در این تحقیق واجذب روی در خاک‌های گچی تحت تاثیر تیمار کود مرغی در سه سطح (۱، ۵/۲ و ۵ درصد) و بمدت ۱۲۸ ساعت بررسی گردید. نتایج نشان داد بیشترین مقدار آزادسازی روی ۹۴/۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و مربوط به سطح ۵% و زمان ۱۲۸ ساعت و کمترین مقدار ۸۷/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و مربوط به سطح کودی ۱% و در زمان ۱۵ دقیقه بود. در نهایت چنین نتیجه‌گیری شد آزمون رایج خاک برای اندازه‌گیری روی قابل استفاده خاک که شامل عصاره‌گیری روی در یک محدوده زمانی کوتاه (۱۲۸ ساعت) بود، ممکن است مقدار روی را که می‌تواند از خاک به محلول آزاد شود کم‌تر از مقدار واقعی تخمین بزند.

واژه های کلیدی: آزادسازی، روی، خاک گچی، کود مرغی

مقدمه
کمبود روی از شایع‌ترین مشکلات تغذیه ای عناصر کم‌مصرف برای گیاهان است. قابلیت استفاده روی از طریق فرآیندهای جذب و آزادسازی مدیریت می‌شود. از این رو، رهاسازی روی از فاز جامد به درون فاز محلول خاک، مرحله مهمی در تأمین نیاز روی گیاهان می‌باشد(Joponyand Young, ۱۹۸۷). پژوهش‌های آزاد شدن روی از سطوح ذرات خاک با استفاده از عصاره‌گیرهای مختلفی انجام می‌شود. با این حال به نظر می‌رسد DTPA(دی اتیلن اتر تری آمین پنتا استیک اسید) از زمان معرفی به عنوان عصاره‌گیر بیشترین کاربرد را داشته است.روش DTPAبر پایه این فرض استوار است که روی استخراج شده تابعی از غلظت روی در محلول خاک (فاکتور شدت) و روی قابل جایگزین از فازهای لبایل (فاکتور ظرفیت) می‌باشد (ریحانی تبار، ۱۳۹۰). DTPA با یون‌های روی ازاد موجود در محلول ترکیب و کمپلکس‌های محلول را تشکیل داده و به این وسیله فعالیت یون‌های ازاد در محلول را کاهش می‌دهد. برای جبران این کاهش، روی از فاز جامد کنترل کننده حلالیت روی به درون محلول خاک آزاد می‌شود .(Cline and et al., ۱۹۸۲)
کودهای دامی باعث اصلاح خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک و باعث افزایش تولید محصول شده و در نتیجه استفاده از کودهای دامی برای حاصلخیزی خاک در حال افزایش است(Cassman, and et al,. ۱۹۹۵) .کود مرغی یکی از انواع کودهای دامی ومنبع ماده آلی برای تقویت انواع خاک‌هاست. علاوه بر داشتن مواد مغذی، یکی از کودهای ارزان قیمت در مقایسه با کودهای متداول در تولید گیاهان زراعی است و از نظر داشتن نیتروژن نسبت به سایر کودهای دامی غنی‌تر است (Scherer and et al,. ۱۹۹۱;Hirzell, ۲۰۰۸, and Lorenz,۱۹۸۷).هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر سطوح مختلف کود مرغی بر روی واجذب روی بوسیله DTPA دردامنه زمانی از ۱۵ دقیقه تا ۱۲۸ ساعت از خاک‌های گچی می‌باشد.

مواد و روش ها
نمونه برداری خاک
نمونه خاک گچی از عمق (۰-۴۵ cm) از جنوب غربی شهرستان جیرفت تهیه شد. بعد از هواخشک کردن از الک دو میلی‌متری گذرانده و در ظروف پلی‌اتیلنی جهت ادامه تحقیق نگهداری شد. نمونه‌های خاک در اتوکلاو بمدت یک ساعت در دمای ۱۲۱ درجه‌ی سانتی‌گراد و فشار یک بار استریل شدند. تعیین بافت خاک به روش هیدرومتر (Gey, ۲۰۰۲)، pH(واکنش خاک) و EC خاک با روش گل اشباع،pH و Ec کودها با روش نسبت ۱:۵ آب و کود تعیین شد. کربن آلی به روش والکلی- بلک (Alisoun, ۱۹۶۵) وکربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون(Alisoun, and moudy,.۱۹۶۵)و میزان اولیه عناصر میکرو(Cu, Zn, Mn, Fe) با استفاده از عصاره‌گیری توسط عصاره گیر DTPAتعیین شدند (جدول ۱).

زمان خوابانیدن کود

به منظور بررسی تاثیر سطح کاربرد و زمان خوابانیدن کود مرغی (کود مرغی گوشتی، تهیه شده از مرغداری پژوهشی ایستگاه شهید بهشتی جیرفت)بر روی آزادسازی روی از خاک مقدار ۱۰۰ گرم خاک در دو تکرار داخل ظروف پلی‌اتیلنی استریل ریخته شد. سه سطح افزایش کود (به ترتیب ۱۰، ۲۵ و ۵۰ گرم کود در کیلوگرم خاک) به مدت زمان خوابانیدن ۱۵ روزه در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد در دو تکرار مورد استفاده قرار گرفت. شرایط خوابانیدن هوازی و رطوبت خاک در طول آزمایش تقریبا در حد ظرفیت مزرعه نگهداری شد. پس از سپری شدن زمان خوابانیدن نمونه‌های خاک خارج و هواخشک شدند و اثر مقدارکود مصرفی بر آزادسازی روی بررسی شده و با شاهد (خاک بدون تیمار) مقایسه گردید.

آزمایش آزاد شدن روی از خاک

برای آزمایش آزاد شدن روی، ۱۰گرم از تیمار هواخشک وزن و در لوله‌های سانتریفوژ ۵۰ سیسی اسیدشویی شده قرار داده شد. آنگاه ۲۰ میلی‌لیتر از محلول استخراج کننده (۰۰۵/۰ مولار DTPA، ۱/۰ مولار تری اتانول آمین و ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم بافر شده در pH=۳/۷) و ده قطره تولوئن برای جلوگیری از فعالیت میکروبی و تجزیه DTPA به خاک اضافه و برای مدت زمان‌های ۲۵/۰، ۵/۰، ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴ و ۱۲۸ساعت در دمای ۲±۲۵ تکان داده شد. سوسپانسیون به دست آمده به مدت پنج دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ و محلول زلال رویی را از طریق کاغذ صافی شماره ۴۲ واتمن صاف گردید. زمان افزودن محلول به خاک به عنوان زمان صفر و هنگام جدا شدن محلول زلال رویی به عنوان زمان پایانی در نظر گرفته شد. غلظت روی در عصاره‌ها به وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین گردید.

نتایج و بحث

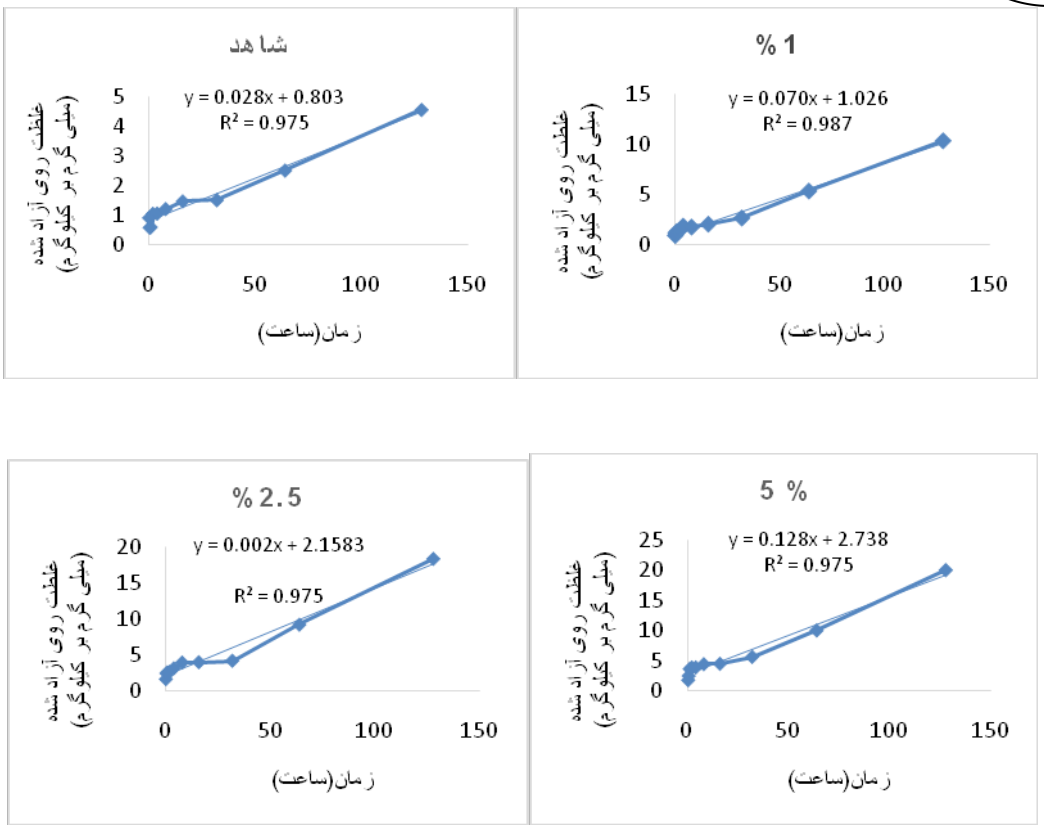
همانطور که در نمودار مشاهده می‌شود ناپیوستگی یا شکست در شیب نمودارها به هنگام آزاد شدن عنصر روی مشاهده می‌شود. در خاک‌های مورد مطالعه در هر چهار نمودار سه شیب مجزا قابل تشخیص است. شیب نمودار از زمان صفر تا یک ساعت تند بوده و از زمان یک ساعت تا ۱۶ساعت شیب نمودار کاهش یافته و دوباره از ۱۶ساعت تا ۱۲۸ساعت شیب نمودار افزایش یافته است (شکل ۱). چون غشای پخشیدگی[۱۲۱] با تکان دادن دائمی نمونه‌ها در طول آزمایش به حداقل می‌رسد (Sparks, ۱۹۸۶). بنابراین احتمال دارد سه سازوکار، و شاید هم یک ساز و کار با سه ثابت سرعت در آزاد شدن روی به درون محلول عصاره‌گیر دخیل باشد (Sparks, ۱۹۸۶). به نظر می‌رسد که آزاد شدن روی در ابتدا از خاکدانه‌های درشت آغاز شده و سپس پخشیدگی از درون خاکدانه‌های درشت یا خاکدانه‌های ریز ادامه یافته و در مرحله سوم روی عصاره‌گیری شده احتمالا از انحلال اکسیدهای آهن و آلومینیوم حاصل می‌شود. بیشترین مقدار آزادسازی روی ۹۴/۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و مربوط به سطح ۵۰ گرم کود در کیلوگرم خاک و زمان ۱۲۸ ساعت و کمترین مقدار ۸۸/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و مربوط به سطح کودی ۱۰ گرم کود در کیلوگرم خاک و زمان ۱۵ دقیقه بود. هرچند که نسبت محلول عصاره‌گیر به خاک در این گونه آزمایش‌ها بیش تر از شرایط واقعی خاک با حضور گیاه می‌باشد اما باز هم مقدار روی آزاد شده بسیار بیش‌تر از آن چیزی است که در آزمون رایج خاک بدست می‌آید. بنابراین ممکن است آزمون رایج، مقدار واقعی روی قابل استفاده خاک را کم‌تر از مقدار واقعی برآورد کند. چرا که عصاره‌گیری در مدت زمان محدودی (۱۲۸ ساعت در این آزمایش) انجام می‌گیرد.

شکست در شیب شکل خطیبه هنگام توصیف آزاد شدن عناصر روی و مس را گزارش کردند (Dalal et al., ۱۹۸۵, Dang et al., ۱۹۹۴, and Ghasemi et al., ۲۰۰۶). آنان چنین نتیجه‌گیری کردند که حداقل دو ساز و کار پخشیدگی ذره‌ای در واجذب عناصر روی و مس دخیل هستند. به این ترتیب که ابتدا این عناصر از خاکدانه‌های درشت یا سطوح خارجی خاکدانه‌های ریز آزاد شده و سپس از داخل خاکدانه‌های ریز و یا انحلال اکسیدهای آهن و آلومینیوم که در خاکدانه‌سازی مورد نیاز می‌باشند آزاد می‌گردند.. (Dang et al., ۱۹۹۴. and Kuo and Mikkelsen۱۹۸۰)یافته‌ی مشابهی را برای عنصر روی گزارش کردند.

جدول ۱- .برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه و کود مورد استفاده

	Fc	pH	Ec	CCE	Clay	Fe	Mn	Zn	Cu	$CaSO_4.2H_2O$
	%	-	($ds.m^{-1}$)	%	%	($mg.kg^{-1}$)				%
خاک	۲۵/۱۶	۹۴/۶	۷۴۲/۱	۱۲	۷	۶۹/۲	۹۸/۲	۱۸۴/۱	۸۹۸/۰	۰۷/۱۷
کود مرغی	-	۱/۶	۱۰/۱۰	-	-	۸۷۶	۶/۳۳۹	۹/۳۶۳	۶۵/۷۵	-

[۱۲۱] ۱.Diffusionmembrane



شکل ۱- آزاد شدن روی از خاک‌های گچی تحت تاثیر کود مرغی

منابع

برومند، ن.، ثوابقی فیروزآبادی، غ. و فرحبخش، م.۱۳۸۸.سینتیک آزادسازی روی و روابط پارامترهای سینتیکی با ویژگی‌های برخی از خاک‌های ایران. مجله‌ی دانش آب و خاک، جلد ۱، شماره ۲،صفحه‌های ۹۹ تا ۱۱۲.

ریحانی‌تبار، ع. ۱۳۹۰. سینتیک آزاد شدن آهن به وسیله DTPA در برخی از خاک‌های آهکی ایران. مجله‌ی دانش آب و خاک، جلد بیست و یک، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۷۰تا ۸۳.

Cassman KG, Steiner R and Johnson AE, ۱۹۹۵. Long-term experiments and productivity indexes to evaluate the sustainability of cropping system. In: Agricultural Sustainability: Economic, Environmental and Statistical Consideration. PayneEds, Steiner BVR and Wiley R,UK.

Cline, G.R., Powell, P.E., Szaniszlo, P.J., and Reid, C.P.P.۱۹۸۲.Camparison of the abilities of hydroxamic, synthetic and other natural organic acids to chelate iron and other ions in nutrient solution.Soil Sci.Soc. Am.J.۵۸:۱۳۹۲-۱۳۹۹.

Dalal RC, ۱۹۸۵. Comparativepredicti on of yi el d response and phosphate uptake f rom soil usingcati on-ani on exchange resi ns. Soil Science, ۱۳۹: ۲۲۷-۲۳۱.

Dang YP, Dal al DG, Edwards DG, and Till er KG. ۱۹۹۴. Ki netics ofzincdesorpti on f romverti sol s. Soil Sci . Soc. Am. J, ۵۸: ۱۳۹۲-۱۳۹۹.

Ghasemifasaei R, Maftoun M, Ronaghi A, Karimi an N, Yasrebi J, Assad MY and Ippoli to JA. ۲۰۰۶. Ki netics of copper desorpti on f rom hi ghl y calcareous soil s.Communications i n Soil Science and Pl ant Anal ysi s, ۳۷: ۷۹۷-۸۰۹.

Hirzell J and Walter I, ۲۰۰۸. Availability of nitrogen, phosphorus and potassium from poultry litter and conventional fertilizers in a volcanic soil cultivated with silage corn. Chilean Journal of Agricultural Research ۶۸:۲۶۴-۲۷۳.

Jopony, M., and Young, S.D.۱۹۸۷. A constant potential titration method for studing the kinetics of copper desorption from soil and clay minerals. J.soil Sci.۳۸;۲۱۹-۲۲۸.

Kuo S and Mikkelsen DS, ۱۹۸۰.Ki neticsof zincdesorpti on f rom soil s. Pl ant & Soil ۵۶۸ ۳۵۵-۳۶۴.

Lorenz GF, Bennett JM and Loggale LB, ۱۹۸۷. Differences in drought resistance between two corn Hybrids Ar. II. Component analysis and growth rates. Agronomy Journal۷۹: ۸۰۸-۸۱۳.

Scherer EE, Agostini VJ, Wildner LP, Nadal R, Sivestro M and Sorrenson WJ, ۱۹۹۱. Poultry manure and nitrogen for maizeon small farms. AgropecuariaCatarinense ۴:۸-۱۱.

Sparks DL. ۱۹۸۶. Ki netics ofreactions i n pure and mixed systems .pp. ۸۳- ۱۴۵. In. Sparks DL (ed.) Soil physical chemistry. CRC Press, Boca Raton, FL.

Theodore CH and Jackson RB, ۱۹۹۹. Interactive effects of water stress an growth, photosynthesis, and wateruse efficiency. Agronomy Journal۳-۳۱.

Abstract

Zinc is one oftrard and oral elements and have important role in metabolic of plant. In this study the effect of compost of hen on the adsorbtion of zinc has been done in the different time on gypsiferoussoil.theadsorbtion levels of zinc has been considered of ۱۲۸ hours on (۱, ۲.۵ and ۵%) the results showed the maximum adsorbtion of zinc was ۱۹.۹۴ mg.kg-۱ (zinc.soil-۱) on ۵% and ۱۲۸ hour level and minimum adsorbtion of zinc was ۰.۸۷ mg.kg-۱ (zinc.soil-۱) on ۱% and ۱۵ minute. Finally this result obtained zinc exam was could be used for extraction of zinc from soil in ۱۲۸ hours. The zinc value that adsorbed from soil is less than exact value.

قابلیت استفاده پتاسیم برای گیاه برنج در برخی خاک‌های آهکی استان فارس

صمد عبدی [۱]، رضا قاسمی فسایی [۲]، محمد فیضیان [۳]
۱- دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

چکیده
در سال‌های اخیر علیرغم وجود خشکسالی و کمبود آب در استان فارس بسیاری از کشاورزان مبادرت به کشت برنج نموده اند. مطالعات کمی در مورد وضعیت و قابلیت‌استفاده پتاسیم برای این گیاه در این استان وجود دارد و تاکنون عصاره‌گیر مناسبی برای استخراج پتاسیم قابل جذب این گیاه معرفی نشده است. لذا این تحقیق با هدف ارزیابی تعدادی از عصاره‌گیرها شامل استات‌آمونیوم مولار پ‌هاش ۷، کلرید سدیم ۲ مولار، اسید نیتریک ۱/۰ مولار، آب و اسید نیتریک مولارجوشان برای استخراج پتاسیم قابل‌استفاده گیاه برنج در تعدادی از خاک‌های آهکی استان فارس انجام گرفت. نتایج نشان داد که تنها کلرید سدیم ۲مولار با غلظت پتاسیم اندام هوایی برنج همبستگی معنی داری دارد و هیچ کدام از عصاره‌گیرهای مورد مطالعه همبستگی معنی‌داری با جذب پتاسیم برنج ندارند و لازم است عصاره‌گیرهای دیگری مورد ارزیابی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: پتاسیم قابل استفاده، عصاره گیر

مقدمه
پتاسیم یک عنصر غذایی ضروری پرمصرف برای گیاه است و در کاهش تنش‌های محیطی مانند سرما، گرما، خشکی و شوری نقش بسیار موثری دارد(Volker Romheld and Kirkby, ۲۰۱۰). برداشت بی‌رویه محصولات کشاورزی بدون کوددهی پتاسیم، هدر روی پتاسیم از طریق آب‌شویی و روان‌آب باعث می‌شود که پتاسیم به عنوان یک عنصر محدودکننده رشد گیاهان مطرح شود(Kayser and Isselstein, ۲۰۰۵). پتاسیم در چهار شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی وجود دارد که از نظر قابلیت استفاده برای گیاه متفاوت هستند و انتقال پتاسیم بین آن‌ها به صورت برگشت‌پذیر صورت می‌گیرد(Syers, ۲۰۰۳). میزان پتاسیم محلول بسیار پایین است و حدود ۵ درصد از کل نیاز گیاه را در طی فصل رشد گیاه تامین می‌کند (Mengel and Kirkby, ۲۰۰۱). پتاسیم محلول و تبادلی به عنوان شکل‌های به آسانی قابل استفاده برای گیاه درنظر گرفته می‌شوند، ولی مطالعات زیادی نشان داده‌اند که آزادسازی پتاسیم از شکل‌های ساختمانی و غیرتبادلی هم نقش زیادی در تغذیه گیاه دارد (Wang et al, ۲۰۰۰). در برنامه آزمون خاک برای یک عنصر غذایی انتخاب عصاره گیر و تعیین همبستگی بین مقدار عنصر غذایی عصاره گیری شده از خاک و مقدار جذب شده توسط گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار است(Corey, ۱۹۸۷). عصاره‌گیرهای مختلفی برای ارزیابی وضعیت و قابلیت استفاده پتاسیم وجود دارد. پتاسیم عصاره گیری شده با استات آمونیم ۱ مولار خنثی به عنوان شاخص مناسبی برای قابلیت استفاده پتاسیم در نظر گرفته می شود(Mishra and singh, ۱۹۹۴). تاکنون پژوهشگران مختلف بسته به محل تحقیق عصاره‌گیرهای مختلفی را برای ارزیابی پتاسیم قابل استفاده گیاه پیشنهاد کرده اند. ضرابی و جلالی (۱۳۸۸) در تعدادی از خاک های همدان عصاره گیرهای کلریدکلسیم ۰۱/۰ مولار، کلرید سدیم ۱ مولار و کلرید باریم ۱/۰ مولار را برای کشت گندم پیشنهاد کردند. ونتورس و رسی (۱۹۷۲) پتاسیم عصاره گیری شده با تترا فنیل بوران سدیم را تخمین خوبی از پتاسیم قابل استفاده گیاه دانستند. اگرچه عصاره گیر استات آمونیم مولار خنثی در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر رایج است اما تحقیقات متعددی نشان داده است این عصاره گیر در خاک های حاوی کانی های سیلیکاتی ۲:۱ نمی تواند کارایی خوبی داشته باشد زیرا در این کانی ها به علت وجود مکان های اختصاصی جذب پتاسیم، مقداری زیادی از پتاسیم در مکانهای جذب با انرژی بالا نگه داشته شده است و این عصاره گیر بخشی از آن را استخراج می کند(Rich and Black, ۱۹۶۴). در سال های اخیر علیرغم وجود خشکسالی و کمبود آب در استان فارس بسیاری از کشاورزان این استان مبادرت به کشت برنج نموده اند که مطالعات چندانی در مورد وضعیت و قابلیت استفاده پتاسیم برای این گیاه در این استان انجام نشده است. بنابراین هدف این مطالعه بررسی وضعیت پتاسیم و ارزیابی تعدادی از عصاره گیرهای رایج برای تعیین بهترین عصاره گیر جهت پیش بینی قابلیت استفاده پتاسیم برای گیاه برنج در برخی خاک های آهکی این استان بود.

مواد و روش ها
نمونه‌برداری خاک و تجزیه‌های آزمایشگاهی
برای انجام این تحقیق تعدادی نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی متری مناطق مختلف استان فارس جمع آوری شد و بعداز هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی متری، با استفاده از روشهای استاندارد برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آنها شامل بافت خاک به روش هیدرومتری، پ هاش در خمیر اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاک، کربن آلی به وسیله اکسایش با پتاسیم دی کرومات، کربنات کلسیم معادل به وسیله تیتره کردن با اسید، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با روش جانشین سازی

کاتیون ها با استات سدیم مولار با پ هاش برابر ۲/۸ تعیین شد. ده نمونه خاک که به لحاظ ویژگی‌های اندازه‌گیری شده دارای پراکندگی نسبتا زیادی بودند انتخاب شدند.

عصاره گیرهای مورد استفاده و تعیین شکلهای شیمیایی پتاسیم

به منظور تعیین شکلهای شیمیایی پتاسیم و بررسی قابلیت استفاده پتاسیم از عصاره گیرهای ذکر شده در جدول ۱ استفاده شد.

جدول۱: عصاره گیرهای استفاده شده جهت تعیین شکل های پتاسیم و بررسی قابلیت استفاده پتاسیم

عصاره گیر	نسبت خاک به عصاره گیر	زمان تکان دادن	شکل قابل استخراج پتاسیم
کلرید سدیم ۲ مولار	۱:۲۰	۳۰ دقیقه	محلول و تبادلی
اسید نیتریک ۱/۰مولار	۱:۲۰	۳۰ دقیقه	محلول و تبادلی
استات آمونیوم مولار پ هاش ۷	۱:۲۰	۳۰ دقیقه	محلول، تبادلی و تا حدی از غیر تبادلی
آب	۱:۲۰	۳۰ دقیقه	محلول
اسید نیتریک مولارجوشان	۱:۱۰	۲۵ دقیقه	محلول، تبادلی و قسمت عمده ای از غیر تبادلی

پتاسیم محلول با استفاده از آب مقطر تعیین شد. پتاسیم تبادلی حاصل تفاضل آب از استات آمونیم مولار خنثی و پتاسیم غیر تبادلی از تفاوت بین پتاسیم عصاره گیری شده با اسید نیتریک مولار جوشان و استات آمونیم مولار خنثی تعیین شد (Jalali, ۲۰۰۵) . پس از انجام هر عصاره گیری غلظت پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد.

مطالعه گلخانه‌ای

برای تعیین همبستگی مقدار پتاسیم استخراج شده با این عصاره گیرها و میزان پتاسیم جذب شده توسط گیاه طی یک کشت گلخانه ای گیاه برنج در ده خاک مورد مطالعه کشت شد. قبل ازکشت گیاه، دو کیلوگرم از هر خاک در سه تکرار در کیسه های پلاستیکی وزن شد و عناصر غذایی ضروری (غیر از پتاسیم) براساس نتایج آزمون خاک به شرح زیر به آنها افزوده شد:

۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم نیتروژن به صورت اوره (۶۰ درصد قبل از کشت و ۴۰ درصد در هفته چهارم)، ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر به صورت ۵ ، $Ca\,H\,(PO_4)_2,H_2O$ میلی گرم بر کیلو گرم روی به صورت ۵/۲ ، $Zn\,SO_4,\,7H_2O$ میلی گرم بر کیلوگرم مس به صورت Cu ۵ ، $SO_4,\,5H_2O$ میلی گرم بر کیلو گرم منگنز به صورت ۵ ، $Mn\,SO_4,\,4H_2O$ میلی گرم بر کیلوگرم آهن به صورت سوکسترین ۱۳۸. پس از کاهش رطوبت خاکها، خاک کیسه ها به خوبی مخلوط و به درون گلدانها منتقل شد و سپس تعداد شش عدد بذر برنج رقم قصر دشتی در در هر خاک با سه تکرار کشت شد و جمعا ۳۰ گلدان در یک طرح کاملا تصادفی کشت گردید. دو هفته بعد از جوانه زنی تعداد بوته ها به سه عدد تقلیل یافت و گلدان ها در حالت غرقاب نگهداری شدند. هشت هفته بعد از کاشت، گیاهان از محل طوقه قطع شدند و پس از شستشو و قرار دادن در پاکت در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس خشک شدند و وزن خشک آنها اندازه گیری شد. سپس نمونه های گیاه آسیاب شدند و ۱ گرم از نمونه گیاه در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر شد و بعد از حل کردن در اسیدکلریدریک دو مولار و گذراندن از کاغذ صافی و به حجم رساندن، غلظت پتاسیم در عصاره تهیه شده با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد. جهت تعیین بهترین عصاره‌گیر، ضریب همبستگی(r) بین مقدار پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط هر کدام از عصاره‌گیرها از خاک‌های مورد مطالعه و میزان جذب پتاسیم برنج(جذب پتاسیم= (غلظت پتاسیم در اندام هوایی× وزن ماده خشک اندام هوایی) تعیین شد. عصاره‌گیری که بالاترین همبستگی را نشان داد به عنوان مناسب‌ترین عصاره‌گیر در خاک‌های مورد مطالعه معرفی شد. تجزیه های آماری با نرم افزارهای Excel ۲۰۱۰ و SPSS ۱۹ انجام شد.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. همه خاک‌ها قلیایی بوده و مقدار EC آنها پایین است. مقدار کربنات کلسیم معادل خاکها بین ۶۹/۳۹ تا ۱۵/۵۵ درصد و میزان رس بین ۷ تا ۳۵ درصد متفاوت است. مقدار CEC از ۰۶/۹ تا ۹۲/۲۳ سانتی مول بار بر کیلوگرم خاک و مقدار ماده آلی بین ۹۲/۳-۲۲/۱ درصد متغیر است.

جدول۲حدود تغییرات برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

محل نمونه برداری	پ هاش	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول بار برکیلوگرم)	کربنات کلسیم معادل	رس	سیلت	شن	ماده آلی
				(درصد)				
کوشکک	۷۱/۷	۷۱/۰	۸۷/۱۵	۱۵/۵۰	۴۴/۳۰	۵۶/۳۸	۳۱	۶۷/۱
دانشکده	۸۳/۷	۹۹/۰	۸۷/۱۵	۲۴/۴۶	۴۴/۳۰	۵۶/۳۸	۳۱	۷۲/۲
اکبراباد	۹۴/۷	۳۷/۰	۵/۱۳	۲۵/۴۳	۴۴/۳۴	۵۶/۴۲	۲۳	۵۲/۱
کامفیروز	۷۶/۷	۴۵/۰	۹۲/۲۳	۶۱/۴۰	۴۴/۳۲	۵۶/۳۲	۳۵	۰۲/۳
داراب	۰۸/۸	۵۲/۰	۰۶/۹	۸۵/۴۷	۵۶/۱۴	۴۴/۷۸	۷	۲۲/۱
حسین اباد	۰۱/۸	۵۶/۰	۱۳	۶۹/۳۹	۴۴/۲۸	۵۶/۴۴	۲۷	۹۷/۱
زرقان	۲۶/۸	۰۹/۱	۴۹/۱۴	۱۴/۴۳	۴۴/۳۲	۵۶/۳۶	۳۱	۲۳/۱

	چیتگر	۹۷/۷	۵۳/۰	۱۵/۱۰	۹/۵۵	۴۴/۴۰	۵۶/۴۶	۱۳	۴۳/۱
	فسا	۹۶/۷	۰۴/۱	۰۴/۱۶	۸/۳۹	۴۴/۲۴	۵۶/۴۴	۳۱	۹۲/۳
	رامجردی	۹۶/۷	۴۴/۰	۴۹/۱۴	۲۹/۴۴	۴۴/۲۸	۵۶/۴۸	۲۳	۰۳/۲
	میانگین	۹۵/۷	۶۷/۰	۶۴/۱۴	۰۹/۴۵	۶۵/۲۹	۱۵/۴۵	۲/۲۵	۱/۲
دامنه تغییرات	حداکثر	۲۶/۸	۰۹/۱	۹۲/۲۳	۹/۵۵	۴۴/۴۰	۴۴/۷۸	۳۵	۹۲/۳
	حداقل	۷۱/۷	۳۷/۰	۰۶/۹	۶۹/۳۹	۵۶/۱۴	۵۶/۳۲	۷	۲۲/۱

مقدار پتاسیم استخراج شده توسط عصاره گیرهای مختلف و مقدار شکل های مختلف پتاسیم در جدول ۳ آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود عصاره گیرهای به کار برده شده مقادیر مختلفی از پتاسیم را عصاره گیری کرده اند. استات آمونیوم مولار خنثی تقریبا ۸۳/۱ برابر کلریدسدیم ۲مولار و ۷۳/۱برابر اسیدنیتریک ۱/۰مولار پتاسیم از خاک خارج کرده است و تقریبا ۳/۲ برابر کمتر از اسیدنیتریک مولار جوشان پتاسیم را استخراج کرده است. یون سدیم فقط پتاسیم جذب سطحی شده روی سطوح بیرونی کانیها را خارج می کند و چون شعاع هیدراته آن خیلی بزرگ است قادر به جایگزینی پتاسیم درون لایه ای نیست(Lopez piniero and Garsia Navaro, ۱۹۹۷). میزان پتاسیم زیاد خارج شده توسط اسید نیتریک مولار جوشان به علت خاصیت اسیدی بالای آن است که قادر به تخریب کانیها ست. در حضور اسید نیتریک مولار جوشان پ هاش سیستم به شدت کاهش می یابد که باعث حل شدن کانیها می شود(Feigenbaum *et al*, ۱۹۸۱). یون آمونیوم قادر است تاحدودی پتاسیم بین لایه ای را هم خارج کند(موسچر، ۱۹۹۵).

جدول۳: مقادیر پتاسیم استخراج شده توسط عصاره گیر های مختلف و شکل های شیمیایی پتاسیم

خاک	اب	اسید نیتریک جوشان	اسید نیتریک ۱/۰ مولار	استات آمونیوم	کلرید سدیم ۲ مولار	غیر تبادلی*	تبادلی**	درصد پتاسیم تبادلی
	(میلی گرم بر کیلوگرم)							
کوشکک	۴۷	۶۴۰	۲۰۰	۳۲۳	۱۷۶	۳۱۶	۲۷۶	۴/۴
دانشکده	۵/۷۷	۱۱۶۰	۳۹۳	۶۴۰	۳۷۰	۵۲۰	۵۶۲	۹/۱
اکبرآباد	۷/۲۴	۷۸۶	۱۴۳	۲۷۰	۱۵۳	۵۱۶	۲۴۵	۵/۴
کامفیروز	۵/۲۱	۷۴۶	۱۴۰	۳۴۰	۱۵۰	۴۰۶	۳۱۸	۴/۳
داراب	۵/۲۷	۲۶۶	۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۶۶	۷۲	۲
حسین آباد	۸/۱۹	۶۰۰	۱۰۷	۲۶۰	۱۳۳	۳۴۰	۲۴۰	۷/۴
زرقان	۱۴	۶۲۰	۹۰	۲۱۰	۱۱۶	۴۱۰	۱۹۶	۴/۳
چیتگر	۳/۳۸	۳۸۶	۱۶۰	۲۲۰	۱۶۶	۶۶	۱۸۲	۶/۴
فسا	۳/۳۴	۱۱۰۶	۱۸۰	۳۵۰	۲۰۰	۷۵۶	۳۱۵	۵
رامجردی	۵/۴۶	۹۶۰	۱۹۶	۳۹۳	۲۰۶	۵۶۶	۳۴۶	۱/۶
میانگین	۰۳/۳۵	۳/۷۱۷	۱۷۰	۷/۳۱۰	۱۷۷	۷/۴۰۶	۵/۲۷۵	۷/۴

غیرتبادلی : حاصل تفاضل استات آمونیم از اسید نیتریک مولار جوشان، تبادلی: تفاضل آب از استات آمونیم***

مقدار شکلهای پتاسیم در ارتباط نزدیک با نوع و مقدار کانی های رسی می باشد و مقدار شکل های مختلف پتاسیم در خاک هایی که دارای مقدار رس بیشتر هستند بیشتر است (خرمالی و همکاران.، ۱۳۸۶). مقدار بسیار بالای مجموع پتاسیم تبادلی و غیر تبادلی نشان می دهد که بعضی از گیاهان ممکن است به کاربرد پتاسیم پاسخ ندهند. بنابراین تعیین هر دو نوع پتاسیم تبادلی و پتاسیم غیرتبادلی شاخص بهتری از قدرت تامین پتاسیم خاکها را در اختیار قرار می دهد(Jalali, ۲۰۰۶).

با توجه به اینکه رابطه بین مقدار عنصر خارج شده از خاک توسط عصاره گیر مورد استفاده در آزمون خاک و مقدار عنصر جذب شده در اندام هوایی گیاه می تواند یک پارامتر مهم در انتخاب عصاره گیر باشد، غلظت پتاسیم و جذب پتاسیم در اندام هوایی گیاه برنج (جدول ۴) برای بررسی قابلیت دسترسی پتاسیم خاک و انتخاب عصاره گیر مناسب مورد استفاده قرار گرفت. عصاره گیر استات آمونیم مولار خنثی برای ارزیابی پتاسیم قابل دسترس گیاه در ایران مورد استفاده قرار می گیرد، نتایج جدول ۶ نشان می دهد که کلرید سدیم با غلظت پتاسیم در برنج همبستگی معنی داری را نشان می دهد وبین بقیه پاسخ های برنج همبستگی مشاهده نمی‌شود. بنابراین لازم است عصاره گیرهای دیگر مورد آزمون واقع شوند تا عصاره گیر مناسب برای بررسی قابلیت استفاده پتاسیم برای گیاه برنج تعیین شود (جدول ۵). روش هایی که رابطه تنگاتنگی با پتاسیم به سهولت قابل استفاده دارند در مقایسه با سایر روش ها همبستگی بالاتری با غلظت پتاسیم در اندام هوایی برنج دارند (کاووسی و کلباسی، ۱۳۷۸). به طور کلی دلیل اینکه یک عصاره گیر در یک خاک ممکن است موفق و در خاک دیگر ناموفق باشد، احتمالا می تواند مربوط به نقش متفاوت شکلهای مختلف پتاسیم خاک (با توجه به نوع و مقدار کانی های موجود در خاک) در تامین نیاز گیاه باشد(شریفی و کلباسی، ۱۳۸۰).

کاووسی و کلباسی (۱۳۷۸) با ارزیابی ۱۵ روش عصاره گیری نشان دادند که عصاره گیرهای استات منیزیم، اسید سولفوریک، مورگان،کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار و آب همبستگی معنی داری با جذب پتاسیم گیاه برنج در تعدادی از شالیزارهای استان گیلان دارند.

جدول۴--میانگین پاسخ های گیاهی برنج

محل نمونه برداری	غلظت پتاسیم در اندام هوایی برنج	ماده خشک برنج	جذب پتاسیم برنج
	درصد	میلی‌گرم بر گلدان	گرم بر گلدان
کوشکک	۰۳/۲	۲/۱۴	۲۹۵
دانشکده	۶۳/۲	۹/۱۱	۳۱۱
اکبرآباد	۴/۲	۹/۱۰	۲۶۲
کامفیروز	۳/۲	۹/۸	۲۰۳
داراب	۲/۲	۳/۸	۱۸۱
حسین آباد	۳/۲	۲/۱۰	۲۳۱
زرقان	۷/۱	۷/۵	۹۸
چیتگر	۳/۲	۸/۱۰	۲۴۸
فسا	۵/۲	۷/۶	۱۶۷
رامجردی	۷/۲	۶/۳	۹/۹۸
میانگین	۳۱/۲	۱/۹	۹/۲۰۹

جدول ۵- ضریب همبستگی خطی ساده بین مقدار پتاسیم خارج شده از خاک توسط عصاره گیرهای مختلف و پاسخ های گیاه برنج

	کلریدسدیم ۲مولار	استات امونیم مولار خنثی	اسیدنیتریک ۱/۰ مولار	اسید نیتریک مولار جوشان	آب
کلریدسدیم ۲مولار	۱				
استات آمونیم ۱مولارخنثی	۹۵/۰**	۱			
اسیدنیتریک ۱/۰مولار	۹۹/۰**	۹۳/۰**	۱		
اسیدنیتریک ۱مولارجوشان	۷۲/۰	۸۴/۰**	۶۶/۰	۱	
آب	۹۲/۰**	۸۰/۰**	۹۵/۰**	۴۹/۰	۱
غلظت پتاسیم در برنج	۶۴/۰	۶۱/۰	۶۰/۰	۵۸/۰	۵۹/۰
جذب پتاسیم برنج	۴۳/۰	۳۵/۰	۵۱/۰	۰۱۵/۰	۴۸/۰
ماده خشک برنج	۲۲/۰	۱۶/۰	۳۳/۰	-۱۷/۰	۳۲/۰

و به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد و یک درصد***

نتیجه گیری

در هر منطقه با توجه به نوع خاک و نوع گیاه لازم است عصاره گیرهای مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد و مناسب ترین عصاره گیر برای پیش بینی قابلیت استفاده پتاسیم تعیین شود. علیرغم اینکه عصاره گیر استات آمونیم مولار خنثی برای ارزیابی قابلیت استفاده پتاسیم در استان فارس رایج است اما نتایج تحقیق حاضر نشان داد که عصاره گیرهای مورد بررسی همبستگی معنی داری با جذب پتاسیم برنج ندارند و لازم است عصاره گیرهای بیشتری مورد ارزیابی قرار بگیرد تا مناسب ترین عصاره گیر برای این منطقه تعیین شود.

منابع

شریفی، م و م، کلباسی. ۱۳۸۰. انتخاب عصاره گیر مناسب برای استخراج پتاسیم قابل جذب ذرت در خاکهای منطقه مرکزی استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۵ (۱): ۹۱-۷۷.

کاووسی، م. و کلباسی، م. ۱۳۷۸. مقایسه روش های عصاره گیری پتاسیم خاک برای تعیین سطح بحرانی پتاسیم برای برنج در تعدادی از خاکهای شالیزاری استان گیلان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۳: ۵۷-۷۰

ضرابی، م. و جلالی، م.۱۳۸۸. مقایه چندعصاره گیر برای استخراج پتاسیم قابل جذب گندم در برخی از خاکهای همدان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۰(۲): ۱۴۹-۱۵۵.

خرمالی، ف.، ک، نبی اللهی.، ک، بازرگان.، ک، افتخاری. ۱۳۸۶. بررسی وضعیت پتاسیم در راسته های مختلف خاک ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی خرگه کردستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴ (۵): ۹۳-۸۵.

Corey, R. B. ۱۹۸۷. Soil testing procedures: Correlation. pp. ۱۵-۲۲. In: J. R. Brown et al. (Ed.), Soil Testing: Sampling, Correlation, Calibration, and Interpretation. Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI.
Feigenbaum, S., Edelstein, R., and Shainberg, I. ۱۹۸۱. Release rate of potassium and structural cations from micas to ion exchanger in dilute solution. Soil Sci. Soc. Am. J. ۴۵: ۵۰۱-۵۰۶.
Jalali, M. ۲۰۰۵. Release kinetics of non-exchangeable potassium in calcareous soils. Communications in Soil Sci and Plant Anal. ۳۶:۱۹۰۳-۱۹۱۷.
Jalali, M. ۲۰۰۶. Kinetics of nonexchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of western Iran. Geoderma ۱۳۵: ۶۳-۷۱.
Kayser, M., and Isselstein, J. ۲۰۰۵. Potassium cycling and losses in grassland system: a review. Grass Forage Sci. ۶۰:۲۱۳-۲۲۴.
Lopez-Pineiro, A., and A. Garcia Navarro. ۱۹۹۷. Potassium release kinetics and availability in unfertilized vertisol of southwestern Spain. Soil Sci. ۱۶۲: ۹۱۲-۹۱۸.
Mengel, K., and Kirkby, E.A. ۲۰۰۱. Principles of plant nutrition, ۵th edn. Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, ۸۴۹ p.
Mishra, M.K., and Singh, M. ۱۹۹۴. Soil test / crop response to potassium with respect to yield and quality. Potash Review, subject II, ۹th suite, No. ۳.
Mutscher, M. ۱۹۹۵. Measurement and Assessment of Soil Potassium. IPI res top, no.۴. IPI, Basel. Switzerland.
Rich, C. I., and Black, W. R. (۱۹۶۴) Potassium exchange as affected by cation size and mineral structure. *Soil Sci*, ۴۷, ۳۸۴-۳۹۰.
Syers, J.K. ۲۰۰۳. Potassium in Soils: Current Concepts. *In*: Johnston, A.E. (ed.) Proceedings of the IPI Golden Jubilee Congress ۱۹۵۲-۲۰۰۲ held in Basel, Switzerland ۸-۱۰ Oct ۲۰۰۲. Feed the Soil to Feed the People. The Role of Potash in Sustainable Agriculture. International Potash Institute, Switzerland. p. ۳۰۱-۳۱۰.
Volker Romheld, E., and Kirkby, A. ۲۰۱۰. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. Plant and Soil, ۳۳۵:۱۵۵-۱۸۰.
Wang, J. G., Zhang, F. S., Cao, Y. P., and Zhang, X. L. ۲۰۰۰. Effect of Plant Types on Release of Mineral Potassium from Gneiss. Nutrient Cycling in Agroecosystems ۵۶:۳۷-۴۴.
Wentworth, S. A., and Rossi, N. (۱۹۷۲) Release of potassium from layer silicates by plant growth and by NaTpB extraction. *Soil Sci*, ۱۱۳, ۴۱۰-۴۱۶.

Abstract

In recent years, despite of drought and water shortage in the Fars province, many farmers have attempted to grow rice. Limited studies on the status and availability of potassium for rice plant in this province are available and so far suitable extractant for extracting available potassium for this plant has not been introduced. Therefore, this study aimed to assess the number of extractants including ۱M ammonium acetate pH=۷, ۲M sodium chloride, ۰.۱M nitric acid, water and boiling nitric acid for extracting available potassium for rice in some calcareous soils of Fars province was conducted. Results showed that only ۲M sodium chloride extractant has high significant correlation with potassium concentration of aerial organ of rice plant and none of the studied extractants have significant correlation with potassium uptake of rice plant and this is necessary to evaluate other extractants.

ارزیابی اثر قارچ *Piriformospora indica* برمقاومت گیاه برنج به تنش شوری تحت شرایط هیدروپونیک

علی رئیسی [۱]، مژگان سپهری [۲]،امیرحسین خوشگفتارمنش [۳]، مهدی قبولی [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشدگروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه شیراز ۳-استاد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴- استادیار گروه زراعت دانشگاه ملایر

چکیده
تنش شوری به عنوان یکی از تنش‌های غیر زنده طیف گسترده‌ای از تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و کاهش عملکرد را در گیاهان زراعی موجب می‌شود. قارچ شبه مایکوریزی *P.indica* توانایی تحریک رشد وافزایش مقاومت گیاهان میزبان به تنش‌های زیستی وغیر زیستی را دارد.هدف از این پژوهش بررسی تاثیر این قارچ بر رشد وعملکردوهمچنین نسبت Na/kریشه واندام هوایی گیاه برنج تحت شرایط تنش شوری می باشد.بدین منظور،گیاهچه‌ها با قارچ تلقیح شده و ۱۴ روز بعد از تلقیح،۳سطح تنش شوری(نرمال،۵۰mMو ۱۰۰mM)در آنها القاء شد. ۳۵روز بعد ازتلقیح،پارامترهای مؤثر در رشد وافزایش زیست توده مانند وزن خشک و تر ساقه وهمچنین وزن تر وخشک ریشه ونسبت سدیم به پتاسیم ریشه و اندام هوایی اندازه‌گیری و با گیاهان شاهد مقایسه شد.نتایج این پژوهش نشان داد که قارچ *P.indica* باعث افزایش رشد و مقاومت گیاهان برنج به تنش شوری می‌گردد.

واژه‌گان کلیدی: تنش‌های غیر زیستی، *P.indica*، زیست توده

مقدمه
رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زیستی و غیرزیستی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در بین تنش های غیر زیستی، تنش شوری خسارات گسترده ای را موجب می‌شود (۲). قارچ‌های اندوفایت موجب افزایش مقاومت گیاهان میزبان در برابر تنش‌های محیطی و بهبود خصوصیات مورفولوژیکی آن‌ها می‌شوند (۵). این قارچ همزیست اختیاری بوده وبه آسانی درمحیط های کشت مصنوعی قادربه رشد است (۱). علاوه برنقش این قارچ دربهبودرشدوعملکرد گیاهان شواهد زیادی مبنی بر نقش این قارچ در افزایش مقاومت گیاهان نسبت به تنش های محیطی موجود است (۴). همچنین این قارچ با تاثیری که برمکانیسم هایی مولکولی می گذارد میزان تحمل گیاهان به تنش را افزایش می دهد.
قارچ اندوفایت *P.indica* دارای دامنه وسیعی ازگیاهان میزبان است که با کلنیزاسیون ریشه آنها سبب تحریک رشد آن‌ها می‌گردد گیاهان میزبان شامل انواع خشکی پسند، بوته‌های یکساله وچند ساله ودرختان چوبی می باشند(۸). تأثیر تلقیح قارچ *P.indica* درافزایش بیوماس گیاهانی نظیر جعفری،توتون، و درخت سپیدارتوسط وارماوهمکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش شده است (۹). کوماری و همکاران گزارش دادند گیاهان خردل [۱]، کلم [۲] و اسفناج [۳] پس از تلقیح با این قارچ به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش رشد نشان دادند (۶). والر و همکاران (۲۰۰۵)نیز به تأثیر *P.indica* در افزایش عملکرد و مقاومت گیاه به تنش شوری و خشکی اشاره کردند (۱۰). این قارچ تجمع یون ها را درگیاهان به وسیله افزایش نسبت سدیم به پتاسیم تعدیل میکند و پاسخ سیستماتیک گیاهان را به تنش شوری ازطریق تغییردرپاسخ فیزیولوژیک فزایش می‌دهد و در نهایت باعث افزایش رشد گیاه می‌گردد که این افزایش رشد را می توان به عنوانی معیاری از افزایش تحمل گیاهان به تنش شوری وخشکی در نظر گرفت (۳). روش های بیولوژیک مبتنی براستفاده از پتانسیل ارگانیسم های مفید خاکزی در برقراری روابط همزیستی با گیاهان نقش مؤثری در افزایش مقاومت گیاه به تش های محیطی بر عهده دارند.پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر قارچ *P.indica* بر زیست توده گیاه و نسبت سدیم به پتاسیم شاخساره هوایی گیاه برنج به عنوان معیارهایی از افزایش تحمل گیاهان به تنش شوری انجام شده است.

مواد وروش ها

تهیه،وتکثیرمایه تلقیح *P.indica*
جدایه قارچ به مدت ۴ هفته در دمای ۲۵-۲۴ درجه سانتی‌گراد درون انکوباتور نگهداری شد. به منظورتهیه مایع تلقیح،مقدار ۳۰-۲۰ محلول آب توپین ۲۰ به هرپتری دیش اضافه شدو پس از جمع‌آوری اسپورهای قارچ،تعداد آنهابا استفاده از لام نئوبار شمارش(۵×۱۰^{۷} اسپور در میلی‌لیتر)شد.

کشت گیاهان واعمال تیمارها
به منظورانجام این پژوهش،آزمایش گلخانه‌ای در ظرف‌های کشت با استفاده از محلول غذایی یوشیدا در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳تکراردرگلخانه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد.فاکتورهای آزمایش شامل ۳سطح شوری(۵۰، ۰، ۱۰۰ میلی‌مولار *NaCl*) ودوسطح قارچ *P.indica*(تلقیح وعدم تلقیح)بودند.بذورسالم ویکنواخت برنج به صورت دستی جدا وبوسیله اتانول وهیپوکلریت سدیم ضدعفونی گردیدند.بذرهای جوانه‌دار شده برنج رقم هاشمی با محلول حاوی اسپورهای قارچ به مدت ۲-۱ ساعت بر روی شیکر با دور آرام(۸۰-۷۰*rpm*) قرار داده شدندتا امکان اتصال اسپورها به سطح ریشه‌چه فراهم شود. سپس گیاه‌چه‌ها

به ظرف‌های حاوی محلول یوشیدا انتقال داده شده ودربیشینه دمای روزانه ۲۴-۲۳ درجه سانتی‌گراد ودمای شبانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد ورطوبت نسبی ۶۰درصد به مدت ۵ هفته قرار گرفتند.یک هفته پس از کاشت نمونه‌برداری از ریشه گیاهان تلقیح شده برای تعیین میزان کلنیزاسیون انجام شد.اعمال تنش شوری ۱۴روز پس از کشت انجام شد. جهت جلوگیری از شوک ناشی از اثرات اسمزی مربوط به تنش شوری اعمال تنش به صورت تدریجی واز غلظت ۲۵ میلی‌مولار آغازشد.پس ازگذشت ۳هفته از اعمال تنش ومشاهده اختلاف ظاهری دررشد گیاهان تلقیح شده با قارچ *P.indica* در شرایط نرمال وتنش،نمونه‌برداری از اندام هوایی صورت گرفت.

اندازه‌گیری وزن خشک وتر اندام هوایی

پس از گذشت ۳ هفته از اعمال تنش نمونه‌برداری از بخش هوایی گیاه انجام شد.پس ازتعیین وزن تر نمونه‌های گیاهی برداشت شده،نمونه‌های مذکور به مدت ۴۸ساعت در آون با دمای ۶۵درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها نیز محاسبه شد.

اندازه گیری میزان سدیم وپتاسیم اندامهواییگیاه

اندازه‌گیری سدیم وپتاسیم به وسیله دستگاه فلیم‌فوتومتر و با روش پراساد و همکاران(۱۹۹۷) انجام شد (۷).

نتایج وبحث

وزن خشک ریشه و اندام هوایی در گیاهان شاهد و تلقیح شده تحت تنش شوری

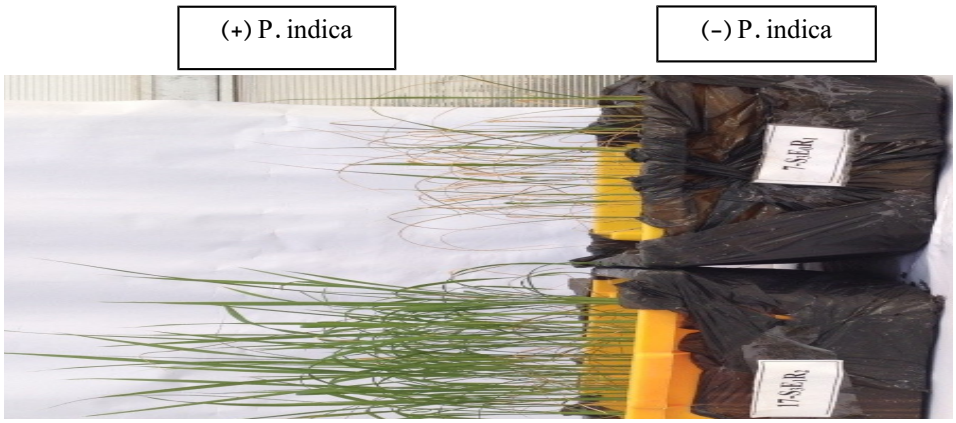
گیاهانتلقیحیافتهباقارچ *P.indica*ازرشدبیشتریبرخورداربودند(شکل ۱). پنج هفته پس از رشد در شرایط نرمال (عدم تنش)، وزن خشک ساقه و ریشه در گیاهان تلقیح شده به ترتیب ۲۷/۱ و ۳۶/۱ برابر گیاهان شاهد بود(شکل ۳).وقتی گیاهان شاهد و تلقیح شده به مدت سه هفته در معرض تنش شوری متوسط و بالا قرار گرفتند،کاهش رشد در هر دو گروه از گیاهان قابل مشاهده بود،اما کاهش رشد در گیاهان تلقیح شده کم‌تر از گیاهان شاهد بود، طوری که میزان وزن خشک ساقه و ریشه در گیاهان تلقیح شده در شرایط تنش شوری (۵۰ میلی‌مولار نمک) نسبت به شرایط نرمال به ترتیب ۳۷/۱ و ۴۴/۱ افزایش یافت. این نتایج نشان می‌دهد اگرچه تنش شوری بالا به هر دو گروه از گیاهان مورد بررسی تأثیر گذاشته اما میزان اثرات سوء آن در گیاهان تلقیح شده کم‌تر است.این مطالب بیان‌گر اثرات مثبت قارچ بر گیاهان تلقیح شده در شرایط تنش شوری می‌باشد.

ارتفاع شاخساره هوایی در گیاهان تلقیح شده و شاهد تحت تنش شوری

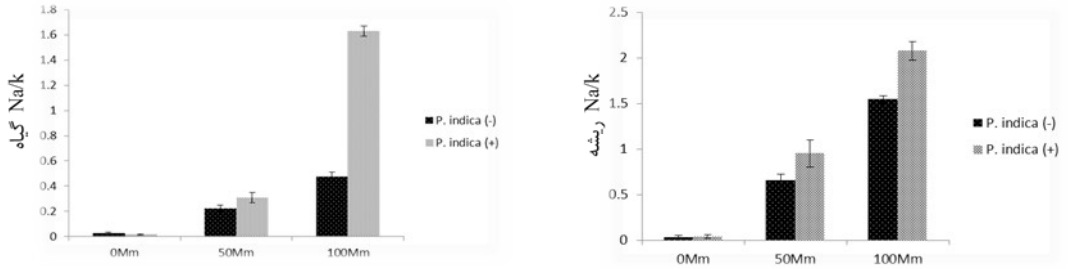
تلقیح گیاهان با قارچ *P.indica* باعث افزایش در ارتفاع اندام هوایی شد. پنج هفته پس از رشد در شرایط عدم تنش، ارتفاع اندام هوایی در گیاهان تلقیح شده ۱.۱۳ برابر گیاهان شاهد بود(شکل ۴). وقتی گیاهان شاهد و تلقیح شده به مدت ۳ هفته تحت تنش شوری (۵۰ و ۱۰۰ میلی مولارنمک) قرار گرفتند در هر دو گروه کاهش رشد مشاهده گردید، اما این کاهش رشد در گیاه ان تلقیح شده کم تر از گیاهان شاهد بود (شکل ۱)، به طوری که میزان ارتفاع اندام هوایی در گیاهان تلقیح شده تحت تنش (۵۰ میلی‌مولار و ۱۰۰ میلی‌مولار نمک) به ترتیب ۱۷/۱ و ۲۴/۱ برابر گیاهان شاهد بود (شکل ۴). این نتایج نشان می‌دهد اگرچه تنش شوری بالا مانع رشد گیاهان می‌شود ولی در گیاهانی که با قارچ تلقیح شده‌اند این کاهش رشد کم‌تر است. این مطلب بیان‌گر کاهش اثرات شوری وافزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش و افزایش عملکرد گیاهان توسط قارچ *P.indica*است.

نسبت سدیم به پتاسیم ریشه و اندام هوایی در گیاهان تلقیح شده و شاهد تحت تنش شوری

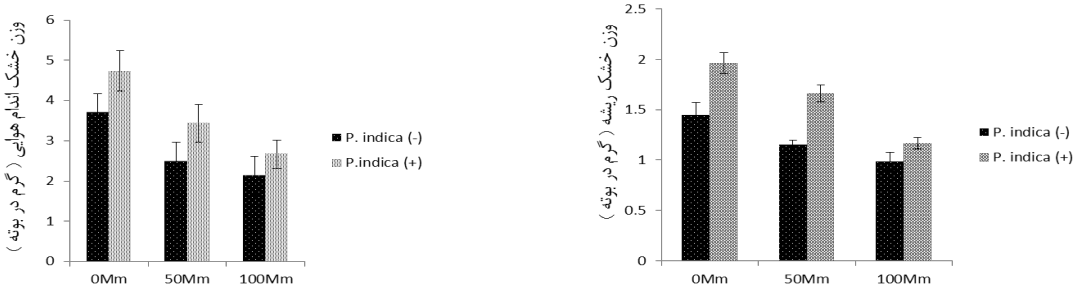
تلقیح گیاهان با قارچ *P.indica* باعث افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه و اندام هوایی گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان شاهد گردید(شکل ۲). افزایش تنش شوری باعث افزایش Na/k در ریشه و اندام هوایی گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان شاهد شد، به طوری که Na/k، اندام هوایی و ریشه گیاهان تلقیح شده تحت تنش (۵۰ میلی مولار نمک)، به ترتیب ۱.۲۴ و ۱.۴۴ برابر گیاهان شاهد بود(شکل ۲). در شرایط تنش شوری، افزایش Na/k باعث افزایش تعادل یونی در گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان شاهد می‌شود. گیاهان تلقیح شده نسبت سدیم به پتاسیم بیشتر و هم چنین رشد بیشتری نسبت به گیاهان شاهد داشتند. بنابراین این قارچ باافزایش نسبت سدیم به پتاسیم و بالا بردن تعادل یونی سبب افزایش رشد گیاه در شرایط تنش شوری می‌گردد.



درسطح ۱۰۰ میلی‌مولارکلریدسدیم*P. indica* شکل ۱.مقایسه‌رشدگیاهانشاهد (تلقیحنشده) وتلقیحشده‌باقارچ

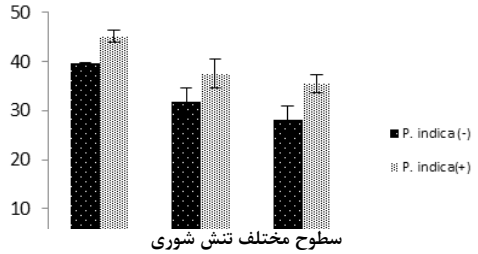


.اندام هوایی Na/*k* :ریشه ؛ چپNa/k:گیاهانتیماروشاهدتحتشرایطتنش شوری. راستNa/k شکل ۲. مقایسه



سطوح مختلف تنش شوری

شکل ۳. مقایسه وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاهان تیمار و شاهد تحت شرایط تنش شوری. راست: وزن خشک ریشه؛ چپ: وزن خشک گیاه.



شکل ۴. مقایسه ارتفاع اندام هوایی گیاهان تیمار و شاهد تحت شرایط تنش

منابع

[۱] کشاورز، پیمان. ۱۳۸۰. اثر منابع و مقادیر ازت بر رشد و غلظت کلر و سدیم در گندم تحت شرایط شور. مجله پژوهشی خاک و آب. موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۵(۲): ۲۴۰-۲۳۲.

[۲] میرمحمدی میبدی، س. ع. م. و ب. قره یاضی. ۱۳۸۱ . جنبه‌های فیزیولوژیك و بهنژادی تنش شوری گیاهان . انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

[۳] Alikhani M., Khatabi B., Sepehri M., Nekouei M. K., Mardi M.and Salekdeh G. H. ۲۰۱۳. A proteomics approach to study the molecular basis of enhanced salt tolerance in barley (Hordeum vulgare L.) conferred by the root mutualistic fungus *Piriformospora indica*. Molecular BioSystems,۹(۶): ۱۴۹۸-۱۵۱۰.

[۴] Blackstock W. P. and . Weir M. P. ۱۹۹۹. Proteomics: quantitative and physical mapping of cellular proteins. Trends Biotechnol, ۱۷:۱۲۱-۱۲۷.

[۵]Friedrich M; Grosser R. J; Kern E. A; Inskeep W. P. and Ward. D. M. ۲۰۰۵. Hydrocarbon phytoremediation field trial. Appl. Environ. Microbiol, ۶۹: ۴۳۸-۴۸۹. Hooda P. S. and Alloway B. J. ۱۹۹۳. Effects of time and temperature on the bioavailability of Cd and Pb from sludge-amended soils. J. Soil Sci. ۴۴: ۹۷-۱۱۰.

[۶]Moco s;Vervoot J; Moco S; Bino R. J; Vos De. R. C. and Bino R. ۲۰۰۷. Metabolomics technologies and metabolite identification. Trac Trend Anal. Chem,۲۶۵:۸۵۵-۸۶۶.

[۷]Prasad A; Kumar D;Singh D. V; Prasad A. and Jain D. C. ۱۹۹۷. Rsponse of Artemisia annual. To soil salinity.Herbs spic. Med Plant, ۵: ۴۹-۵۵.

[۸]Singh A., Sharma J., Rexer K. H., and Varma A. ۲۰۰۰. Plant productivity determinants beyond minerals,
Verma S., Varma A., Rexer K. H., Hassel A., Kost G., Sarbhoy A., Bisen P., Bü tehornB., and Franken
Waller F; Achatz B; and H. Baltruschat. ۲۰۰۵. The endophytic fungus *Piriformospora indicia* reprograms Barley to salt stress tolerance, disease resistance and higher yield.PNAS, ۱۰۲:۱۳۳۸۶-۱۳۳۹۱.

[۹]Verma S., Varma A., Rexer K. H., Hassel A., Kost G., Sarbhoy A., Bisen P., Bü tehorn B., and Franken
P. ۱۹۹۸. *Piriformospora indica*, gen. et sp. nov., a new root-colonizing fungus. Mycologia, ۸۹۶-۹۰۳.

[۱۰] Waller F; Achatz B. and Baltruschat H. ۲۰۰۵. The endophytic fungus *Piriformospora indicia* reprograms Barley to salt stress tolerance, disease resistance and higher yield.PNAS, ۱۰۲:۱۳۳۸۶-۱۳۳۹۱.

Abstract

Salinityas one of theabioticstressesextensiverangeofphysiological and biochemicalchangesandwillresult inyield lossesincrops. . The Micoriza-like fungus, Piriformospora Indica, has the ability of motivating the growth and increasing the resistance of host plants against biological and non-biological stress. The aim of this study is to evaluate the effect of this fungus on the growth and also Na / k of the roots and the aerial organs of rice plants under salt stress conditions. Thus, the seedlings are inoculated with fungus and ۱۴ days after inoculation with ۳ levels of salinity (normal, ۵۰ mM and ۱۰۰ mM) they were induced. ۵ weeks after inoculation, the parameters influencing on the growth and the increase of biomass as dry stems weight also as dry weight of the root and the ratio of sodium to potassium of the root and the aerial organ was measured and compared with the control plants. The results of this study showed that the P.Indica fungus causes an increase in the growth and the resistance of rice plants against salinity stress.

تاثیر تغییر کاربری اراضی از شالیزار به کشت کیوی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک

سیما غفاری چراتی [۱]، مهدی قاجار سپانلو [۲]، مصطفی عمادی [۲]و محمد علی بهمنیار [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری ۲ -دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری ۳- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

تغییر کاربری تغییر در نوع استفاده از زمین شامل تغییر در سطح زمین، تراکم و مدیریت زمین می‌باشد. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر کاربری از شالیزار به باغ کیوی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک از جمله ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و pH می‌باشد. بدین منظور از هر کاربری از ۲ عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتیمتری در ۴ تکرار به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی نمونه برداری شد. این پژوهش، در مزرعه برنج و باغ کیوی در روستای سنگ کتی در شرق شهرستان بابل و روستای دابودشت در شرق شهرستان آمل انجام شد. براساس این نتایج مشخص شد که تغییر کاربری از شالیزار به باغ کیوی باعث افزایش ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی شده است. اثر متقابل بین کاربری و عمق نشان داده است که بیشترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی (۵/۱۵Cmol+/kg) و ماده آلی (۶۸/۲%) در عمق ۲۰-۰ سانتیمتری کاربری باغ کیوی و کمترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی (۷۵/۱۲ Cmol+/kg) و ماده آلی (۳۳/۱%) در عمق ۴۰-۲۰ سانتیمتری کاربری شالیزار بوده است.

واژه های کلیدی : تغییرکاربری، خصوصیات شیمیایی خاک، ماده آلی

مقدمه

تغییر کاربری اراضی که بخش مهم و اساسی تغییرات جهانی در اکوسیستم‌های خاکی است، تغییر در نوع استفاده از زمین، که لزوما تغییر در سطح زمین نبوده، بلکه شامل تغییر در تراکم و مدیریت زمین نیز می‌باشد (احمدی، ۱۳۷۴). فعالیت‌های انسان که با برنامه ریزی مناسبی همراه نیست، اثرات نامطلوبی روی منابع (از جمله خاک) به همراه دارد که از میان این فعالیت‌ها می‌توان به تغییر کاربری اراضی اشاره کرد (رفاهی، ۱۳۷۵). جهت حفظ حاصلخیزی و افزایش بهره‌وری خاک در کشاورزی پایدار، آگاهی از تاثیر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک ضروری می‌باشد (وحیدی و همکاران، ۱۳۹۱).

مواد آلی از مهمترین شاخص‌های کیفیت خاک محسوب می‌شود و تاثیر مثبتی بر خصوصیات خاک دارد (مومنی و همکاران، ۱۳۸۶). مختاری کرچگانی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند تغییر کاربری از جنگل به اراضی زراعی موجب کاهش ماده آلی خاک می‌شود. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک جنگلی به طور معنی داری بیشتر از خاک‌های مرتعی و زراعی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های مرتعی به طور معنی داری بیشتر از خاک‌های زراعی می‌باشد (نیک نهاد قرماخر و مارامایی، ۱۳۹۰).

گیسن و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که در کاربری کشاورزی میزان واکنش خاک بالاتر از کاربری‌های مرتعی بوده که برخلاف نتایج نیک نهاد قرماخر و مارامایی (۱۳۹۰) می‌باشد، زیرا آنها به این نتیجه رسیدند که میانگین این پارامتر در کاربری‌های مختلف (زراعی، جنگل و مرتع) تفاوت معنی داری ندارد.

هدف این پژوهش تاثیر تغییر کاربری از شالیزار به کیوی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک از جمله ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و واکنش خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه برنج و باغ کیوی در روستای سنگ کتی در شرق شهرستان بابل و روستای دابودشت در شرق آمل انجام شد. بافت خاک در دو منطقه مورد مطالعه مشابه بوده و لوم سیلتی می‌باشد. جهت بررسی خصوصیات شیمیایی از هر کاربری در دو منطقه در چهار تکرار از عمق‌های ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی متری نمونه برداری شد. طرح آزمایش بکار رفته فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی می‌باشد.

اندازه‌گیری مواد آلی خاک به روش اکسیداسیون تر (Nelson and Sommers, ۱۹۸۲) و ظرفیت تبادل کاتیونی با فلیم فوتومتر (Rhoads, ۱۹۸۶) اندازه‌گیری شد. واکنش خاک در گل اشباع با pHمتر اندازه‌گیری گردید. داده‌ها با نرم افزار MSTATC مورد آنالیز قرار گرفت.

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده (جدول ۱) نشان داد که تغییر کاربری اراضی بر روی مواد آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی در سطح یک درصد معنی دار و بر واکنش خاک معنی دار نمی‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات برخی خواص شیمیایی خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	pH	OM	CEC
کاربری	۱	۰۴۵/۰ ns	۸۶۲/۲ **	۱۲۷/۱۹ **
منطقه	۱	۰۰۵/۰ ns	۱۰۵/۰ **	۱۹۰/۷۷ **
کاربری*منطقه	۱	۱۲۳/۰ ns	۰۰۱/۰ **	۷۱۴/۰ **
عمق	۱	۰۳۶/۰ ns	۵۸۳/۴ **	۶۸۹/۱۱ **
کاربری*عمق	۱	۰۰۷/۰ **	۲۵۴/۰ **	۷۳۹/۱ **
منطقه*عمق	۱	۰۲۸/۰ ns	۵۵۹/۰ **	۱۷۷/۰ ns
کاربری*منطقه*عمق	۱	۰۰۲/۰ **	۰۰۶/۰ **	۱۲۳/۰ ns
خطا	۲۱	۰۲۰/۰	۰۰۹/۰	۰۴۶/۰
ضریب تغییرات		۸۶/۱	۹۶/۴	۴۹/۱

عدم وجود تفاوت معنی دار ns %تفاوت معنی دار در سطح ۱% *تفاوت معنی دار در سطح ۵%**

اثر منطقه و اثر متقابل کاربری و عمق در مورد شاخص‌های ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی در سطح یک درصد معنی‌دار شد و بر واکنش خاک معنی دار نمی‌باشد.اثر متقابل منطقه و عمق تنها برای ماده آلی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و اثر سه جانبه ی بین کاربری، منطقه و عمق تنها بر ماده آلی در سطح یک درصد معنی دار شد.اثر متقابل بین کاربری و منطقه نشان داد (جدول ۲) که بیشترین مقدار ماده آلی ۲۷/۲ درصد مربوط به کاربری باغ کیوی در منطقه بابل و کمترین آن ۵۶/۱ درصد مربوط به کاربری شالیزاری منطقه آمل می‌باشد. نتایج تحقیقات آذرابین و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که ۲۰سال عملیات کشت و کار، تغییر قابل توجهی در کاهش مقدار ماده آلی خاک، به میزان ۲۵ درصد در اراضی تخریب شده نسبت به دو خاک بکر و رها شده داشته است.

جدول۲. اثر متقابل منطقه و عمق بر ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی

	OM	CEC	
منطقه*کاربری	کیوی	شالیزار	کیوی	شالیزار
امل	^{b}۱۶/۲	^{d}۵۶/۱	^{c}۷۳/۱۳	^{d}۸۹/۱۱
بابل	^{a}۲۷/۲	^{c}۶۷/۱	^{a}۵۴/۱۶	^{b}۲۰/۱۵

در هر ستون و هر ردیف مربوط به هر پارامتر حرف یا حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵% آزمون دانکن می‌باشد.

مقایسه میانگین کاربری و عمق (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقدار ماده آلی ۶۸/۲ درصد مربوط به لایه‌ی سطحی کاربری باغ کیوی و کمترین آن ۳۳/۱ درصد مربوط به عمق ۴۰-۲۰ سانتیمتری شالیزار می‌باشد.

نتایج تحقیقات کلیک (۲۰۰۵) نشان داد که میزان ماده آلی در اراضی کشاورزی در لایه ۱۰-۰ سانتی متری ۴۴% و در لایه ۲۰-۰ سانتی متری ۴۸% در مقایسه با کاربری مرتع کاهش داشته است.

جدول ۳. اثر متقابل کاربری و عمق بر ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی

	OM		CEC	
کاربری*عمق	۲۰-۰	۴۰-۲۰	۲۰-۰	۴۰-۲۰
شالیزار	^{c}۷۵/۱	^{d}۳۳/۱	^{b}۷۶/۱۴	^{d}۷۵/۱۲
کشت کیوی	^{a}۶۸/۲	^{b}۹۱/۱	^{a}۵۱/۱۵	^{c}۴۳/۱۴

. در هر ستون و هر ردیف مربوط به هر پارامتر حرف یا حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵% آزمون دانکن می‌باشد

جدول ۱ نشان داد، کاربری برروی ظرفیت تبادل کاتیونی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱% دارد. به گونه ای که با تغییر کاربری از شالیزار به کیوی ظرفیت تبادل کاتیونی افزایش یافته است.

اثر متقابل کاربری و منطقه نشان می‌دهد که بیشترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی ۵۴/۱۶ $Cmol^{+}/kg$ مربوط به کاربری کیوی در منطقه بابل می باشد (جدول ۲).

بیشترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی ۵۱/۱۵ $Cmol^{+}/kg$ در عمق ۲۰-۰ سانتی متری کاربری کیوی مشاهده شده است و کمترین آن ۷۵/۱۳ $kgCmol/^{+}$در عمق ۴۰-۲۰ سانتیمتری کاربری شالیزار می‌باشد (جدول ۳).

وحیدی و همکاران (۱۳۹۱) بیان داشتند میزان ظرفیت تبادل کاتیونی افق‌های سطحی در کاربری باغ سیب بیشتر از میزان ظرفیت تبادل کاتیونی افق‌های سطحی در کاربری گندم می‌باشد. احتمالا این امر به دلیل وجود مجموع مواد آلی و مقدار رس بیشتر افق‌های سطحی در کاربری باغ سیب می‌باشد.تغییر کاربری های طبیعی اراضی، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را تا بیش از ۴۸% کاهش می‌دهد (Sanchez-Maranon et al.,۲۰۰۲).

منابع

۱. احمدی، ر. ۱۳۷۴. نقش کاربری اراضی در ایجاد و تشدید حرکات توده‌ای جنگلی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

۲. رفاهی، ح. ۱۳۷۵.فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران.

۳. مختاری کرچگانی، پ. ، ایوبی، ش. ا. ، مصدقی، م. و ملکیان، م.، ۱۳۹۰.اثر شیب و تغییر کاربری اراضی بر ذخایر ماده آلی خاک در اجزا اندازه‌ای ذرات و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی تپه ماهوری لردگان. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، شماره اول، صفحه ۲۳ تا ۴۱.

۴. مومنی، م.، جلالیان، ا. و کلباسی، م.، ۱۳۸۶.بررسی اثر تخریب مراتع بر مقدار کربن آلی، نیتروژن کل و معدنی خاک در دو منطقه از زیر حوضه ونک. دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج.

۵. نیک نهاد قرماخر، ح. و مارامایی، م. ، ۱۳۹۰. مطالعه اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کچیک). مجله مدیریت خاک و تولید پایدار. جلد اول، شماره دوم، صفحه ۸۹-۹۱.

۶. وحیدی،م.ج.، جعفرزاده، ع.ا.، اوستان، ش.، شهبازی، ف. ، ۱۳۹۱. تأثیرکاربری اراضی برویژگی‌های فیزیکی،شیمیایی وکانیشناسی خاک‌های جنوب شهرستان اهر. نشریه دانش آب وخاک،جلد ۲۲،شماره ۱،صفحه ۴۷-۳۴.

۷. Azarabin, M., Jalalian, A. and Karimian, M. ۲۰۰۳. Evaluation of effect of land use changes on some soil properties in koohrang area, chaharmahal and bakhtiari province., ۸th Iranian soil science congress.

۸. Celik, I. , ۲۰۰۵. Land use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of turkey. Soil till, ۸۳: ۲۷۰-۲.

۹. Gissen, V., Sanche, R. , Hernandez, C., Kampichler, R., Ramos-Reyes and Sepulvedalozada, A. ۲۰۰۹. Effects of land use change on some properties of tropical soils. An example from southeast Mexico. Geoderma ۱۵۱: ۸۷-۹۷.

۱۰. Nelson, D. B. , Sommers, L. E. , ۱۹۸۲.Total carbon, organic carbon and organic matter. In A. L. Page (ed) Methods of soil analysis. Part ۲.۲th ed.Am Soc Agron, Madison, Wisconsin, ۵۳۹-۵۷۹.

۱۱. Rhoads, J. W. , ۱۹۸۶.cation exchange capacity, methods of soil analysis. Part ۲, Agron, ۱۴۹-۱۵۸.

۱۲. Sanchez-Maranon, M. , Soriano, M. , Delgado, G. and Delgado, R. ۲۰۰۲. Soil quality Mediterranean mountain environments : effects of land use change. Soil science society of America Journal, ۶۶ : ۹۴۸-۹۵۸.

Abastract

Land use change indicates alteration of the manner to using a land including the change in the area, compression and managing of the land. The purpose of this research is investigate the influence of land use change from paddy land to kiwi garden on some chemical properties of soil including organic materials , cation exchange capacity and PH. For this purpose, four repetitions from each land use were sampled from ۲ depths of ۰-۲۰ and ۲۰-۴۰ centimeters as factorial design in complete randomized block pattern. This investigation is performed in the paddy land and kiwi garden in the Sang keti village in the east of Babol city and Dabodasht village located in the east of the Amol city. Based on this evaluation it was observed that altering the paddy land to kiwi land would lead to the increase in organic materials and cation exchange capacity. The mutual influence between the application and depth indicated that the most cation exchange capacity (Cmol+/Kg ۱۵.۵) and organic materials (۲.۶۸%) is in the depth of ۰-۲۰cm of kiwi garden application and the least cation exchange capacity (Cmol+/Kg ۱۲.۷۵) and organic materials (۱.۳۳%) is in the depth of ۲۰-۴۰cm of paddy land.

بررسی اثر گوگرد آلی بر عملکرد و کیفیت میوه خرمای رقم سایر

عبدالحمید محبی
استادیار پژوهش موسسه تحقیقات باغبانی پژوهشکده خرما و میوه های گرمسیری سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی
اهواز ایران

چکیده
خاك نخلستان‌ها، جزء خاك‌های آهکی محسوب می‌شود. بالا بودن پ‌هاش این نوع خاک‌ها، باعث تثبیت عناصر غذایی در خاک و کاهش جذب توسط گیاه می‌گردد. نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که مصرف گوگرد به عنوان یك ماده ارزان قیمت و فراوان، در خاک به افزایش فرم محلول و قابل جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه کمک می کند. در این پژوهش تأثیر کاربرد سطوح مختلف گوگرد آلی(۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ گرم برای هر اصله نخل خرما) بر خصوصیات کمی و کیفی خرمای رقم سایر در قالب طرح بلوك های کامل تصادفی با شش تیمارکودی و چهار تکرار بر روی ۲۴ اصله نخل خرمای بارور رقم سایر طی سالهای ۹۲-۱۳۹۰ در روستای ابوشانک آبادان اجرا گردید. در این طرح عملیات باغی بر اساس توصیه عمومی منطقه، صورت گرفت. در زمان برداشت محصول، ضمن تعیین عملکرد و تعداد خوشه هر درخت صفاتکمی میوه شامل وزن، طول و قطر میوه و هسته تعیین گردید. تجزیه و تحلیل های آماری داده ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن صورت گرفت. نتایج نشان داد مصرف کود دامی باعث افزایش عملکرد شد و مصرف ۱۰۰۰ گرم گوگرد همراه با کود دامی باعث افزایش طول میوه گردید.

واژه های کلیدی: خرما، عملکرد، کود شیمیایی، گوگرد آلی

مقدمه
مصرف گوگرد نه تنها به عنوان عنصر غذایی مورد نیاز گیاه، بلکه بیشتر به لحاظ اثرات مفید این عنصر در اسیدی کردن موضعی خاك و افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی از جمله فسفر، آهن و روی اهمیت دارد(ملکوتی و ریاضی همدانی ۱۳۷۰).در خاك‌های آهکی به علت کمبود مواد آلی، فعالیت ریز جانداران موثر در اکسایش گوگرد کاهش مییابد و زمانی مصرف گوگرد در این نوع خاك‌ها موثر است که توام با کودهای آلی بوده و یا همراه تیوباسیلوس مصرف شود(ملکوتی،۱۳۷۵).
عواد و همکاران (۲۰۰۳) با انجام یك تحقیق بر روی ۴۰ درخت خرمای بارور در ایستگاه تحقیقات الکویته شهر الاعین امارات متحده عربی و اعمال تیمارهای کودی مختلف شامل کودهای حیوانی و کودهای شیمیایی همراه با کاربرد گوگرد در سطوح مختلف(۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰) گرم به ازای هر درخت گزارش کردند که کاربرد گوگرد همراه با کودهای آلی و شیمیایی باعث افزایش غلظت پتاسیم،گوگرد، روی و کاهش غلظت آهن در برگ خرما شده است.
دیالمی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی کاربرد گوگرد بر میزان عناصر غذایی برگ خرما گزارش کردند که کاربرد گوگرد به میزان چهار کیلوگرم (۱۰ درصد کود دامی) به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس (مخلوط کردن ۵۰۰ گرم مایه تلقیح با ۲۵ کیلوگرم گوگرد پودری) در زمان کاشت نهال خرمای رقم برحی و به روش چالکود باعث بهبود وضعیت تغذیه و رشد رویشی نهال ها گردیده است.
استان خوزستان با داشتن خاکهای عمیق و حاصلخیز و شرایط آب و هوایی مناسب، دارای پتانسیل زیادی برای کشت و پرورش خرما، به خصوص ارقام مناسب و سازگار منطقه میباشد. آهکی بودن خاک در مناطق مختلف استان از جمله نخلستان‌ها باعث گردیده تا علیرغم وجود مقادیر فراوان برخی از عناصر غذایی در این خاك‌ها، نخل خرما با مشکل جذب عناصر غذایی مورد نیاز خود روبرو گردد. به طوری که توانایی جذب این عناصرکمتر از مقدار لازم برای رشد و نمو و تولید محصول مناسب می باشد. با توجه به این شرایط، انتظار می رود با تأمین بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز نخل خرما از طریق کاربرد گوگرد آلی باعث بهبود شرایط تغذیه درختان و افزایش عملکرد و کیفیت محصول خرما گردد. نتایج پژوهش‌های انجام شده که در بالا به آن اشاره شد نشان می دهد که مصرف گوگرد به عنوان یك ماده ارزان قیمت و فراوان میتواند در خاک به افزایش فرم محلول و قابل جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه کمک کند. بنابر این نظر به وجود نتایج مثبت مصرف گوگرد بر روی سایر محصولات کشاورزی، به همین منظور در این آزمایش اثر کاربرد گوگرد آلی بر خصوصیات کمی و کیفی خرمای رقم سایر در استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفت تا با تعیین و کاربرد مقادیر صحیح کودهای حاوی عناصر غذایی مورد نظر، علاوه بر افزایش میزان محصول، خصوصیات کیفی آن نیز بهبود یابد.

مواد و روش‌ها
در این تحقیق تأثیر کاربرد گوگرد آلی بر خصوصیات کمی و کیفی خرمای رقم سایر در قالب طرح آماری شامل ۶ تیمار و ۴ تکرار و به صورت طرح بلوك های کامل تصادفی بر روی ۲۴ اصله نخل خرمای بارور رقم سایر طی دو سال زراعی متوالی ۹۲- ۱۳۹۰ در روستای ابوشانک آبادان اجرا گردید. در این پژوهش عملیات گرده افشانی به صورت دستی و سایر عملیات باغی بر اساس توصیه عمومی منطقه، صورت گرفت. تیمار های آزمایشی شامل: ۱- تیمار شاهد (بدون مصرف کود) ، ۲- مصرف کودهای شیمیایی برای

هر اصله نخل خرما بر اساس آزمون خاک، ۳- مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی برای هر اصله نخل خرما، ۴- مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی به‌همراه ۱۰۰۰ گرم گوگرد آلی برای هر اصله نخل خرما ۵ - مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی به همراه ۱۵۰۰ گرم گوگردآلی، ۶- مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی به‌همراه ۲۰۰۰ گرم گوگرد آلی. مصرف کودها شامل گوگرد آلی و کودهای فسفری، پتاسیمی و نصف کود نیتروژنی بر اساس آزمون خاك(جدول ۱) در فصل زمستان به صورت چالکود به همراه مصرف کودهای ریزمغذی شامل (سولفات آهن، روی و مس هر کدام به میزان ۱۵۰گرم به ازای هر درخت) بر اساس توصیه عمومی و ۳۰ کیلو گرم کود دامی و نصف دیگر کود نیتروژنی در اردیبهشت ماه مصرف گردید(محبی و نبهانی، ۱۳۹۰). در این تحقیق عملیات گرده‌افشانی به صورت دستی و سایر عملیات باغی بر اساس توصیه عمومی منطقه، صورت گرفت. در زمان برداشت محصول، ضمن تعیین عملکرد، یك کیلوگرم نمونه از هر تیمار نیز تهیه و صفات کمی میوه شامل وزن، طول، قطر میوه و هسته، وزن گوشت میوه و نسبت وزن گوشت میوه به هسته نیز تعیین گردید. تجزیه و تحلیل‌های آماری داده ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

جدول۱- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	Ec (ds/m)	pH	کربن آلی (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
۳۰-۰	۵/۶	۹/۷	۸۸/۰	۱۶	۲۳۰
۶۰-۳۰	۳۴/۳	۱/۸	۶۱/۰	۸/۶	۱۸۷
۹۰-۶۰	۰۹/۲	۲/۸	۶/۰	۹/۸	۱۸۱

نتایج و بحث

۱- عملکرد

از نظر آماری اعمال تیمار بر عملکرد میوه اثر معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین عملکرد اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون دانکن نشان داد، بیشترین عملکرد در تیمار چهار (مصرف ۱۰۰۰گرم گوگرد آلی) معادل ۳۸/۴۸ کیلوگرم در کلاس آماری Aقرار داشت. کمترین عملکرد معادل ۵۰/۳۲ کیلوگرم در کلاس آماری B در تیمار شاهد تولید گردید.نتایج این تحقیق با تحقیقات فروهرنیا و همکاران (۱۳۸۹) که در بررسی اثر گوگرد آلی بر گندم نشان دادند مصرف گوگرد آلی باعث افزایش عملکرد شده است مطابقت دارد.

از نظر آماری اعمال تیمار بر تعداد خوشه اثر معنی‌داری نداشت. مقایسه میانگین تعداد خوشه ثبت شده با استفاده از آزمون دانکن نیز این مسئله را تایید نمود(جدول ۲).

۲- صفات میوه

از نظر آماری اعمال تیمار بر طول میوه اثر معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین طول میوه ثبت شده با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که بیشترین طول میوه در تیمار چهار (مصرف ۱۰۰۰ گرم گوگرد آلی) معادل ۰۱/۳۲ میلی‌متر در کلاس آماری Aقرار داشت. کمترین طول میوه معادل ۴۰/۲۸ میلی‌متر در کلاس آماری B در تیمار شاهد تولید گردید. فروهرنیا و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر گوگرد آلی بر گندم نشان دادند که اثر تیمارهای خاکی مصرف کود گوگرد آلی نقش موثری در افزایش صفات این محصول داشت به طوریکه روند روبه افزایش مقدار گوگرد آلی باعث افزایش ارتفاع بوته گندم گردید.

اعمال تیمار از نظر آماری بر قطر میوه اثر معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین قطر میوه ثبت شده با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که بیشترین قطر میوه در تیمار چهار (مصرف ۱۰۰۰گرم گوگرد آلی) معادل ۷۶/۱۸ میلی‌متر در کلاس آماری Aقرار داشت. کمترین قطر میوه معادل ۳۸/۱۷ میلی‌متر در کلاس آماری B در تیمار شاهد تولید گردید. فروهرنیا و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر گوگرد آلی بر گندم نشان دادند که اثر تیمارهای خاکی مصرف کود گوگرد آلی نقش موثری در افزایش صفات گندم و فاکتورهای موثر درعملکرد گندم داشت به طوریکه روند روبه افزایش مقدار گوگرد آلی باعث افزایش ارتفاع بوته گندم ودر نهایت عملکرد بیولوژیك گردید.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اعمال تیمار بر وزن میوه اثر معنی‌داری نداشت. مقایسه میانگین وزن میوه با استفاده از آزمون دانکن نیز این مسئله را تایید نمود(جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و صفات گوشت میوه تیمارهای مختلف نخل خرما رقم سایر

تیمار (میزان مصرف به ازای هر اصله نخل)	عملکرد Kg	تعداد خوشه	وزن میوه g	طول میوه mm	قطر میوه mm
۱- تیمار شاهد بدون مصرف کود	b ۵۰/۳۲	a ۰۰/۹	a ۹۳/۳۷	b ۴۰/۲۸	b ۳۸/۱۷
۲- مصرف کودهای شیمیایی	ab ۷۵/۴۳	a ۵۰/۹	a ۵۸/۴۰	ab ۳۵/۳۰	ab ۳۰/۱۸
۳- مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی	a ۱۳/۴۸	a ۵۰/۸	a ۷۰/۴۱	a ۷۹/۳۰	ab ۱۹/۱۸
۴ - مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامیو ۱۰۰۰ گرم گوگرد آلی	a ۳۸/۴۸	a ۷۵/۸	a ۱۲/۴۶	a ۰۱/۳۲	a ۷۶/۱۸
۵- مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی و ۱۵۰۰ گرم گوگرد آلی	a ۲۵/۴۷	a ۷۵/۷	a ۶۴/۴۱	a ۰۱/۳۱	ab ۸۹/۱۷
۶- مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی و ۲۰۰۰ گرم گوگرد آلی	a ۰۰/۴۶	a ۵۰/۸	a ۰۴/۴۲	a ۹۵/۳۰	b ۴۸/۱۸

حروف مشابه درهر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد

۳-صفات هسته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اعمال تیمار بر طول هسته اثر معنی‌داری داشت(جدول ۳). مقایسه میانگین طول هسته ثبت شده با استفاده از آزمون دانکن نشان داد، بیشترین طول هسته در تیمار چهار (مصرف ۱۰۰۰ گرم گوگرد آلی) معادل ۲۳/۲۱ میلی‌متر در کلاس آماری A قرار داشت اگرچه این تیمار با سایر تیمارهای مصرف گوگرد و همچنین تیمار مصرف کودهای شیمیایی(تیمار دو) در یک سطح آماری قرار داشت. کمترین طول هسته معادل ۸۵/۱۸ میلی‌متر در کلاس آماری B در تیمار شاهد تولید گردید(جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اعمال تیمار بر وزن و قطر هسته اثر معنی‌داری نداشت. مقایسه میانگین قطر هسته با استفاده از آزمون دانکن نیز این مسئله را تایید نمود(جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات هسته میوه تیمارهای مختلف نخل خرما رقم سایر

تیمار (میزان مصرف به ازای هر اصله نخل)	وزن هسته Gr	طول هسته mm	قطر هسته mm
۱- تیمار شاهد بدون مصرف کود	a ۱۱/۷	ab ۷/۲۴	a ۴۶/۷
۲- مصرف کودهای شیمیایی	a ۱۱/۷	a ۳/۲۶	a ۵۳/۷
۳- مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی	a ۹۹/۶	a ۳/۲۹	a ۴۹/۷
۴ - مصرف ۳۰ کیلوگرم کود به علاوه ۱۰۰۰ گرم گوگرد آلی	a ۱۰/۷	a ۰/۲۸	a ۲۴/۷
۵- مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی به علاوه ۱۵۰۰ گرم گوگرد آلی	a ۲۱/۷	a ۳/۳۲	a ۳۴/۷
۶- مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی به علاوه ۲۰۰۰ گرم گوگرد آلی	a ۱۲/۷	b ۰/۱۶	a ۵۱/۷

حروف مشابه درهر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد

منابع

دیالمی،ح.، محبی، ع.ح و ع، تراهی. ۱۳۸۶. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی تاثیر کاربرد گوگرد بر میزان عناصر غذایی برگ خرما. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

فروهرنیا، د. معافپوریان، غ و مدندوست، م.۱۳۸۹. بررسی تأثیر مصرف خاکی مقادیر مختلف گوگرد آلی و محلولپاشی نیتروژن بر عملکرد گندم و اجزای عملکرد رقم چمران. پنجمین همایش ایده های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان) دانشکده کشاورزی. ۲۷-۲۸ بهمن ۱۳۸۹.

محبی، ع. نبهانی، ل. ۱۳۹۰. اصول و مبانی تغذیه نخل خرما. انتشارات کتیبه سبز. ایران. اهواز. ۱۲۶ ص.

ملکوتی، م و ح، رضایی. ۱۳۸۰. نقش گوگرد،کلسیم و منیزیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، کرج، ایران: ۱۸۱ صفحه.

ملکوتی، م و ع. ح، ریاضی همدانی. ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاك(ترجمه)، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ایران.

Awad,M.A. A.A. Soaud, M.A. Badawi and Eshkandi, O.H .۲۰۰۳. Effect of elemental sulfur, chemical and organic fertilizers on nutrient uptake, yield and fruit quality of Date Palm trees (Phoenix dactylifera L.) c.v. 'Neghal'.The Seventh Annual U.A.E. University Research Conference.

Abstract

Environmental effects on human health promoted growers to convert to organic production. Organic farming is a new system for agriculture production to avoid the use of chemical and synthetic. Organic farming is one of the fastest growing sectors of agriculture worldwide. The regulation of nutrient regime in organic farming is achieved

through balanced crop rotations and application of organic fertilizers. Proper nutrition through the consumption of chemical and organic fertilizersis one of the factors in the improvement of qualitative and quantitative characteristics of date palm fruit. If it was applied chemical and organic fertilizers, in addition to maintaining soil fertility, can also increase quantity and quality of the products. Sayer is one of the most important date palm of Khuzestan province; however, no research was done in relation to the amount of fertilizer application. Therefore a project was conducted on the application of different amounts of nitrogen, phosphorus and potassium on the qualitative and quantitative characteristics of dates palm cv. Sayer in Khuzestan province in a randomized complete block design with ۶ treatments and ۴ replicates (each replicate consists of a tree) on ۲۴ trees. Treatments such as: ۱- control(without any fertilizer), ۲-chemical fertilizer(soil testing), ۳- Manure(۳۰kg/palm), ۴- Manure(۳۰kg/palm)+ Organic sulfur; ۱۰۰۰ g/palm, ۵- Manure(۳۰kg/plant)+ Organic sulfur; ۱۵۰۰ g/palm, ۶- Manure(۳۰kg/plant)+ Organic sulfur; ۲۰۰۰ g/palm, in ۴ replications during ۲۰۱۱-۲۰۱۳. The results showed that the application of organic sulfur improves the yield and physical characteristics of fruit. Thus, it is recommended to improve the growth and increase the yield may be used manure in combination with ۱۰۰۰ g organic sulfur.

تاثیر تنش خشکی پس از گرده‌افشانی و محلول‌پاشی روی بر عملکرد دانه، میزان پرولین و پروتئین‌های محلول برگ ژنوتیپ‌های گندم

داود افیونی [۱]، لیلی صفایی [۱]
۱- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده
به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرددانه و میزان پرولین و پروتئین‌های محلول ژنوتیپ‌های گندم نان، آزمایشی طی دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان با استفاده از طرح آماری کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی و سه تکرار اجرا شد. کرتهای اصلی به سه تیمار بدون تنش، تنش خشکی انتهای فصل و تنش خشکی همراه با محلول پاشی روی، و کرتهای فرعی به ۱۱ ژنوتیپ گندم اختصاص داشت. تنش خشکی میزان پرولین را افزایش و پروتئین‌های محلول و عملکرد دانه را کاهش داد.محلول‌پاشی روی تا حدی باعث کاهش اثرات منفی تنش خشکی شد، بطوری که عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی + محلول‌پاشی روی ۳/۷ درصد بیش از تنش خشکی بدون روی بود. در شرایط تنش، محلول‌پاشی روی،همچنین باعث افزایش میزان پرولین و پروتئین‌های محلول برگ پرچم در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی شد.

کلمات کلیدی: روی، پرولین، تنش خشکی، عملکرد دانه، برگ پرچم

مقدمه
گندم نان، گیاهی است که بطور وسیعی در مناطق مختلف جهان کشت می‌گردد (Marti and Slafer, ۲۰۱۴). در بیشتر نواحی تحت کشت گندم و خصوصا در نواحی مدیترانه‌ای، پر شدن دانه گندم در معرض تنش‌های مختلفی قرار دارد و اغلب زمانی رخ می‌دهد که دما افزایش و میزان آب در دسترس کاهش می یابد (Blum, ۱۹۹۸). Lugojan و (۲۰۱۱) Ciulca، اصلاح ارقام متحمل به خشکی را از مهمترین راهکارهای مقابله با کمبود آب می‌دانند. در حال حاضر مهم ترین شاخص تحمل به خشکی مورد استفاده در برنامه های به نژادی ارزیابی عملکرد دانه در شرایط آبیاری و تنش است. درک مکانیسم های فیزیولوژیك که قادر به سازگار شدن گیاه در شرایط محدودیت رطوبتی بوده و باعث حفظ رشد و تولید در طول دوره خشکی می شوند می تواند در انتخاب ژنوتیپ های متحمل به خشکی و استفاده از این صفات در برنامه های اصلاحی موثر باشد (Zaharieva et al., ۲۰۰۱). پرولین اسید آمینه‌ای است که در بسیاری از گونه‌های گیاهی تحت طیف وسیعی از شرایط تنش از جمله تنش خشکی تجمع می‌یابد (Claussen, ۲۰۰۵). تنظیم اسمزی از جمله مکانیسم‌های سازگاری گیاه با تنش خشکی است و پرولین ممکن است به عنوان یک تنظیم کننده اسمزی عمل کند (میرزایی و همکاران،۱۳۹۲). در مقابل، گزارش شده که اختصاص کربن بیشتر در ساختار مواد آلی مؤثر در تنظیم اسمزی، همچون پرولین میتواند باعث کاهش رشد نیز شود (بابائیان جلودار و ضیاء تبار احمدی، ۱۳۸۱). بنابر این سنتز بیشتر پرولین در اثر افزایش خشکی ممکن است یکی از عوامل کاهنده رشد نیز باشد (جوانمردی و همکاران، ۱۳۸۹). سعیدی و همکاران (۱۳۸۹)، معتقدند رابیسکو مهمترین و فراوان ترین پروتئین برگ پرچم است و هر گونه کاهشی در غلظت پروتئین های محلول نشانه کاهش غلظت رابیسکو بوده و این امر میتواند کاهش میزان فتوسنتز جاری را در پی داشته باشد. تغذیه مناسب گیاهی در بالا بردن سطح تحمل گیاهان در مقابل انواع تنش ها نقش بسزایی دارد و می‌تواند تا حدی به گیاه در تحمل به تنش‌های مختلف کمک کند (طباطبائیان و همکاران، ۱۳۹۲ و عابدی باباعربی و همکاران، ۱۳۹۰). روی از عناصر کم مصرف است که برای رشد طبیعی و تولیدمثل گیاهان زراعی ضروری است (Alloway, ۲۰۰۴). این عنصر نقش بسیار مهمی در فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه از جمله سنتز پروتئین وکربوهیدرات‌ها، اعمال متابولیکی سلول، محافظت غشاء در مقابل رادیکال های آزاد اکسیژن و سایر فرآیندهای مرتبط با سازگاری گیاهان به تنش‌ها دارد (Marschner, ۱۹۹۵). گزارش شده است که تنش خشکی و کمبود عنصر روی دو فاکتور اصلی محدود کننده عملکرد و تولید گندم در مناطق نیمه خشک بوده است (Peleg et al., ۲۰۰۸).
با توجه به اینکه در مناطق مختلف کشور در اثر وقوع تنش خشکی در دوره پر شدن دانه‌ها، کاهش عملکرد رخ میدهد لذا نیاز به ژنوتیپ های متحمل ضروری به نظر میرسد، در این تحقیق واکنش عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ۱۱رقم و لاین گندم به تنش خشکی پس از گرده‌افشانی، در شرایط مصرف و عدم مصرف روی بررسی گردید.

مواد و روش‌ها
این مطالعه طی دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان اجرا شد. بر اساس آزمون خاک ۱۰۰ کیلوگرم کود پتاسیم (به صورت سولفات پتاسیم) و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفر (به صورت سوپر فسفات تریپل) مصرف شد. مقدار ۲۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (به صورت اوره) در سه مرحله‌ی قبل از کاشت، ساقه روی و قبل از ظهور سنبله‌ها با نسبت تقسیط مساوی استفاده شد. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول چهار متر و فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود که با خطی کار مخصوص

کاشت پلات‌های آزمایشی غلات از نوع Wintersteiger کشت شد. تراکم کاشت برای همه ژنوتیپ ها ۴۰۰ بذر در متر مربع بود. طرح آماری مورد استفاده کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و کرتهای اصلی شامل سه تیمار به شرح زیر بود ۱- بدون تنش خشکی، ۲- اعمال تنش خشکی انتهای فصل از طریق قطع آب از مرحله سنبله‌دهی به بعد ۳- آبیاری ها مشابه تیمار ۲ به همراه مصرف روی بصورت محلول پاشی طی دو مرحله ساقه دهی و غلافی شدن. محلول پاشی روی در هر مرحله با غلظت پنج در هزار با استفاده از سولفات روی به میزان پنج کیلوگرم در هکتار انجام و هم زمان سایر کرت‌ها آب‌پاشی شد. در کرتهای فرعی ۱۱ رقم و لاین گندم شامل WS-۸۲-۹ ، سیروان، WS-۸۶-۱۴، پیشتاز، پارسی، بک کراس روشن، ارگ، روشن، پیشگام، الوند و مهدوی منظور شده بود. صفات مورد مطالعه شامل میزان پرولین برگ پرچم، میزان پروتئین‌های محلول برگ پرچم و عملکرد دانه بود. میزان پرولین بر اساس روش Bates و همکاران(۱۹۷۳(با نونه‌گیری برگ پرچم در مرحله دو هفته پس از گرده‌افشانی، اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین‌های محلول برگ پرچم نیز در مرحله دو هفته پس از گرده‌افشانی طبق روش Bradford (۱۹۷۹) اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه با استفاده از کمباین مخصوص برداشت پلاتهای آزمایشی غلات در مساحتی معادل ۶/۳ متر مربع از هر کرت تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و رسم نمودارها به کمک نرم افزار Excel انجام گردید. مقایسه میانگین داده ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال بر عملکرد دانه معنی‌دار (جدول ۱) و میانگین آن در سال دوم بیش از سال اول بود (جدول ۲). تیمارهای تنش نیز بر عملکرد دانه اثر معنی‌دار داشت بطوری که بر اساس نتایج دو ساله، در اثر تنش خشکی انتهای فصل عملکرد دانه نسبت به شرایط بدون تنش حدود ۹/۴۹ درصد کاهش یافت. در تحقیقی گزارش شد که عملکرد دانه ۱۰ ژنوتیپ گندم در شرایط تنش خشکی آخر فصل، ۷/۴۰ درصد نسبت به آبیاری معمول کمتر بود (دستفال و همکاران، ۱۳۹۰). در شرایط تنش خشکی، محلول پاشی روی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه به میزان حدود ۳۱۵ کیلوگرم (۳/۷ درصد) نسبت به شرایط بدون محلول‌پاشی شد (جدول ۲). طباطبائیان و همکاران (۱۳۹۲) نیز افزایش عملکرد گندم در اثر محلول‌پاشی روی در شرایط تنش خشکی آخر فصل را حدود ۷ درصد گزارش دادند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. بیشترین میانگین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ارقام پیشگام و سیروان بود که تفاوت معنی‌دار آماری با یکدیگر نداشتند (جدول ۲).

جدول ۱ - تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و ویژگی‌های فیزیولوژیکی برگ پرچم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد دانه	پرولین	پروتئین محلول
سال	۱	۲۳۳۱۰۹۶۸**	۴۵/۲۲۲۲**	۹۷/۴۸**
تکرار(سال)	۴	۱۹۳۶۷۳	۷۷/۶۰*	۸۴/۶**
تنش	۲	۳۹۰۰۵۰۷۵۰**	۸۴/۵۰۶۷۸**	۱۱/۱۳۲**
سال*تنش	۲	۱۳۸۳۵۰۵۰**	۰۵/۲۰۷**	۲۴/۲
خطا	۸	۲۵۱۱۴۷	۸۶/۴۱	۶۶۷/۰
واریته	۱۰	۴۱۹۶۱۱۸**	۳۸/۵۶۶**	۸۴/۸۶**
تنش*واریته	۲۰	۱۵۰۱۷۹۵**	۵۷/۸۱۸**	۸۶/۳**
سال*واریته	۱۰	۴۹۰۰۰۷**	۲۹/۲	۳۳/۰
سال*تنش*واریته	۲۰	۲۸۵۷۲۷**	۹۸/۳	۰۷/۰
خطا	۱۲۰	۱۱۳۵۸۷	۱۴/۲۰	۱۷/۱

.به ترتیب معنی‌داردرسطح ۵و یک درصد و غیر معنی‌دار ns و ** ،*

میزان پرولین برگ پرچم در سال دوم کمتر از سال اول بود و تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار مقدار پرولین در مقایسه با شرایط بدون تنش شد (جداول ۱ و ۲). افزایش پرولین در برگ در اثر تنش خشکی در مطالعات متعددی گزارش شده است. Anjum و همکاران (۲۰۱۱)، هدف از تجمع پرولین در پاسخ به تنش خشکی را حفظ فشار تورگور برگ و بهبود جذب آب از خاک در حال خشک شدن می‌دانند. توجه به جدول ۲ نشان می‌دهد که در شرایط تنش، محلول‌پاشی روی، میزان پرولین را در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی افزایش داد. برای عنصر روی نقش‌های فیزیولوژیک زیادی در گیاه ذکر شده است. به عنوان مثال، نقش‌های آنزیمی روی می‌تواند سنتز و تخریب پروتئین‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (Ebrahimian and Bybordi, ۲۰۱۱). با توجه به این وظایف فیزیولوژیکی، اثر روی بر افزایش میزان اسید آمینه پرولین در شرایط تنش خشکی قابل توجیه است. در پژوهش‌های دیگری نیز افزایش میزان پرولین در اثر مصرف روی در زیره سبز در شرایط تنش خشکی (Akbari et al., ۲۰۱۳) و در آفتابگردان در شرایط تنش شوری (Ebrahimian and Bybordi, ۲۰۱۱) گزارش شده است. از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ارقام پیشگام و پیشتاز دارای بیشترین و رقم پارسی دارای کمترین میانگین میزان پرولین بودند (جدول ۲).

میزان پروتئین‌های محلول برگ پرچم در سال اول بیش از سال دوم بود (جدول ۲). تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار میزان پروتئین‌های محلول برگ پرچم از ۹۲/۱۱ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ پرچم در شرایط بدون تنش به ۲۰/۹ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ پرچم در شرایط تنش شد (جدول ۲). عبدلی و همکاران (۱۳۹۲)، همچنین Xie و همکاران (۲۰۰۴) نیز کاهش غلظت پروتئین های محلول برگ، در تنش خشکی را گزارش نموده‌اند. Bajji و همکاران (۲۰۰۱)، علت کاهش غلظت پروتئینهای محلول برگ در اثر تنش خشکی را افزایش فعالیت آنزیمهای تجزیه کننده پروتئین، کاهش سنتز پروتئین و نیز تجمع اسید آمینه آزاد از جمله پرولین

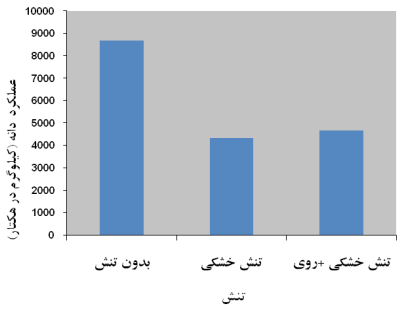
می‌دانند. محلول‌پاشی روی در شرایط تنش خشکی، باعث افزایش معنی‌داری در میزان این پروتئین‌ها در مقایسه با تیمار تنش خشکی بدون محلول‌پاشی شد. از آنجا که نقش آنزیمی روی می‌تواند سنتز و تخریب پروتئین‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (Ebrahimian and Bybordi, ۲۰۱۱). بدین ترتیب اثر روی بر افزایش میزان پروتئین‌های محلول برگ در شرایط تنش خشکی منطقی به نظر می‌رسد. بطور کلی رقم سیروان و لاین WS-۸۲-۹ بیشترین و ارقام پارسی و بک‌کراس روشن کمترین مقدار پروتئین‌های محلول برگ پرچم را داشت (جدول ۲).

جدول۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سالهای آزمایش، تیمارهای تنش و ژنوتیپ‌های گندم

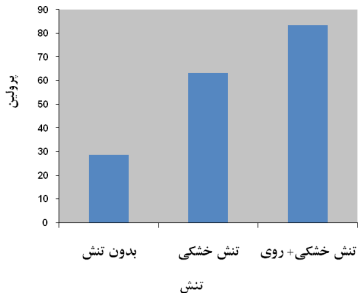
تیمار		عملکرد دانه (kg/ha)	پرولین**	پروتئین محلول***
سال زراعی	۹۱-۱۳۹۰	۵۵۵۲ b	a۸/۶۱	a ۸۳/۱۰
	۹۲-۱۳۹۱	۶۲۳۸ a	b۱/۵۵	b۸۴/۹
تنش	بدون تنش	۸۶۹۶ a	c ۶۳/۲۸	a ۹۲/۱۱
	تنش	۴۳۳۷ c	b ۱۵/۶۳	c ۲۰/۹
	تنش + روی	۴۶۵۲ b	a ۴۳/۸۳	b ۸۹/۹
ژنوتیپ	WS-۸۲-۹	۵۷۱۳c	bv/۶۳	a۰۷/۱۴
	سیروان	۶۵۶۰a	ef۲/۵۳	a۰۳/۱۴
	WS-۸۶-۱۴	۶۰۷۳b	c۷/۵۷	c۳۷/۱۰
	پیشتاز	۶۱۱۱b	a۱/۶۷	b۶۹/۱۱
	پارسی	۵۶۴۲c	f۴/۵۲	e۸۵/۷
	بک کراس روشن	۵۵۹۲c	cde۹/۵۵	de۲۹/۸
	ارگ	۵۶۹۰c	def۴/۵۴	d۷۳/۸
	روشن	۴۹۸۰d	cd۲/۵۷	d۸۰/۸
	پیشگام	۶۶۸۷a	a۶/۶۸	b۱۵/۱۱
	الوند	۶۱۴۰b	c۱/۵۸	d۶۹/۸
	مهدوی	۵۶۵۹c	ef۲/۵۴	c۹۹/۹

میکرومول در گرم وزن تر برگ پرچم* میلی گرم بر گرم وزن تر برگ پرچم ****

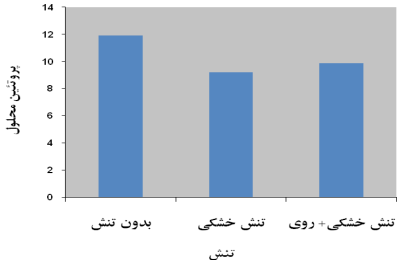
در مجموع نتایج نشان داد که تنش خشکی پس از گرده‌افشانی، میزان پرولین برگ پرچم را افزایش و مقدار پروتئین‌های محلول را کاهش داده است (شکلهای ۱ تا ۳). با توجه به اینکه نقش‌های فیزیولوژیکی زیادی برای عنصر روی ذکر شده است، در این تحقیق نیز محلول‌پاشی روی باعث شد که اثرات منفی تنش خشکی تا حدی تعدیل گردد. از جمله اثرات مثبت روی، افزایش مقدار پروتئین‌های محلول بود. محلول‌پاشی روی همچنین افزایش مقدار پرولین برگ پرچم را به دنبال داشت که این افزایش، ممکن است از هر دو جنبه مثبت و منفی آن قابل بررسی باشد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این تحقیق اختلاف کاملا معنی‌دار از نظر همه صفات مورد مطالعه نشان دادند که بیانگر وجود تنوع کافی در بین آنها است.



شکل ۱- تغییرات عملکرد دانه در تیمارهای مختلف تنش



شکل ۲- تغییرات پرولین در تیمارهای مختلف تنش



شکل ۳- تغییرات پروتئینهای محلول در تیمارهای مختلف تنش

منابع

بابائیان جلودار، ن. و ضیاءتبار احمدی، م. ۱۳۸۱. رشد گیاهان در اراضی شور و بایر (ترجمه). انتشارات دانشگاه مازندران.

جوانمردی، ش.، فتوت، ر. و صبا، ج. ۱۳۸۹. رابطه بین کربوهیدراتهای محلول و پرولین با تنظیم اسمزی و نقش تنظیم اسمزی در عملکرد گندم تحت شرایط تنش خشکی. مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاك، جلد چهاردهم، شماره ۵۳، صفحه‌های ۶۵ تا ۷۲.

دستفال، م.، براتی، و .، امام، ی .، حقیقت نیا، ح .، و رمضان پور، م . ۱۳۹۰ .ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ های گندم تحت شرایط تنش خشکی انتهای فصل در منطقه داراب. مجله‌ی به زراعی نهال و بذر، جلد بیست و هفتم، شماره ۱، صفحه‌های ۱۹۵ تا ۲۱۷.

سعیدی، م.، مرادی، ف.، احمدی، ع.، سپهری، ر.، نجفیان، گ. و شعبانی ا. ۱۳۸۹ . اثر تنش خشکی انتهای فصل بر خصوصیات فیزیولوژیك و روابط منبع و مخزن در دو رقم گندم نان (*Triticum aestivum* L.) مجله‌ی علوم زراعی ایران، جلد دوازدهم، شماره ۴، صفحه‌های ۳۹۲ تا ۴۰۸.

طباطبائیان، ج.، بخشنده، ع. م.، قرینه، م. ح.، عالمی سعید، خ. و خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۹۲. برهمکنش تنش رطوبتی و محلول پاشی سولفات روی در مراحل پایانی رشد بر عملکرد دانه و کارآئی مصرف آب در گندم. مجله‌ی زراعت (پژو.هش و سازندگی)، شماره صدم: صفحه‌های ۸ تا ۱۸.

عابدی باباعربی، س.، موحدی دهنوی، م.، یدوی، ع. ر. و ادهمی، ا. ۱۳۹۰. تأثیر محلول پاشی روی و پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله‌ی الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد چهارم، شماره ۱، صفحه‌های ۷۵ تا ۹۵.

عبدلی، م.، سعیدی، م.، جلالی هنرمند، س.، منصوریفر، س. و اقبال قبادی، م. ۱۳۹۲. بررسی برخی صفات فیزیولوژیك و بیوشیمیایی و ارتباط آنها با عملکرد و اجزای آن در ارقام پیشرفته گندم نان در شرایط تنش کم‌آبی پس از گرده‌افشانی. مجله‌ی تنش های محیطی در علوم زراعی، جلد ششم، شماره ۱، صفحه‌های ۴۷ تا ۶۳.

میرزایی، م.، معینی، ا. و قناتی، ف. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی بر میزان پرولین و قندهای محلول گیاهچه های کلزا (*Brassica napus*). مجله‌ی زیست شناسی ایران، جلد بیست و ششم، شماره ۱، صفحه‌های ۹۰ تا ۹۸.

Akbari G.A., Amirinejad M., Baghizadeh A., Allahdadi I. and Shahbazi M. ۲۰۱۳. Effect of Zn and Fe Foliar Application on Yield, Yield Components and some Physiological Traits of Cumin (Cuminum cyminum) in Dry Farming. International Journal of Agronomy and Plant Production, ۴(۱۲): ۳۲۳۱-۳۲۳۷.

Alloway B.J. ۲۰۰۴. Zinc in Soils and Crop Nutrition. Int. Zinc Assoc. (IZA),Belgium.

Anjum S.A., Xie X., Wang L., Saleem M.F., Man C., Lei W., ۲۰۱۱. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African J. Agric. Res. ۶: ۲۰۲۶-۲۰۳۲.

Bajji M., Lutts S., Kinet J.M., ۲۰۰۱. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions. Plant Sci. ۱۶۰: ۶۶۹-۶۸۱.

Bates L.S., Waldren R.P., and Teare I.D. ۱۹۷۳. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, ۳۹: ۲۰۵-۲۰۷.

Bradford M.M. ۱۹۷۶. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Bioch. ۷۲: ۲۴۸-۲۵۴.

Blum A. ۱۹۹۸. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. Euphytica,۱۰۰: ۷۷-۸۳.

Claussen W. ۲۰۰۵. Proline as a measure of stress in tomato plants. Plant Science, ۱۶۸: ۲۴۱-۲۴۸.

Ebrahimian E., and Bybordi A. ۲۰۱۱. Exogenous silicium and zinc increase antioxidant enzyme activity and alleviate salt stress in leaves of sunflower. Journal of Food, Agriculture & Environment, .۹ (۱): ۴۲۲ -۴۲۷ .

Lugojan C. and Ciulca S. ۲۰۱۱. Analysis of excised leaves water loss in winter wheat. JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology, ۱۵(۲): ۱۷۸-۱۸۲.

Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. ۲nd Academic Press. Ltd. London.

Marti J., Slafer G.A. ۲۰۱۴. Bread and durum wheat yields under a wide range of environmental conditions. Field Crops Research, ۱۵۶: ۲۵۸-۲۷۱.

Peleg Z., Saranga Y., Yazici A., Fahima T., Ozturk L. and Cakmak I. ۲۰۰۸. Grain zinc, iron and protein concentrations and zinc-efficiency in wild emmer wheat under contrasting irrigation regimes. Plant Soil. ۳۰۶: ۵۷-۶۷.

Xie Z., Jiang D., Dai T. and. Cao W. ۲۰۰۴. Effect of exogenous ABA and cytokinin on leaf photosynthesis and grain protein accumulation in wheat ears cultured in vitro. Plant Growth Regul. ۴۴: ۲۵-۳۲.

Zaharieva M., Gaulin E., Havaux M., Acevedo E., and Monneveeux P. ۲۰۰۱ .Drought and heat responces in the wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth. Crop Science, ۴۱: ۱۳۲۱-۱۳۲۹.

Abstract

In order to evaluation the effect of post-anthesis drought stress and zinc foliar application on grain yield, prolin and soluble protein of wheat genotypes, this study was conducted during ۲۰۱۱- ۲۰۱۳ crop season at Isfahanusing a RCBD statistical design with split- plot arrangement and ۳ replications. Main plots included normal irrigation, no irrigation after heading without zinc application, and no irrigation after heading with two times zinc foliar application at vegetative growth stages. Sub- plots were devoted to ۱۱ genotypes of wheat. Drought stress increased prolin and decreased soluble protein and grain yield. Zinc foliar application mitigated negative impacts of drought stress, so that grain yield was higher in drought + zinc than drought-zinc, by an average of ۷.۳%. Under stress condition, Zn foliar application caused increase in Proline and soluble proteins of flag leaf.

تثبیت و کاهش زیستفراهمیکادمیم در یک خاک آهکی با بهسازهای مختلف

محبوب صفاری [۱]، نجفعلی کریمیان [۲]، عبدالمجید رونقی [۲]
۱- دانشجوی دکتری بخش علوم خاک دانشگاه شیراز ۲-استادان بخش علوم خاک، دانشگاه شیراز

چکیده
تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات کوتاه مدت همزمان بهسازهای مختلف و پساب فاضلاب شهری بر جذب کادمیم بوسیله ذرت انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار بهساز (بیوچار تولید شده از سبوس برنج در دماهای ۳۰۰ (B۳۰۰) و ۶۰۰ (B۶۰۰) درجه سلسیوس، خاکستر بادی زغال سنگ (CFA)، و بدون اعمال بهساز) در دو سطح (۲ و ۵٪) تحت آبیاری با آب مقطر و پساب فاضلاب شهری انجام گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که کاربرد بیوچارهای تولیدی در هر دو دما سبب کاهش غلظت و جذب کل کادمیم در ذرت شده بود. همچنین آبیاری با پساب فاضلاب سبب افزایش غلظت کادمیم و کاهش جذب کل کادمیم در گیاه ذرت شد. به نظر می رسد که کاربرد بیوچارهای تولیدی B۳۰۰ و B۶۰۰ می توانند به طور موثری سبب کاهش قابلیت دسترسی کادمیم در مقایسه با بهساز خاکستر بادی زغال سنگ شوند.

واژه های کلیدی: بیوچار، خاکستر بادی زغال سنگ، کادمیم،زیست فراهمی، همدمای جذب سطحی

مقدمه
تثبیت شیمیایی یک تکنیک مناسب برای کاهش انحلال آلاینده ها در خاک می باشد. هدف اصلی از تثبیت عناصر سنگین،کاهش غلظت بخش سمی عناصر با قابلیت تحرک و دسترسی بالا برای گیاهان و پتانسیل آبشویی بالا میباشد (کومپین و همکاران، ۲۰۰۷). کادمیم یکی از عناصر سنگین در خاک محسوب می شود که مقادیر حداقل آن می تواند سبب آلودگی های زیست محیطی شود. تثبیت شیمیایی یک تکنیک مناسب برای کاهش انحلال آلاینده ها در خاک می باشد. مطالعات وسیعی در جهت کاهش تحرک و قابلیت دسترسی کادمیم در خاک بوسیله ثبیت کننده های مختلفی از جمله ترکیبات فسفاته، بیوسالیدها، ترکیبات آهن و منگنز از جمله هیدروکسیدها و آهن صفر ظرفیتی و آهک انجام گرفته است. کاهش تحرک کادمیم از طریق تشکیل باندهای شیمیایی و ایجاد ترکیبات پایدار در نتیجه استفاده از تثبیت کنندههای آلی انجام میگیرد (کاباتا پندیاس، ۲۰۱۰). از طرف دیگر استفاده از بهسازهای غیرآلی از طریق تبادل یونی، تشکیل کمپلکس سطحی و اثرات متقابل هیدروفوبیک و الکترواستاتیک سبب کاهش تحرک کادمیم در خاک میشوند. تغییرات قابلیت دسترسی کادمیم در خاک های آهکی به دلیل بالا بودن میزان کربنات کلسیم نسبت به خاک های غیر آهکی متفاوت است. همچنین کاربرد پساب فاضلاب به عنوان منبعی غنی از ترکیبات آلی و کاهش دهنده پ هاش خاک می تواند تغییرات متعددی در رفتار کادمیم در خاک های آهکی داشته باشد. با توجه به مقدمه گفته شده، اثر کاربرد دو نوع بیوچار تولید شده در دماهای مختلف ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس (به عنوان بهسازهای آلی) و بهساز خاکستر بادی زغال سنگ و همچنین آبیاری با پساب فاضلاب شهری بر زیست فراهمی کادمیم بوسیله ذرت مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
نمونه برداری خاک از افق سطحی (cm۳۰-۰) سری دانشکده واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آن بررسی شد (جدول ۱).

جدول ۱-برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

خصوصیات	مقدار
سیلت (درصد)	۳۸
رس (درصد)	۳۵
پ هاش خمیر اشباع	۸/۷
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۶۵/۰

ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول (+) بر کیلوگرم)	۸/۱۵
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۵/۳۹
ماده آلی (درصد)	۴/۱
کادمیم استخراجی با DTPA (میلیگرم بر کیلوگرم)	ناچیز
کادمیم کل (میلیگرم بر کیلوگرم)	۶۵/۰

جهت بررسی اثر مقادیر مختلف خاکستر بادی زغال سنگ و بیوچارهای تولید شده از سبوس برنج در کاهش زیست فراهمی کادمیم برای گیاه ذرت، به نمونههای خاک تهیه شده مقادیر ۱۵۰ میلیگرم بر کیلوگرم کادمیم از منبع نمک اضافه و سپس مقادیر ۲ و ۵ درصد از منابع خاکستر بادی زغال سنگ و بیوچارهای تولید شده از سبوس برنج در دماهای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس به هر خاک آلوده شده جداگانه افزوده و به مدت ۲ هفته تحت شرایط رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شد. نمونه جداگانه ای بدون اعمال تیمار بهساز جهت مقایسه اثرات بهسازها بر تثبیت عناصر سنگین نیز آماده و بعنوان چهارمین بهساز در طرح آماری مورد استفاده تحت کشت گیاه ذرت قرار گرفت. طرح آماری مورد استفاده در این بخش به صورت فاکتوریل (سه فاکتور) در قالب طرح کاملا تصادفی (۴ بهساز، ۲ سطح، ۲ منبع آبیاری، سه تکرار) میباشد. پس از آن خاکها به داخل گلدانها منتقل شد و بذر ذرت با قوه نامیه بالا در گلدانها کاشته شد. آبیاری گلدانها جداگانه تحت تیمارهای آب مقطر و پساب فاضلاب به مدت ۸ هفته انجام گرفت. پس از گذشت این زمان، گیاهان برداشت و جهت بررسی مقادیر غلظت و مقادیر جذب شده از عنصر کادمیم به آزمایشگاه انتقال داده شد. جدول ۲ برخی خصوصیات شیمیایی بهسازهای مورد مطالعه را نشان می دهد.

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی بهسازهای مورد استفاده

نوع بهساز	خصوصیات					
	(%) Bao*	((%) CaO*	(%) Fe۲O۳*	(%) TiO۲*	(%) Al۲O۳*	(%) SIO۲*
CFA	۱۵/۰	۵۶/۴	۷۳/۶	۹/۰	۳۲/۲۷	۴۷/۴۶
	(%) P۲O۵*	(%) SO۳*	(%) Na۲O*	(%) K۲o*	(%) Mgo*	(%) Sro*
	۶/۴	۶/۴	۸۲/۰	۴۲/۳	۳۲/۲	۱۴/۰
	(%) O**	(%) N**	(%) H**	(%) C**	pH	(%) Mn۳O۴*
	۹۶/۰	۹۲/۳	۳.۸	۶۷	۱/۹	۸۲/۰
	H/C	(%) N**	(%) H**	(%) C**	EC (dS m-۱)	pH
B۳۰۰	۰۵/۰	۵۲/۱	۱۱/۲	۵۷/۴۱	۱/۱۳	۲/۶
B۶۰۰	۰۳/۰	ناچیز	۵۵/۱	۹۹/۴۸	۲/۲۱	۷/۸

X-ray fluorescence (XRF) analyzer اندازه گیری شده بوسیله دستگاه*

CHN analyzer اندازه گیری شده بوسیله دستگاه **

نتایج و بحث

مقادیر بدست آمده از نتایج تجزیه واریانس اثر انواع بهساز، سطوح بهساز و نوع منبع آبیاری بر غلظت کادمیم اندام هوایی گیاه ذرت نشان داد که عوامل ذکر شده، به استثنای سطوح بهسازها، و اثر متقابل این عوامل به ترتیب از لحاظ آماری در سطح یک و ۵ درصد معنیدار است (جدول ۳). همچنین نتایج تجزیه واریانس از اثر این عوامل بر میزان جذب کادمیم بوسیله ذرت نشان داد که اثر عوامل نوع بهساز و منبع آبیاری و اثر متقابل هر سه عامل سبب تفاوت معنیدار در سطح یک درصد از لحاظ آماری شد، اما اثر سطوح بهسازها (۲ و ۵%) از نظر آماری معنیدار نشد (جدول ۳).

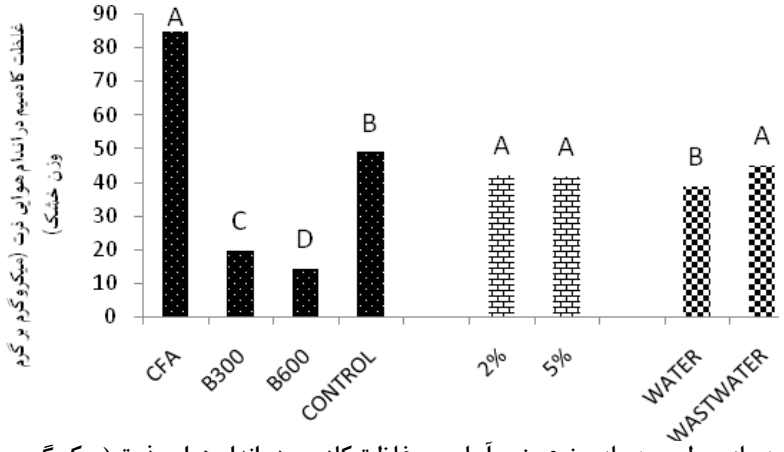
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر بهساز، سطوح بهساز، و منبع آبیاری بر غلظت و جذب کادمیم در شاخساره گیاه ذرت

	میانگین مربعات		
منابع تغییرات	درجه آزادی	غلظت کادمیم	جذب کادمیم

بهساز	۳	**۱۲۵۳۵.۹۴۸	**۳۶۱۵.۳۷
سطوح بهساز	۱	ns ۰.۸۶۷	ns ۶۵.۵۶
منبع آبیاری	۱	**۴۷۲.۶۹۶	**۱۵۶۸.۹۷
بهساز× سطوح بهساز	۳	۴۶.۹۸۵ns	ns ۱۳۶.۷۲
بهساز× منبع آبیاری	۳	**۳۱.۶۰۹	*۶۱۱.۷۵
سطوح بهساز× منبع آبیاری	۱	**۱۰.۴۰۷	**۱۶.۸۵
بهساز×سطوح بهساز× منبع آبیاری	۳	*۳.۱۷۶	**۳۲.۴۱
خطا	۳۲	۶.۰۸۹	۵۶.۱۸

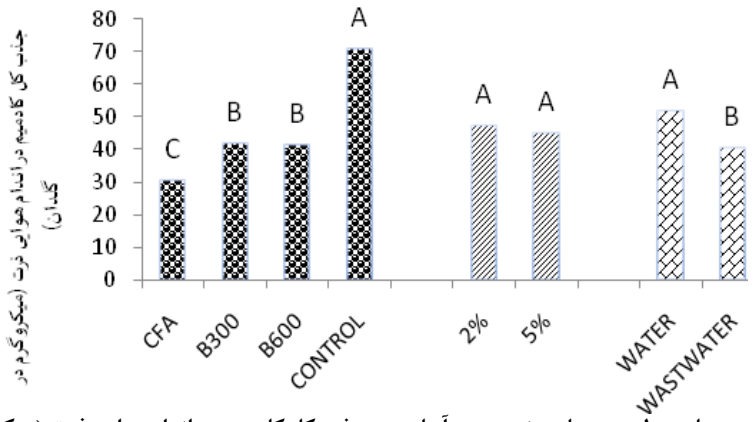
معنی دار نیست :ns و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد **

میانگین دادهها از اثر نوع بهسازهای متفاوت بر میزان غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان داد (شکل ۱) غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت کشت شده در خاکهای تیمار شده با بیوچارهای تولید شده در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس به طور معنیداری کمتر از خاکهای شاهد و تیمار شده با خاکستر بادی زغال سنگ میباشد.



.شکل ۱- اثر نوع بهساز، سطوح بهساز، و نوع منبع آبیاری بر غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

کاربرد بیوچارهای تولید شده در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در خاک سبب کاهش ۶/۵۹ و ۷۱ درصدی غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت در مقایسه با نمونه شاهد شده است. در طرف مقابل کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ سبب افزایش غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت در مقایسه با نمونه شاهد شده است، به نحوی که افزایش ۵/۷۳ درصدی از غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت مشاهده شد. از آنجا که کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ سبب کاهش زیاد از وزن تر و خشک گیاه ذرت شده بود، لذا افزایش غلظت کادمیم به مانند افزایش سایر عناصر در گیاه دور از انتظار نبود. میانگین مقادیر بدست آمده از کاربرد سطوح بهسازها بر میزان غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان داد که بین سطوح ۲ و ۵ درصد از نظر آماری تفاوت معنیداری وجود ندارد (شکل ۱). بررسی اثر منابع مختلف آبیاری بر غلظت کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان از افزایش میزان غلظت کادمیم در گیاه پس از کاربرد پساب فاضلاب در مقایسه با تیمار آب مقطر دارد. کاربرد پساب فاضلاب سبب افزایش ۹/۱۳ درصدی غلظت کادمیم در مقایسه با تیمار آب مقطر شده است.میانگین دادهها بدست آمده از اثر نوع بهسازها بر میزان جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان داد (شکل ۲) که در خاکهای تیمار شده با بهسازهای مختلف، میزان جذب کل کادمیم در ذرت دارای مقادیر کمتر و معنیداری در مقایسه با نمونه شاهد میباشند. کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ، بیوچارهای تولید شده در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در خاک به ترتیب سبب کاهش ۱۲/۵۷، ۱۸/۴۱، و ۷/۴۱ درصدی جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت در مقایسه با نمونه شاهد شده است. میانگین مقادیر بدست آمده از افزایش سطوح بهسازها بر میزان جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان داد که بین سطوح ۲ و ۵ درصد به کار برده شده، تفاوت آماری معنیداری وجود ندارد (شکل ۲). بررسی اثر منابع آبیاری بر جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت نشان داد که افزایش پساب فاضلاب سبب کاهش معنیدار ۲۲ درصدی جذب کل کادمیم در مقایسه با تیمار آب مقطر شده است.



.شکل ۲- اثر نوع بهساز، سطوح بهساز، و نوع منبع آبیاری بر جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت (میکروگرم در گلدان)

هوبن و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثرات خاکستر بادی زغال سنگ بر تحرک عناصر مختلف نشان دادند که کادمیم، روی و سرب قابل دسترس گیاه درنتیجه کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ کاهش معنی داری نشان دادند که دلیل این کاهش را، افزایش پهاش خاک در نتیجه کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ بیان کردند. هوبن و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر بیوچار تولید شده (در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس در مدت زمان سی دقیقه با پهاش ۲۴/۱۰)، از منبع کاه کلش بقایای گیاهی (در سطوح ۱، ۵، ۱۰%) و بهساز آهک، بر قابلیت دسترسی سرب، کادمیم، و روی بوسیله گیاه کلزا در یک خاک آلوده (پهاش ۵/۶) به این عناصر نشان دادند که کاربرد سطوح ۵ و ۱۰ درصد بیوچار سبب کاهش غلظت عناصر در گیاه کلزا شده است، بطوری که کاربرد بیوچار در سطوح ۵ و ۱۰ درصد به ترتیب سبب کاهش ۴۷ و ۷۵ درصدی برای کادمیم، کاهش ۶۵ و ۹۱ درصدی برای روی، و کاهش ۳۳ و ۵۹ درصدی برای سرب، در مقایسه با تیمار شاهد شده بود. همچنین این نویسندگان بیان کردند که کاربرد آهک نیز بمانند کاربرد بیوچار ۱۰% دارای نتایج مشابه ای بوده است. به طور کلی نتایج نشان داد کاربرد هر سه بهساز در خاک سبب کاهش جذب کل کادمیم در اندام هوایی ذرت در مقایسه با نمونه شاهد شدند. همچنین افزایش پساب فاضلاب سبب کاهش جذب کل کادمیم در گیاه، در مقایسه با تیمار آب مقطر شده است.

منابع

Kumpiene, J., Lagerkvist, A., & Maurice, C. (۲۰۰۷). Stabilization of Pb-and Cu-contaminated soil using coal fly ash and peat. Environmental pollution, ۱۴۵(۱), ۳۶۵-۳۷۳.

Kabata-Pendias, A. (۲۰۱۰). Trace elements in soils and plants. CRC press.

Houben, D., Pircar, J., & Sonnet, P. (۲۰۱۲). Heavy metal immobilization by cost-effective amendments in a contaminated soil: effects on metal leaching and phytoavailability. Journal of Geochemical Exploration, ۱۲۳, ۸۷-۹۴.

Houben, D., Evrard, L., & Sonnet, P. (۲۰۱۳). Beneficial effects of biochar application to ontaminated soils on the bioavailability of Cd, Pb and Zn and the biomass production of rapeseed (Brassica napus L.). biomass and bioenergy, ۵۷, ۱۹۶-۲۰۴.

Abstract

The current study was carried out in order to investigate the short-term effect of different amendments and wastewater on uptake of Pb on Corn. The experiment was performed as factorial based on completely randomized design with ۴ kinds of amendments (rice husk biochars prepared at ۳۰۰ ℃ (B۳۰۰) and ۶۰۰ ℃ (B۶۰۰),coal fly ash (CFA) and Control), two levels of amendments (۲ and ۵%), and two source of irrigation (wastewater and Distilled water). According to the results, addition of B۳۰۰ and B۶۰۰ reduced the concentration and uptake of Pb in Corn compared to the control. Irrigation with wastewater increased the concentrations of Pb and decreased uptake of Pb in corn. Generally, It seems that B۳۰۰ and B۶۰۰ were effective in reducing the phytoavailability of Pb compared to CFA.

بررسی زیست فراهمی آرسنیک در خاک آلوده تحت شرایط استریل و غیر استریل

محمد بابا اکبری ساری [۱]، محسن فرح بخش [۲]، غلامرضا ثواقبی [۲]
عضو هیأت علمی گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان ۲ - اعضای هیأت علمی گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده
هدف، بررسی مقایسه میزان زیست فراهمی آرسنیک در خاک آلودهبه آرسنیکتحت شرایط استریل و غیراستریل با استفاده از روش‌های عصاره گیری تک مرحله ای و تعیینآرسنیک استخراج شده باآبوسولفاتآمونیوم ۰۵/۰ مولار می باشد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در شرایط گلخانه به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی شامل: خاک شاهد(آلودگی طبیعی ۱۰۰۰ میلی‌گرم درکیلوگرم)، آلودگی مصنوعی (۱۰۰۰ طبیعی+۲۰۰ میلی‌گرم درکیلوگرم مصنوعی)و (۱۰۰۰ طبیعی+۴۰۰ میلی‌گرم درکیلوگرم مصنوعی) بود. نتایج نشان داد بین ۳۰ تا ۴۲درصدنمکآرسنیکاضافه شده به‌طورمصنوعی در مقادیر ۲۰۰ و ۴۰۰ میلیگرمدرکیلوگرمبه خاکی با آلودگی طبیعی ۱۰۰۰ میلیگرمدرکیلوگرم،بهشکل‌های فراهم یعنیمحلولدرآبوسولفاتآمونیومباقی مانده بود.نتایج نشان داد که در تیمار مربوط به (۱۰۰۰ طبیعی + صفر) تفاوتی بین شرایط استریل و غیراستریل در هر دو روش عصاره گیری تک مرحله ای، مشاهده نگردید.امادر تیمار با آلودگی (۱۰۰۰ طبیعی + ۴۰۰ مصنوعی) مشاهده شد که درشرایطغیراستریل،آرسنیکمحلول در آب (۱۶۹ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک)و آرسنیک استخراج‌شده با سولفات آمونیوم (۱۳۳ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک)نسبت بهشرایطاستریل (آرسنیکمحلول در آب (۱۴۸ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک) و آرسنیک استخراج‌شده با سولفات آمونیوم(۱۲۰ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک))،افزایشیافت.
کلمات کلیدی: آرسنیک، استریل ، غیراستریل، عصاره‌گیری، آلودگی،

مقدمه
امروزه، آلودگی آب‌ها و خاک‌ها به آرسنیک، از مهم‌ترین خطرات موجود برای سلامتی انسان‌ها و محیط زیست در سطح جهان به شمار می‌رود. به طوری که بیش از ۱۵۰ میلیون نفر از مردم سراسر جهان، در معرض سطوح ناسالم آرسنیک در آب های مصرفی (آشامیدنی) می باشند (Brammer and Ravenscroft, ۲۰۰۹). در این میان، ارزیابی خطرات زیست محیطی نیازمند روش‌هایی برای تعیین میزان زیست‌فراهمی و تحرک آلاینده‌ها می‌باشد. از طرفی دیگر، غلظت آرسنیک کل به تنهایی برای ارزیابی تأثیرات محیطی در خاک‌های آلوده کافی نبوده و تعیین زیست‌فراهمی و شکل‌های محلول عنصر برای ارزیابی خطرات آرسنیک در مکان‌های آلوده لازم می‌باشد (Wenzel et al., ۲۰۰۱). بر همین اساس آرسنیک قابل دسترس خاک شاخص مناسب‌تری برای ارزیابی سمیت‌زایی زیستی نسبت به غلظت آرسنیک کل میباشد (ONeil, ۱۹۹۰).

درحالیکه میزان آرسنیک قابل‌دسترس در خاک به نوع و قدرت عصاره‌گیرهای مورد استفاده بستگی دارد. تعیین شکل‌های محلول آرسنیک بیانگر تحرک و زیست‌فراهمی این عنصر در خاک می‌باشد (Fitz and Wenzel, ۲۰۰۲)، و جذب فلزات توسط گیاهان و ریزجانداران و سمیت فلزات با شکل‌های فراهم عنصر مرتبط است (Chlopecka and Adriano, ۱۹۹۶). در نتیجه معمولاً شکل استخراج‌شده با آب و قابل تبادل عناصر قابلیت فراهمی و جذب بیشتری توسط گیاه دارند (Wenzel et al., ۲۰۰۱). شکل قابل دسترس برای ریشه گیاه قابل جذب است که معمولاً توسط عصاره‌گیرهای نمک ضعیف مانند سولفات آمونیوم و کلرید منیزیم تعیین میشود (Cattani et al., ۲۰۰۹). برخی محققان شکل قابل دسترس آرسنیک را به آرسنیک محلول در آب نسبت داده‌اند (Woolson, ۱۹۷۳; Sadiq, ۱۹۸۶).

ریزجانداران نظیر باکتری‌ها و قارچ‌ها ممکن است بر حلالیت فلز تاثیر گذاشته و موجب کاهش یا افزایش حلالیت فلز گردند. ریزجانداران گونه‌های شیمیائی فلز یا شبه فلز را از طریق تولید لیگاندهای آلی، ترشح سیدروفورها، تغییر pH و Eh تحت تأثیر قرار می‌دهند (Wenzel, ۲۰۰۹) و با فرایندهای مختلفی باعث سمیت‌زدایی و کاهش جذب آرسنیک می‌شود (Mahimairaja et al., ۲۰۰۵). هدف از این تحقیق، بررسی شکل‌های آرسنیک محلول در آب و محلول در سولفات آمونیوم خاک آلوده به آرسنیک طبیعی و مصنوعی تحت شرایط استریل و غیراستریل می‌باشد.

مواد و روش‌ها
نمونه برداری خاک از مناطق شمال قروه و از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری انجام شد. نمونه‌ها هوا خشک شده و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند. برخی ازخصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها با روش‌های استاندارد آزمایشگاهی تعیین شد (جدول ۱). بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos,۱۹۶۲)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور (Burt, ۲۰۰۴)، کربن آلی خاک به روش اکسایش تر واکلی و بلک (Nelson and Sommers., ۱۹۸۲)، pH خاک در عصاره گل اشباع با دستگاه pHمتر مدل جن‌وی و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصارهٔ گل اشباع با دستگاه هدایت سنج جن‌وی (Rhoades, ۱۹۸۲) و کربنات کلسیم معادل خاک به روش تیتراسیون (Burt,

۲۰۰۴)، تعیین گردید. براساس نتایج، نمونه خاک مرکب تهیه شده از بین خاک‌های قروه با آرسنیک معادل کل ۲۰± ۱۰۰۰ میلیگرم در کیلوگرم برای انجام آزمایش آماده شد.

به منظور بررسی میزان زیست فراهمی آرسنیک، آزمایشی بهصورت فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی، با استفاده از روش عصاره گیری تک مرحله‌ای آب (Woolson, ۱۹۷۳; Sadiq, ۱۹۸۶) و مرحله اول عصاره گیری متوالی (Wenzel et al., ۲۰۰۱) یعنی سولفات آمونیوم در شرایط استریل و غیراستریل خاک، اجرا گردید (جدول ۲). خاک آلوده طبیعی (غلظت آرسنیک معادل کل ۲۰± ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) با افزودن نمک آرسنیک‌دار As_2O_3 به طور مصنوعی در ۲ سطح ۲۰۰ و ۴۰۰ آلوده شدند. برای رسیدن به تعادل نسبی به‌مدت ۲ ماه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط گلخانه نگه‌داری شدند. آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون تی در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک آهکی مرکب مورد استفاده

رس	سیلت	شن	CCE	OC	N	P	K	pH	EC	Asمعادل کل
			(%)				($mgkg^{-1}$)		(dS/m)	($mgkg^{-1}$)
۲۵	۳۰	۴۵	۲۵	۶۸/۰	۰۷/۰	۱۴	۳۶۷	۲/۸	۷۱/۰	۲۰ ± ۱۰۰۰

جدول ۲- عصاره‌گیری تک مرحله‌ای برای استخراج آرسنیک قابل دسترس به روش وولسن (۱۹۷۳) و صادق (۱۹۷۸)

عصاره‌گیر	نسبت خاک به محلول	منبع
آبمقطر	۱به ۴ و ۵	وولسن (۱۹۷۳) وصادق (۱۹۷۸)

ادامه جدول ۲- مرحله اول عصاره‌گیری متوالی به روش ونزل و همکاران (۲۰۰۱)

مرحله	جزءعصاگیری شده	مراحلمتوالیعصاره‌گیری	نسبت خاک به عصاره‌گیر	مرحله شستشو
F_1	جذب غیر ویژه و احتمالاً محلول	یک گرم از خاک خشک در ۲۵ میلیلیتر محلول سولفات آمونیوم ۰۵/۰ مولار شیک به مدت ۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد	۱ به ۲۵	ندارد

نتایج و بحث

میانگین غلظت شکل‌های آرسنیک محلول در آب و استخراج‌شده با سولفات آمونیوم ۰۵/۰ مولار در خاک آلوده طبیعی و دو خاک دیگر که به‌طور مصنوعی ۲۰۰ و ۴۰۰ میلیگرم در کیلوگرم نمک آرسنیک‌دار As_2O_3 به آن افزوده شده بود در جدول (۳) مشاهده می شود. بر اساس نتایج به دست آمده، در شرایطی که آرسنیک به طور مصنوعی به خاک طبیعی آلوده به این عنصر اضافه گردید، پس از گذشت ۲ ماه از دوره خوابانیدن خاک، بین ۳۰ تا ۴۲ درصد نمک آرسنیک اضافه شده به شکل‌های محلول در آب و سولفات آمونیوم بود که دلیل این امر احتمالا مربوط به نبود مکان‌های جاذب آرسنیت و آرسنات اضافه شده به خاک است و با توجه به بالا بودن غلظت آرسنیک خاک این روند قابل انتظار بود. صادق و همکاران (۱۹۷۷) بیان داشتند که سمیت آرسنیک و جذب آن توسط گیاه در شرایط افزایش مصنوعی نمک‌های آرسنیک‌دار، در خاک‌های شنی نسبت به رسی بیشتر است زیرا در خاک‌های شنی سطوح جذب‌کننده قوی با آرسنیک از جمله اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و آلومینیوم، کانیهای رسی و گروه‌های عاملی واکنش‌دهنده نسبت به خاک‌های رسی و سیلتی کمتر است (صادق، ۱۹۷۷). جکوبز و کنی (۱۹۷۰) نیز گزارش کردند که آرسنیک در خاک‌های شنی از خاک‌های لومی سیلتی متحرک‌تر و برای ذرت سمیتر بود. اسمیت و همکاران (۱۹۹۹) یافتند که تحرک و زیست‌فراهمی آرسنیک در خاک‌های شنی نسبت به خاک‌های رسی محتوی آرسنیک کل بیشتر، با میزان افزایش آرسنیک مصنوعی مشابه، ۵ برابر بیشتر بود. گالز و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که پس از افزودن نمک آرسنیک به خاک‌های مختلف شکل محلول پس از ۴ ماه در شرایط گلخانه‌ای کاهش یافت اما این تغییر فقط در برخی از تیمارها معنیدار بود و دلیل آن تغییر شکل آرسنات محلول به شکل‌های پایدارتر آرسنیک با توجه به ویژگیهای خاک بود. میزان جذب آرسنیک در شرایط طبیعی آلودگی در زمان یک‌سال معادل آرسنیک جذب‌شده سرخس پتریس در ۶ هفته در خاک‌های آلوده شده مصنوعی بود (فاییگا و ما، ۲۰۰۵).

جدول ۳- میانگین غلظت شکل‌های استخراج‌شده با سولفات‌آمونیوم و آرسنیک محلول در آب خاک به روش عصاره‌گیری تک مرحله‌ای

آرسنیک خاک(میلی‌گرم در کیلوگرم)	سولفات آمونیوم ($mgkg^{-1}$)		آرسنیک محلول در آب ($mgkg^{-1}$)	
	استریل	غیراستریل	استریل	غیراستریل
۱۰۰۰ طبیعی + صفر	۵/۰	۵۱/۰	۶/۰	۷/۰

	۶۴	۶۰	۸۶	۸۲
۱۰۰۰ طبیعی + ۴۰۰ مصنوعی	۱۲۰	۱۳۳	۱۴۸	۱۶۹

در رابطه با نقش ریزجانداران، نتایج نشان داد که در تیمار مربوط به (۱۰۰۰ طبیعی + صفر) تفاوتی بین شرایط استریل و غیراستریل در هر دو روش عصاره گیری تک مرحله ای و متوالی، مشاهده نگردید. با این حال، در تیمار با آلودگی (۱۰۰۰ طبیعی + ۴۰۰ مصنوعی) مشاهده گردید که در شرایط غیراستریل آرسنیک محلول در آب (۱۶۹ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک) نسبت به شرایط استریل (۱۴۸ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک) افزایش یافت که ممکن است مربوط به نقش ریزجانداران در محلول نگه داشتن آرسنیک باشد. همچنین در تیمار مربوطه مشاهده گردید که درشرایط غیراستریل آرسنیک محلول در سولفات آمونیوم (۱۳۳ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک) نسبت به شرایط استریل (۱۲۰ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک) افزایش یافت. جذب و تصعید آرسنیك بر اثر فعالیت ریزجانداران خاك (Yan-Chu, ۱۹۹۴;) و تغییر در pH و Eh در تعیین میزان آرسنیك محلول مؤثر است. در شرایط غیراستریل ریزجانداران می‌توانند از طریق واکنش‌های متیل‌زدایی ترکیبات آلی آرسنیک را به معدنی تبدیل کنند. شدت نسبی این انتقالات می‌تواند چرخه‌ی آرسنیک و غلظت آرسنیک در خاک‌ها را کنترل کند و تابع شکل آرسنیک، غلظت آرسنیک، رطوبت خاک، دمای خاک، و دسترسی به منبع انرژی و کربن آلی برای ریزجانداران می‌باشد (Gao and Burau, ۱۹۹۷). از سوی دیگر، فرآیندهای اکسایش و کاهش به واسطه ریزجانداران می‌توانند حلالیت فلزات و شبه فلزات را تغییر دهند. به‌طوری‌که حتی اگر حلالیتشان مستقیماً متأثر از تغییرات پتانسیل ریداکس نگردد، می‌تواند در معرض حل شدن همزمان قرار گیرند (McBride, ۱۹۸۱).

منابع

Bouyoucos CJ, ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. Agron J ۵۴: ۴۶۴-۴۶۵.

Brammer, H., Ravenscroft, P. Arsenic in groundwater: a threat to sustainableagriculture in South and South-East Asia, Environ. Int. ۳۵ (۲۰۰۹) ۶۴۷-۶۵۴.

Burt R, ۲۰۰۴. Soil survey laboratory methods manual. NRCS, USDA,Soilsurvey investigations report: ۴۲. Version ۴.۰.

Cattani, I., Capri, E., Boccelli, R., Del Re, A.A.M., ۲۰۰۹. Assessment of arsenic availability to roots in contaminated Tuscany soils by a diffusion gradient in thin films (DGT) method and uptake by *Pterisvittata* and *Agrostiscapillaris* European J. Soil Sci. ۶۰, ۵۳۹-۵۴۸.

Chlopecka, A., & Adriano, D. C. (۱۹۹۶). Mimicked in-situ stabilization of metals in a cropped soil: bioavailability and chemical form of zinc. Environmental science & technology, ۳۰(۱۱), ۳۲۹۴-۳۳۰۳.

Fayiga, A.O. and Ma, L.Q. ۲۰۰۵. Arsenic uptake by two hyperaccumulator ferns from four arsenic contaminated fields. Water, Air and Soil Pollut, ۱۶۸, ۷۱-۸۹.

Fitz, W.J., Wenzel, W.W., ۲۰۰۲. Arsenic transformations in the soil, rhizosphere, plant system: fundamentals and potential application to phytoremediation. J. Biotech. ۹۹, ۲۵۹-۲۷۸.

Gao, S., Burau, R.G., ۱۹۹۷, Environmental factors affecting ratesof arsine evolution from mineralization of arsenicals insoil. J. Environ. Qual. ۲۶, ۷۵۳-۷۶۳.

Gulz, P.A, Gupta, S.K., Schulin,R., ۲۰۰۵. Arsenic accumulation of common plants from contaminated soils. Plant and Soil. ۲۷۲, ۳۳۷-۳۴۷.

Jacobs, L.W., Keeney, D.R., ۱۹۷۰. Arsenic, phosphorus interactions on corn. Commun. Soil Sci. Plant Anal. ۱, ۸۵-۹۳.

Mahimairaja, S.N.S., Bolan, D.C., Adriano Robinson, B., ۲۰۰۵. Arsenic Contamination and Its risk management, Advances in Agronomy, Elsevier Inc, ۸۶.

McBride, N.M., ۱۹۸۹. Reactions controlling heavy metalsolubility in soils. Adv. Soil. Sci. ۱۰, ۱-۵۶.

Nelson D.W., Sommers L.E., ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Methods of Soil Analysis, Part ۲: Chemical and Microbiological Properties, second ed. pp. ۵۶۱-۵۹۳.

O'Neill, P., ۱۹۹۵. Arsenic. In: Alloway, B.J. (Ed.), Heavy Metals in Soils, second ed. Blackie Academic and Professional, Chapman and Hall, Glasgow, Scotland, ۱۰۵-۱۲۱.

Rhoades, J.D., ۱۹۸۲. Soluble salts. In A. L. Page et al. (eds.) Methods of soil analysis. Agronomy Mon. no. ۹. Part ۲. (۲nd edition). ۱۶۷-۱۷۹.

Sadiq, M., ۱۹۷۷. Arsenic chemistry in soils: An overview of thermodyEnviron.namic predictions and fieldobservations. Water, Air and Soil Pollut. ۹۳, ۱۱۷-۱۳۶.
Sadiq, M., ۱۹۸۶. Solobility relationships of arsenic in calcareous soils and its uptake by corn. plant and soil. ۹۱, ۲۴۱-۲۴۸.
Smith, E., Naidu, R., Alston, A.M., ۱۹۹۹. Chemistry of arsenic in soils: I. Sorption of arsenate and arsenite by four Australian soils. J. Environ. Qual., ۲۸, ۱۷۱۹-۱۷۲۶.
Wenzel, W.W. ۲۰۰۹. Rhizosphere Processes and Management in Plant-Assisted Bioremediation (Phytoremediation) of Soils. Plant and Soil. ۳۲۱ (۱-۲), ۳۸۵-۴۰۸.
Wenzel, W.W., Kirchbaumer, N., Prohaska, T., et al., ۲۰۰۱. Arsenic Fractionation in Soils Using an Improved Sequential Extraction Procedure. Anal. Chim. Acta ۴۳۶, ۳۰۹-۳۲۳.
Woolson, E.A., Axley, J.H., Kearney, P.C., ۱۹۷۳. The chemistry and phytotoxicity of arsenic in soils: II Effects of time and phosphorus. Soil Sci. Soc. Am. Proc. ۳۷, ۲۵۴-۲۵۹.
Yan-Chu, H., ۱۹۹۴. Arsenic distribution in soil. In: Arsenic in the Environment. Part I: Cycling and Characterization (ed. J. Nriagu), pp. ۱۷-۴۹. John Wiley and Sons, New York, NY.
Yan-Chu, H., ۱۹۹۴. Arsenic distribution in soil. In: Arsenic in the Environment. Part I: Cycling and Characterization (ed. J. Nriagu), pp. ۱۷-۴۹. John Wiley and Sons, New York, NY.

Abstract

The purpose of this study was to compare the arsenic bioavailability in arsenic polluted soil under sterile and non-sterile condition by using single stage extraction methods. The experiment was carried out as a factorial experiment based on completely in greenhouse condition.The treatments included: control soil (۱۰۰۰ mg As/kg soil with natural pollution), Artificial pollution (۱۰۰۰ +۲۰۰ mg As/kg soil) and ۱۰۰۰+۴۰۰ mg As/kg soil). The results showed that Between ۳۰ to ۴۲ percent of *Arsenic trioxide*was extracted with water and ammonium sulfate which was artificially added in amounts of ۲۰۰ and ۴۰۰ mg per kg to ۱۰۰۰ mg per kg of soil natural contamination. In the control treatment (۱۰۰۰ Natural + zero) are not significant differences between sterile and non-sterile conditions in both single extraction methods. in contrast, in the other treatment (۱۰۰۰ natural+۴۰۰ artificial) were observed in non-sterile condition, arsenicextracted with water (۱۶۹ mgAs/kg soil) and ammonium sulfate (۱۳۳ mgAs/kg soil) increased compared with a sterile condition (arsenicextracted with water ۱۴۸ mgAs/kg soil and ammonium sulfate ۱۲۰ mgAs/kg soil).

قابلیت استفاده عناصر غذایی کم‌مصرف فلزی تحت تاثیر کاربرد مواد بهساز آلی و معدنی در خاک

مهدی نجفی قیری [۱] ، حمیدرضا اولیایی [۲]
۱- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

چکیده
کمبود عناصر کم مصرف یکی از مشکلات اساسی خاک‌های آهکی بوده که می‌تواند با افزودن مواد بهساز به خاک رفع و یا تشدید شود. بدین منظور، ۱۰ نمونه خاک سطحی از مناطق مختلف اقلیمی استان فارس جمع آوری گردید. سپس تیمارهای شاهد، ۲ درصد زئولیت، ۲ درصد ورمی‌کمپوست و ۲ درصد ورمی‌کمپوست مخلوط با زئولیت اعمال شده و نمونه‌ها به مدت ۹۰ روز در رطوبت ظرفیت زراعی نگهداری شد. پس از آن مقادیر آهن، منگنز، مس و روی قابل استفاده در نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید. افزودن ورمی‌کمپوست و زئولیت سبب کاهش معنی‌دار مقدار آهن و مس قابل استفاده در نمونه‌ها شد. مقدار روی و منگنز قابل استفاده با کاربرد ورمی‌کمپوست افزایش نشان داد در حالیکه زئولیت تاثیر معنی‌داری روی آن نداشت. تاثیر ورمی‌کمپوست و زئولیت در کاهش قابلیت استفاده آهن باید در مدیریت مصرف آنها در خاک‌های دارای کمبود درنظر گرفته شود.

واژه های کلیدی: استان فارس، خاک آهکی، زئولیت، عناصر کم مصرف، ورمی‌کمپوست

مقدمه
تولیدات گیاهی در خاک‌های آهکی همواره با مشکلات عدیده‌ای روبرو بوده است. کمبود بعضی از عناصر کم‌مصرف (آهن، منگنز، مس و روی) یکی از مهمترین عوامل محدود کننده در این خاک‌ها می‌باشد. این کمبود در نتیجه پهاش بالا و غلظت بالای یون‌های کلسیم و بیکربنات بوجود می‌آید. قابلیت استفاده عناصر کم مصرف در خاک‌های آهکی جنوب ایران مرتبط با بعضی از خصوصیات خاک مانند ماده آلی، رس و پهاش خاک می‌باشد (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۳). بعضی از ترکیباتی که جهت بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده می‌شوند ممکن است سبب تغییر در توزیع و قابلیت استفاده این عناصر در خاک شوند. ورمی‌کمپوست تولید شده از زباله‌های شهری یکی از ترکیبات آلی است که به خاک‌های آهکی افزوده می‌شود. پژوهشگران بیان می‌کنند که کاربرد ورمی‌کمپوست می‌تواند سبب افزایش رشد گیاه و بهبود وضعیت فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک شود. زئولیت نیز نوعی کانی آلومینوسیلیکات بوده که در دهه‌های اخیر به صورت گسترده جهت پالایش خاک‌ها (هرویجنین و همکاران، ۲۰۰۷)، کنترل فرسایش‌پذیری اراضی (اندری و همکاران، ۲۰۰۹)، بهبود ویژگی‌های خاک (فیلچوا و تسادیلاس، ۲۰۰۲) و کارایی مصرف نیتروژن (آقاعلیخانی و همکاران، ۲۰۱۲؛ تارکالسون و ایپولیتو، ۲۰۱۱) مورد استفاده قرار گرفته است.
معمولا کاربرد این ترکیبات آلی و معدنی جهت رفع کمبود عناصر غذایی نمی‌باشد؛ اما تاثیرات ثانویه این ترکیبات بر تغییر قابلیت استفاده عناصر کم مصرف محتمل است. خاک‌های جنوب ایران دارای کمبود شدید آهن، منگنز، روی و مس می‌باشند (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۳). هدف از این پژوهش بررسی احتمال افزایش قابلیت استفاده آهن، منگنز، مس و روی در ۱۰ خاک آهکی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف اقلیمی استان فارس در نتیجه کاربرد دو درصد ورمی‌کمپوست، دو درصد زئولیت و دو درصد ورمی‌کمپوست+زئولیت می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در مدیریت مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف و پیش‌بینی نتایج حاصل از مصرف ترکیبات بهساز آلی و معدنی در خاک‌های آهکی جنوب ایران کاربرد داشته باشد.

مواد و روش‌ها
بر اساس پژوهش‌های قبلی انجام شده روی خاک‌های استان فارس (نجفی قیری، ۲۰۱۰) ۱۰ نمونه خاک سطحی (عمق ۲۰-۰ سانتیمتر) از مناطق مختلف استان فارس با توجه به شرایط اقلیمی، مواد مادری و شدت تکامل خاک و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها پس از هواخشک شدن، آسیاب و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند. آزمایش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی شامل توزیع اندازه ذرات خاک (روول، ۱۹۹۴)، پهاش (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، کربنات کلسیم معادل (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، قابلیت هدایت الکتریکی (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، ظرفیت تبادل کاتیونی (چاپمن، ۱۹۶۵) و مقدار کربن آلی (نلسون و سومرز، ۱۹۹۶) روی نمونه‌ها صورت گرفت.
آزمایش‌های مربوط به تاثیر زئولیت و ورمی‌کمپوست به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی ۳×۴×۱۰ روی ۱۰ خاک با چهار تیمار شاهد، ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم ورمی‌کمپوست، ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم زئولیت و ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم ورمی‌کمپوست مخلوط با زئولیت (به نسبت ۱ به ۱) و سه تکرار انجام شد. نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی به مدت ۹۰ روز در دمای ۲± ۲۲ درجه سلسیوس و رطوبت ظرفیت زراعی نگهداری شدند تا واکنش‌ها صورت گرفته و نمونه‌ها به حالت متعادل‌تری برسند. سپس نمونه‌ها هواخشک گردیده و مقدار آهن، منگنز، مس و روی قابل استفاده در آنها اندازه‌گیری گردید. جهت این اندازه‌گیری از روش

عصاره‌گیری با محلول DTPA (لیندسی و نرول، ۱۹۷۸) استفاده شد. در این روش به ۱۰ گرم خاک مقدار ۲۰ میلی لیتر محلول DTPA افزوده شد. محلول‌ها به مدت دو ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس تکان داده شده، سپس سانتریفوژ و صاف گردید. غلظت آهن، منگنز، مس و روی در عصاره‌های حاصل با دستگاه جذب اتمی (AAS; PG ۹۹۰, PG Instruments Ltd. UK) اندازه‌گیری شد.

جهت آنالیز آماری نمونه‌ها از نرم افزارهای SPSS ۱۵.۰ و Microsoft Office Excel ۲۰۰۷ و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌داری استفاده شد.

نتایج و بحث

خاک‌های مورد مطالعه به راسته‌های ورتی‌سولز، اریدی سولز، اینسپتی‌سولز، آلفی‌سولز و انتی‌سولز تعلق دارند. مقدار رس در خاک‌های مورد مطالعه از ۱۰ درصد در خاک ۷ تا ۵۱ درصد در خاک ۱ متغیر بود. بیشترین و کمترین مقدار کربنات کلسیم به ترتیب در خاک‌های ۵ و ۱ اندازه‌گیری گردید. ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک‌های مورد مطالعه کمتر از ۲۰ سانتی مول بر کیلوگرم بود. خاک ۱ استثنائاً دارای ظرفیت تبادل کاتیونی ۳۵ سانتی مول بر کیلوگرم بود. مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در بعضی از خاکهای مورد مطالعه (خاک ۸) به بیش از ۲۰ دسی زیمنس بر متر می‌رسید. به توجه به تنوع اقلیمی و مواد مادری خاکهای استان فارس گسترده بودن دامنه تغییرات ویژگی‌های خاک دور از انتظار نیست.

تاثیر کاربرد زئولیت و ورمی کمپوست روی قابلیت استفاده آهن

افزودن ورمی‌کمپوست سبب کاهش قابل ملاحظه در قابلیت استفاده آهن شد (جدول ۳). این مقدار کاهش در خاک‌های مختلف متفاوت بوده و از ۳ درصد در خاک ۳ تا ۶۴ درصد در خاک ۱۰ (میانگین ۳۳ درصد) تغییر کرد. کاربرد زئولیت نیز سبب کاهش قابلیت استفاده آهن گردید (میانگین ۹ درصد) اما این کاهش به طور معنی‌داری کمتر از تاثیر کاربرد ورمی‌کمپوست بود. کاربرد توام ورمی‌کمپوست و زئولیت سبب کاهش ۱۳ درصدی قابلیت استفاده آهن گردید. اگرچه تاثیر زئولیت در کاهش قابلیت استفاده آهن کمتر از ورمی‌کمپوست می‌باشد اما با توجه به پایداری زئولیت برای مدت طولانی این تاثیر با اهمیت‌تر از تاثیر کاربرد ورمی‌کمپوست است؛ چرا که ترکیبات آلی تشکیل دهنده ورمی‌کمپوست با گذشت زمان تجزیه شده و عناصر جذب شده را آزاد می کنند. تاثیر مثبت زئولیت بر قابلیت استفاده آهن و جذب آن توسط گیاه توسط محمودآبادی (۲۰۱۰) نیز گزارش شده است. تاثیر متفاوت زئولیت می‌تواند مربوط به تفاوت در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مینرالوژیکی خاک‌ها و همچنین مقدار و نوع زئولیت استفاده شده و نوع گیاهان کشت شده باشد.

جدول ۳- تاثیر افزودن زئولیت و ورمی‌کمپوست روی مقدار آهن قابل استفاده (mg kg-۱).

شماره خاک	شاهد	ورمی‌کمپوست (۲ درصد)	زئولیت (۲ درصد)	زئولیت+ورمی‌کمپوست (۱ درصد + ۱ درصد)
۱	۴/۴۴	۰/۳۳	۸/۴۲	۰/۳۹
۲	۰/۲۵	۰/۱۷	۶/۲۲	۲/۱۸
۳	۰/۱۲	۶/۱۱	۰/۱۲	۸/۱۰
۴	۶/۱۴	۸/۱۱	۲/۱۴	۴/۱۳
۵	۶/۱۴	۶/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۳
۶	۶/۲۵	۶/۱۴	۴/۲۴	۶/۱۹
۷	۶/۱۰	۸/۵	۹/۸	۲/۷
۸	۰/۱۱	۲/۷	۰/۱۰	۰/۸
۹	۸/۲۹	۶/۱۶	۶/۲۴	۰/۱۷
۱۰	۰/۳۵	۶/۱۲	۰/۳۱	۰/۲۱
میانگین	(d) ۳/۲۲	۲/۱۴(a)	۴/۲۰(c)	۷/۱۶(b)

حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد: a، b، c و d.

با توجه به تاثیر مثبت کاربرد ورمی‌کمپوست بر غیرمتحرک کردن آهن می‌توان از آن در شرایطی که سمیت آهن برای گیاه مطرح است مانند شرایط احیایی شدید استفاده کرد. ولی به طور کلی باید این نکته را در نظر داشت که کمبود آهن در سطح بالایی از خاک‌های آهکی استان فارس مشهود می‌باشد (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۳).

تاثیر کاربرد زئولیت و ورمی کمپوست روی قابلیت استفاده روی

کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزیش بیش از ۵ برابری مقدار روی قابل استفاده در خاک‌های ۶، ۸ و ۱۰ گردید. این افزایش در همه خاک‌ها مشاهده شد (جدول ۴). برخلاف آهن، مقدار روی قابل استفاده خاک تحت تاثیر کاربرد زئولیت قرار نگرفت. اما کاربرد توام ورمی‌کمپوست و زئولیت سبب افزایش قابل ملاحظه روی قابل استفاده گردید. گرچه این تاثیر کمتر از کاربرد ورمی‌کمپوست بود. به هر حال کاربرد توام ورمی‌کمپوست و زئولیت سبب افزایش ۵۰ تا ۲۴۰ درصدی روی قابل استفاده در این خاک‌ها شد.

جدول ۴- تاثیر افزودن زئولیت و ورمی‌کمپوست روی مقدار روی قابل استفاده (mg kg-۱).

شماره خاک	شاهد	ورمی‌کمپوست (۲ درصد)	زئولیت (۲ درصد)	زئولیت+ورمی‌کمپوست (۱ درصد + ۱ درصد)
۱	۰/۱	۳/۴	۲/۱	۵/۲
۲	۵/۲	۵/۸	۰/۲	۹/۴
۳	۱/۴	۹/۷	۸/۲	۰/۷
۴	۹/۱	۲/۵	۶/۱	۶/۳
۵	۱/۱	۳/۴	۰/۱	۷/۲
۶	۱/۱	۳/۶	۱/۱	۹/۲
۷	۱/۱	۸/۱	۱/۱	۷/۱
۸	۱/۱	۸/۵	۹/۰	۶/۳
۹	۳/۱	۱/۴	۱/۱	۰/۲
۱۰	۲/۱	۱/۶	۱/۱	۶/۳
میانگین	(*a*) ۶/۱	۴/۵(c)	۴/۱(a)	۴/۳(b)

حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد :c و a، b.

تاثیر کاربرد زئولیت و ورمی‌کمپوست روی قابلیت استفاده مس

قابلیت استفاده مس نیز مانند آهن بر اثر کاربرد ورمی‌کمپوست و زئولیت کاهش پیدا کرد؛ اما در مورد مس تفاوت معنی‌داری بین سه تیمار استفاده شده و نمونه شاهد در مقدار کاهش قابلیت استفاده مس مشاهده نگردید (جدول ۵). میانگین مقدار کاهش با کاربرد ورمی‌کمپوست ۳۴ درصد، با کاربرد زئولیت ۸ درصد و با کاربرد توام این دو ترکیب ۱۷ درصد بود. یافته‌های محمودآبادی (۲۰۱۰) حاکی از افزایش جذب مس به وسیله سویا با کاربرد زئولیت می‌باشد. کاهش قابلیت استفاده مس با کاربرد زئولیت به خاک نیز توسط جانوس و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است.

جدول ۵- تاثیر افزودن زئولیت و ورمی‌کمپوست روی مقدار مس قابل استفاده (mg kg-۱).

شماره خاک	شاهد	ورمی‌کمپوست (۲ درصد)	زئولیت (۲ درصد)	زئولیت+ورمی‌کمپوست (۱ درصد + ۱ درصد)
۱	۰/۲۳	۸/۱۸	۴/۲۱	۰/۲۰
۲	۶/۹	۰/۴	۸/۸	۶/۵
۳	۸/۱	۰/۱	۷/۱	۵/۱
۴	۰/۲	۹/۱	۷/۱	۹/۱
۵	۲/۵	۲/۴	۲/۵	۸/۴
۶	۰/۲۱	۴/۱۲	۰/۱۹	۴/۱۷
۷	۶/۲	۲/۱	۲/۲	۰/۲
۸	۰/۳	۳/۲	۹/۲	۶/۲
۹	۰/۱۸	۶/۱۳	۴/۱۷	۴/۱۶
۱۰	۲/۶	۲/۳	۲/۵	۶/۴
میانگین	(*b*) ۲/۹	۳/۶(a)	۵/۸(a)	۷/۷(a)

. حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد: b و a

افزایش جذب آهن، روی، منگنز و مس با کاربرد ورمی‌کمپوست به مقدار ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد به وسیله سیب‌زمینی نیز توسط هاشمی مجد و همکاران (۲۰۰۴) گزارش شده است. احمدآبادی و همکاران (۲۰۱۱)، ریدوان (۲۰۰۴) و ماتوس و آروندا (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش قابلیت استفاده مس گردید که این مخالف یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر می‌باشد.

تاثیر کاربرد زئولیت و ورمی کمپوست روی قابلیت استفاده منگنز

تاثیر افزودن زئولیت و ورمی‌کمپوست بر قابلیت استفاده منگنز در جدول ۶ نشان داده شده است. آنالیز آماری نشان می‌دهد که افزودن زئولیت تاثیر معنی‌داری بر قابلیت استفاده منگنز ندارد. اما تاثیر ورمی‌کمپوست کاملا مشهود بوده و به صورت میانگین افزایش ۳۰ درصدی در قابلیت استفاده منگنز دیده می‌شود. به هر حال این افزایش در خاک‌های مورد استفاده بسیار متفاوت بوده و از ۷ درصد در خاک ۷ تا ۸۹ درصد در خاک ۴ تغییر می یابد. تاثیر کاربرد توام ورمی‌کمپوست و زئولیت نیز بر قابلیت استفاده منگنز معنی‌دار بوده و افزایش ۶ تا ۶۱ درصدی را نشان می‌دهد. تاثیر مثبت زئولیت بر جذب منگنز توسط گیاه به وسیله البوسعیدی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است.

. جدول ۶- تاثیر افزودن زئولیت و ورمی‌کمپوست روی مقدار منگنز قابل استفاده ($mg\ kg^{-1}$)

شماره خاک	شاهد	ورمی‌کمپوست (۲ درصد)	زئولیت (۲ درصد)	زئولیت+ورمی‌کمپوست (۱ درصد + ۱ درصد)
۱	۴/۸	۸/۱۰	۶/۸	۲/۱۰
۲	۴/۱۱	۰/۱۷	۶/۱۱	۸/۱۴
۳	۴/۱۶	۸/۱۷	۲/۱۷	۲/۱۸
۴	۶/۳	۸/۶	۶/۳	۸/۵
۵	۰/۸	۴/۱۰	۸/۷	۸/۸
۶	۶/۶	۰/۱۰	۰/۷	۰/۸
۷	۸/۶	۳/۷	۸/۶	۲/۷
۸	۴/۸	۲/۱۰	۰/۹	۴/۹
۹	۰/۷	۸/۷	۲/۶	۴/۸
۱۰	۲/۱۰	۸/۱۳	۲/۱۰	۲/۱۳
میانگین	۷/۸ (a)	۲/۱۱(c)	۸/۸(a)	۴/۱۰(b)

. حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد: b و a

منابع

Aghaalikhani M, Gholamhoseini M, Dolatabadian A, Khodaei-Joghan A, and Asilan KS, ۲۰۱۲. Zeolite influences on nitrate leaching, nitrogen-use efficiency, yield and yield components of canola in sandy soil. Archives of Agronomy and Soil Science, ۵۸(۱۰): ۱۱۴۹-۱۱۶۹.

Ahmadabadi Z, Ghajar Sepanloo M, and Bahmanyar MA, ۲۰۱۱. Effect of vermicompost application on amount of micro elements in soil and the content in the medicinal plant of Borage (Borago officinalis). J. of Crops Improvements, ۱۳(۲): ۱-۱۲.

Al-Busaidi A, Yamamoto T, Inoue M, Eneji AE, Mori Y, and Irshad۱ M, ۲۰۰۸. Effects of zeolite on soil nutrients and growth of barley following irrigation with saline water. Journal of Plant Nutrition, ۳۱: ۱۱۵۹-۱۱۷۳.

Andry H, Yamamoto T, Inoue M, ۲۰۰۹. Influence of artificial zeolite and hydrated lime amendments on the erodibility of an acidic soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۰: ۱۰۵۳-۱۰۷۲.

Chapman HD, ۱۹۶۵. Cation exchange capacity. In: Black, C.A., (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۲. Madison (WI): America Society of Agronomy. pp. ۸۹۱-۹۰۱.

Filcheva EG, and Tsadilas CD, ۲۰۰۲. Influence of clinoptilolite and compost on soil properties. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۳(۳&۴): ۵۹۵-۶۰۷.

Hashemimajd K, Kalbasi M, Golchin A, and Shariatmadari H, ۲۰۰۴. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. Journal of Plant Nutrition, ۲۷: ۱۱۰۷-۱۱۲۳.
Herwijnen R van, Hutchings TR, Al-Tabbaa A, Moffat AJ, Johns ML, Ouki SK, ۲۰۰۷. Remediation of metal contaminated soil with mineral-amended composts. Environmental Pollution, ۱۵۰: ۳۴۷-۳۵۴.
Jano P, Vavrova J, Herzogova L, and Pila ova V, ۲۰۱۰. Effects of inorganic and organic amendments on the mobility (leachability) of heavy metals in contaminated soil: A sequential extraction study. Geoderma, ۱۵۹: ۳۳۵-۳۴۱.
Lindsay WL, and Norvell WA, ۱۹۷۸. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of American Journal, ۴۲: ۹۶۹-۹۷۴.
Mahmoodabadi MR, ۲۰۱۰. Experimental study on the effects of natural zeolite on lead toxicity, growth, nodulation, and chemical composition of soybean. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۱(۱۶): ۱۸۹۶-۱۹۰۲.
Matos GD, and Arrunda M, ۲۰۰۳. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. Process Biochemistry, ۳۹: ۸۱-۸۸.
Najafi-Ghiri M, ۲۰۱۰. Study of morphological and mineralogical properties and potassium status of soils of Fars province. Ph.D. thesis. Department of Soil Science, Shiraz University, Iran. ۲۲۲ pp.
Najafi-Ghiri M, Ghasemi-Fasaei R, and Farrokhnejad E, ۲۰۱۳. Factors affecting micronutrients availability in calcareous soils of southern Iran. Arid Land Research and Management, ۲۷: ۲۰۳-۲۱۵.
Nelson DW, and Sommers L,E, ۱۹۹۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. P. ۹۶۱-۱۰۱۰. In D. L. Sparks et al. (ed.) Methods of Soil Analysis, Part III, ۳rd Ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI.
Ridvan K, ۲۰۰۴. Cu and Zn accumulation in earth worm Lumbricus terrestrist in sewag sludge amended soil and fraction of Cu and Zn casts and surrounding. Soil Science, ۲۲: ۱۴۱-۱۴۵.
Rowell DL, ۱۹۹۴. Soil Science: Methods and applications. Longman Scientific and Technical, UK.
Salinity Laboratory Staff, ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. ۶۰. Washington (DC): United States Department of Agriculture (USDA).
Stevenson FJ and Ardakani MS, ۱۹۷۲. Organic matter reactions involving micronutrients in soils. In Micronutrients in Agriculture; Mortvedt, J.J., Giordano, P.M., and Lindsay, W.L. (eds.); SSSA: Madison, Wisc., ۷۹-۱۱۴.
Tarkalson DD, and Ippolito JA, ۲۰۱۱. Clinoptilolite zeolite influence on nitrogen in a manure-amended sandy agricultural soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۲: ۲۳۷۰-۲۳۷۸.

Abstract

Micronutrients deficiency is a problem in calcareous soils that may be solved or aggravated by application of amendments to soils. For this purpose, ۱۰ surface soil samples from different climatic zones of Fars province were collected. Then treatments including control, ۲ % zeolite, ۲ % vermicompost, and ۲ % vermicompost and zeolite mixture were selected and samples were incubated at FC moisture condition for ۹۰ days. After that, contents of available iron, manganese, cupper, and zinc were determined. Vermicompost and zeolite application significantly decreased Fe and Cu availability. Zn and Mn availability was increased by vermicompost, but zeolite had no effect on Zn and Mn availability. Effect of vermicompost and zeolite on decreasing of Fe availability in Fe-deficient soils may be considered in its management.

تعیین حد بحرانی عناصر کم مصرف در خیار گلخانه ای

علیرضا مرجوی [۱]، محمود صلحی [۱]، حمید ملاحسینی [۱]
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

چکیده

به منظور تعیین حد بحرانی عناصرآهن، روی، منگنز و مس نمونه های خاک از گلخانه‌های مناطق مختلف استان جمع آوری گردید بطوریکه غلظت های مختلف از این عناصربین محدوده کم تا زیاد بدست آید. خاکهای مورد استفاده در گلخانه ها طوری انتخاب می گردند که عناصر آهن، روی، منگنز و مس در دو گروه یکی کود بدون عناصر مورد نظر با سه تکرار و گروه دوم کود کامل نیز با سه تکرار انتخاب گردید. با استفاده از روش کیت نلسون عملکرد نسبی هر تیمار نسبت به شاهد محاسبه شد با رسم نمودار نقطه ای به طوری که بیشترین نقاط موجود در نمودار در منطقه اول و سوم همین علامت واقع شود. حدود بحرانی عناصر آهن، روی، منگنز و مس تعیین شده برای کشت گلخانه ای خیار به ترتیب برابر ۳۷، ۹، ۲۰ و ۶ میلی گرم بر کیلو گرم در خاک تعیین شد.

واژه های کلیدی: حد بحرانی، عناصر کم مصرف خاک، خیار گلخانه‌ای.

مقدمه

مصرف عناصر کم‌مصرف بر اساس آزمون خاك، pH خاك و عکس‌العمل گیاه میباشد. عناصر کم‌مصرف نباید با حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و علف‌کش‌ها ترکیب شود، مگر اینکه کارخانه‌های سازنده ترکیب آنها با عناصر کم‌مصرف را توصیه نمایند. این عناصر عمدتا هم به صورت برگپاشی و هم خاکی میتوانند مورد استفاده قرار گیرند. کاربرد خاکی معمولاً در زمان آماده‌سازی خاك و کاربرد برگی در طی فصل رشد میباشد. (سیلسپور و ملاحسینی، ۱۳۸۴).

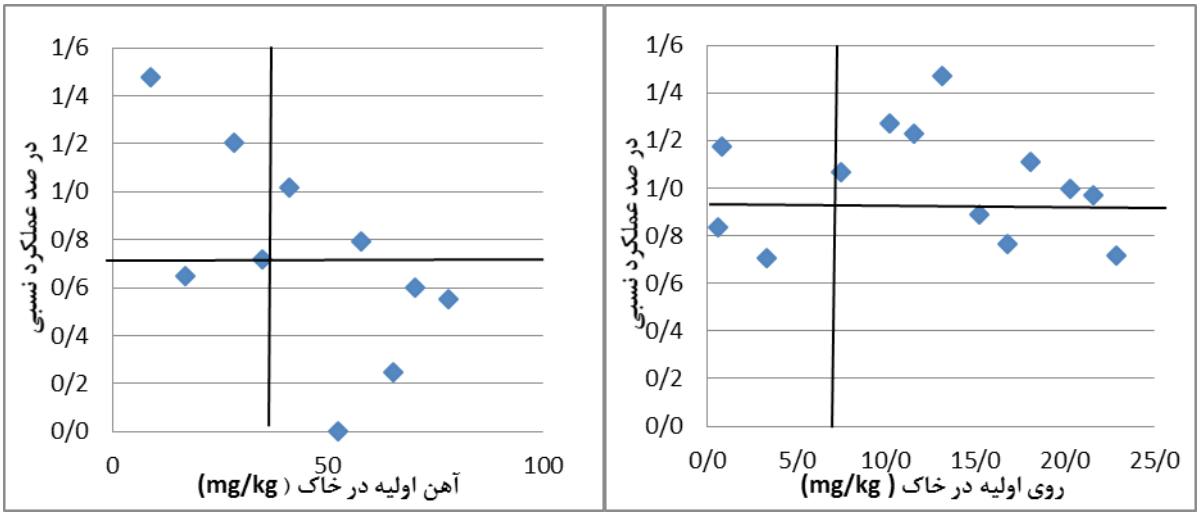
آهن یکی از عناصر ریز مغذی مهم در تغیه محصولات گلخانه ای محسوب می شود. لوبیا سیز، کلم بروکلی، گل کلم، اسفناج،چغندر سالادی و گوجه فرنگی از محصولاتی هستند که نسبت به کمبود آهن شدیدا حساس می باشند. سولفات آهن در اختلاط با خاک تثبیت می گردد و کمتر قابلیت جذب دارند لذا توصیه مصرف برگی این عنصر از منابع سولفاتی از راندمان بالاتری بر خوردار است. کمبود منگنز شایع‌ترین کمبود ریزمغذیها در سبزیها میباشد. کاهو، پیاز، سیب‌زمینی، تربچه، اسفناج و چغندرقند به کمبود منگنز خیلی حساس هستند و علامت کمبود را سریع نشان میدهند پخش سطحی کودهای حاوی منگنز اصلاً توصیه نمیشود چرا که سریعا توسط خاك تثبیت میشود. مصرف منگنز به صورت محلول‌پاشی نیز توصیه میشود(سیلسپور و ملاحسینی، ۱۳۸۴). مصرف بور بر اساس عکس‌العمل گیاه و pH خاك استوار است. مصرف ۳ تا ۴ کیلوگرم بور (B) در هکتار برای محصولات پرنیاز مثل بروکلی، گل کلم، کرفس و کلم توصیه میشود. سبزیهایی که نسبت به کمبود بور حساسیت متوسط دارند با مصرف ۱ تا ۲ کیلوگرم بور در هکتار عکس‌العمل خوبی نشان میدهند. از آنجایی که بور در خاك سریع حرکت میکند و به آسانی شسته میشود، مصرف سالانه بور ضروری است. کمبود بور در خاك‌های شنی و آلی اتفاق میافتد. در خاك‌های ریزبافت، بور به راحتی شسته نمیشود بنابراین مقادیر کمتری به بور نیاز است. زمانی که pH خاك بالا میرود قابلیت جذب بور در خاك کاهش مییابد. بنابراین در خاك‌هایی pH بالا،توصیه بور بیشتر است(سیلسپور و ملاحسینی، ۱۳۸۴). پیاز و ذرت شیرین از محصولاتی هستند که شدیداً نسبت به روی واکنش نشان میدهند. آزمون خاك همراه با pH خاك، شاخص‌هایی هستند که قابلیت جذب روی را در خاك برای گیاه نشان میدهند. قابلیت جذب روی با افزایش pH کاهش مییابد. مصرف نواری روی مؤثرتر از پخش سطحی است، ولی برای پخش سطحی به مقادیر بیشتری روی نیاز است. برخلاف منگنز روی در خاك به صورت قابل جذب باقی میماند. بنابراین مصرف هر ساله آن ضرورت ندارد. خاك‌هایی که pH بالاتر از ۷ دارند مقادیرکمی روی قابل جذب دارند. کمبود روی معمولاً در خاك‌هایی آهکی یا خاك‌هایی که فسفر قابل جذب بالایی دارند اتفاق میافتد(سیلسپور و ملاحسینی، ۱۳۸۴). کاهو، پیاز، اسفناج و چغندر سالادی از سبزیهایی هستند که به مس واکنش نشان میدهد. اصولاً کمبود مس در خاك‌های آلی اتفاق میافتد. کمبود مس دارای دامنه وسیعی نیست و ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم مس برای سبزیهای با نیاز کم تا متوسط و ۴۰ کیلوگرم در هکتار برای سبزیهای با نیاز بالا توصیه میشود. سولفات مس یا اکسید مس از منابع رایج مس هستند. (سیلسپور و ملاحسینی، ۱۳۸۴). کمبود مولیبدن معمولاً در گل کلم، کاهو، اسفناج، کلم و پیاز روی میدهد. کمبود مولیبدن معمولاً در خاك‌هایی که pH پایین‌تر از ۵/۵ دارند رخ میدهد. آهن قابل جذب بالا در خاك نیز به کمبود مولیبدن مینجامد. محلول‌پاشی مؤثرترین راه جلوگیری از کمبود مولیبدن در گیاه است. در مورد گیاهان حساس به کمبود، محلول‌پاشی هر دو هفته یکبار توصیه میشود. (سیلسپور و ملاحسینی، ۱۳۸۴).

مواد و روش‌ها

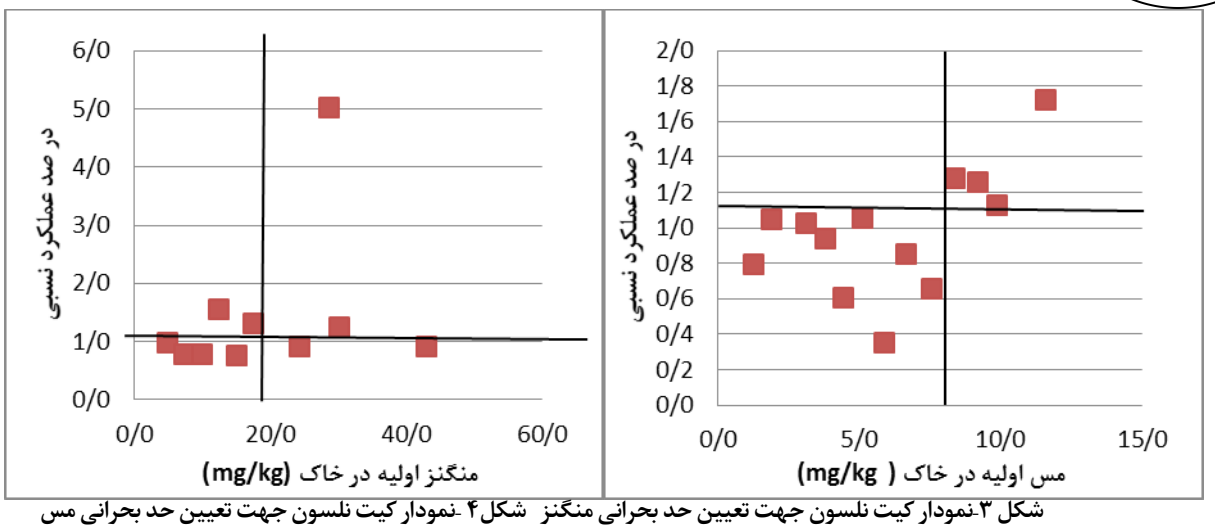
ابتدا یک گلخانه خاکی به مساحت تقریبی ۲۰۰۰ متر مربع واقع در شهرستان اصفهان جهت اجرای طرح انتخاب می‌شود سپس با توجه به محدوده متفاوت عنصر آهن، روی، منگنز و مس در خاک گلخانه‌های خیار اقدام به جمع آوری نمونه از خاکهای مورد استفاده در گلخانه‌ها با غلظت‌های متفاوت با عناصر مذکورگردید بطوریکه پس از آنالیز این عناصر در خاکهای فوق، غلظت های مختلف از این عنصربین محدوده کم تا زیاد بدست آید. به منظور تعیین حد بحرانی آنها، خاکهای مورد استفاده در گلخانه ها طوری انتخاب می گردند که عناصر آهن، روی، منگنز و مس در خاکهای فوق، به ترتیب ۱۰ ،۱۲، ۱۰و ۱۲ غلظت مختلف از این عنصر بین محدوده کم تا زیاد بدست آید سرانجام برای هر غلظت تعداد ۶ گلدان باکوددهی کامل هر عنصر و در مجموع در سه تکرار هر عنصر به ترتیب تعداد ۶۰، ۷۲، ۶۰ و ۷۲ تیمار و ۶ گلدان باکوددهی بدون عناصر مورد نظر با سه تکرار مجموعا به ترتیب تعداد ۶۰، ۷۲، ۶۰ و ۷۲ گلدان شاهد آماده شد نشاء به روش معمول آماده و در گلدانها کشت می شوند. با استفاده از روش کیت نلسون نسبت به تعیین حدود بحرانی عناصر مذکور اقدام شد. بدین صورت که میانگین کل تکرارها مربوط به یک خاک و میانگین کل هر تعداد خاک اختصاص داده شده به هر عنصر را در دو دسته بندی تیمار و شاهد محاسبه شده سپس عملکرد نسبی هر تیمار نسبت شاهد محاسبه شد با رسم نمودار نقطه ای به طوری که میزان اولیه تعیین شده در آزمایشگاه هر عنصر در محور X ها و در صد عملکرد نسبی در محور Y ها با شد مطابق با اشکال مربوطه علامت + در نمودار رسم شده قرار داده می شود بطوری که خط افقی این + در حدود ۸۰ الی ۹۵ در صد عملکرد نسبی را پوشش بدهد و خط عمود آن طور ی گذاشته شده که بیشترین نقاط موجود در نمودار در منطقه اول و سوم همین علامت واقع شود که نهایتا محل برخورد خط عمودی با محور X ها همان نقطه بحرانی مربوط به آن عنصر است. بدبن ترتیب حدود بحرانی عناصر برای کشت گلخانه ای در کشت خیار گلخانه ای خاک تعیین گردید. در ضمن مقایسه عناصر در میوه و برگ در حالت بدون هر عنصرکودی در خاک(تیمار) و در خاک با کود کامل(شاهد) در خاک مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

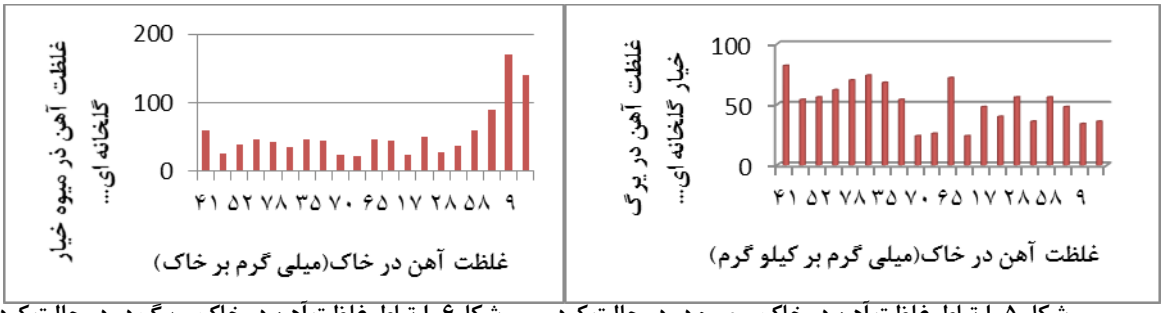
نمودار کیت نلسون جهت تعیین حدود بحرانی عناصر آهن، روی، منگنز و مس در شکل های ۱ تا ۴ نشان داده شده است. ارتباط غلظت عناصر آهن، روی، منگنز و مس در میوه و برگ خیار گلخانه ای در دو حالت که خاک با کود کامل تیمار شده و در حالتی که خاک بدون یک عنصر(آهن، روی، منگنز و مس) در شکل ۵ تا ۱ ارائه گردیده است.



شکل ۱-نمودار کیت نلسون جهت تعیین حد بحرانی آهن **شکل۲ -نمودار کیت نلسون جهت تعیین حد بحرانی روی**

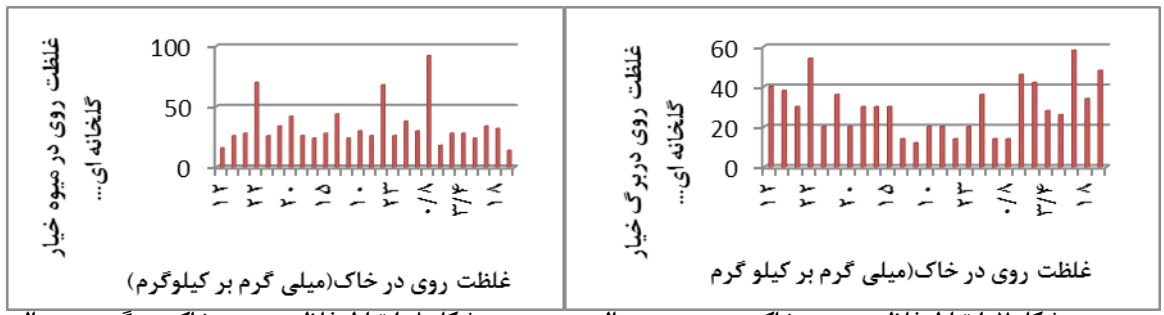


شکل ۳-نمودار کیت نلسون جهت تعیین حد بحرانی منگنز شکل۴ -نمودار کیت نلسون جهت تعیین حد بحرانی مس



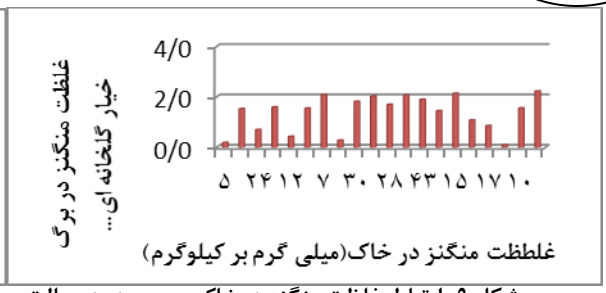
شکل ۵-ارتباط غلظت آهن در خاک و میوه در دو حالت کود کامل شکل کود بدون آهن

شکل۶-ارتباط غلظت آهن در خاک و برگ در دو حالت کود کامل و کود بدون آهن

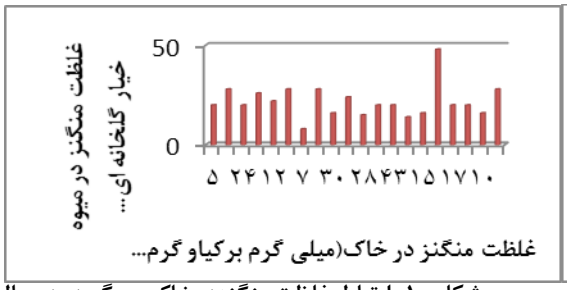


شکل ۷-ارتباط غلظت روی در خاک و میوه در دو حالت کود کامل و کود بدون روی

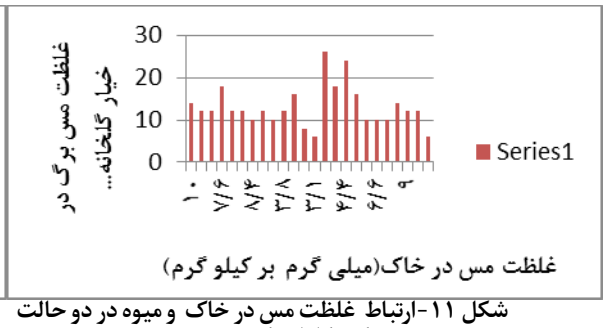
شکل ۸-ارتباط غلظت روی در خاک و برگ در دو حالت کود کامل و کود بدون روی



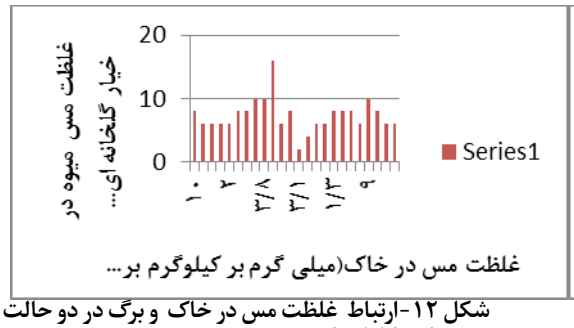
شکل ۹-ارتباط غلظت منگنز در خاک و میوه در دو حالت کود کامل و کود بدون منگنز



شکل ۱۰-ارتباط غلظت منگنزدر خاک و برگ در دو حالت کود کامل و کود بدون منگنز



شکل ۱۱-ارتباط غلظت مس در خاک و میوه در دو حالت کود کامل و کود بدون مس



شکل ۱۲-ارتباط غلظت مس در خاک و برگ در دو حالت کود کامل و کود بدون مس

با استفاده از روش کیت نلسون نسبت به تعیین حدود بحرانی عناصر آهن، روی، منگنز و مس اقدام شد. بدین صورت که میانگین کل تکرارها مربوط به یک خاک و میانگین کل هر تعداد خاک اختصاص داده شده به هر عنصر را در دو دسته بندی تیمار و شاهد محاسبه شده سپس عملکرد نسبی هر تیمار نسبت به شاهد محاسبه شد. در روش کیت نلسون نیاز به درصد عملکرد نسبی و میزان اولیه عنصر مورد نظر در خاک می باشد که عملکرد نسبی بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود.

۱۰۰× (عملکرد هرتیمار /عملکرد شاهد)=در صد عملکرد نسبی

میزان اولیه قابل جذب هر عنصر نیز که در آزمایشگاه تعیین شده است. با رسم نمودار نقطه ای به طوری که میزان اولیه تعیین شده در آزمایشگاه هر عنصر در محور X ها و در صد عملکرد نسبی در محور Y ها با شد مطابق با اشکال ذیل یک علامت + در نمودار رسم شده قرار داده می شود بطوری که خط افقی این + در حدود ۸۰ الی ۹۵ در صد عملکرد نسبی را پوشش بدهد و خط عمود آن طور ی گذاشته شده که بیشترین نقاط موجود در نمودار در منطقه اول و سوم همین علامت واقع شود که نهایتا محل برخورد خط عمودی با محور X ها همان نقطه بحرانی مربوط به آن عنصر است. حدود بحرانی عناصر آهن، روی، منگنز و مس تعیین شده برای کشت گلخانه ای خیار به ترتیب برابر ۳۷، ۹، ۲۰ و ۶ میلی گرم بر کیلو گرم در خاک تعیین شد. در ضمن نتایج نشان داد در ۹۰ در صد موارد مقایسه عناصر در میوه و برگ در حالت بدون هر عنصرکودی کمتر از حالتی بود که کود کامل دریافت نموده اند.

منابع

سیلسپور، م. ملا حسینی، م. ج. ۱۳۸۴. تولید پایدار، ارتقای عملکرد و بهبود کیفیت بامدیریت مصرف بهینه کود در محصولات سبزی و صیفی ،نشریه فنی شماره ۴۸۶ ،مؤسسه تحقیقات خاك و آب، تهران، ایران.

Huchmuth G. and Cordasco. K. ۲۰۰۱. A summery of N and K researh with muskmelon in Florida.University of .FLORIDA. Cooperative Extantion service. Institute of Food and Agriculture Science

Hochmuth G. J., and Smajstrla A. G. ۱۹۹۷. Fertilizer application and management for micro (or drip) irrigated .vegetables in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., ۱۱۸۱

Papadopoulos A.P. (۱۹۹۱) Growing greenhouse seedless cucumbers in soi۱and in soilless media. Agriculture and Agri-Food Canada Publication ۱۹۰۲/E

Tamson, B., Parswell K. ۲۰۰۳. Symptoms of potassium deficiency in vegetables crops. Fertilization Knowledge. .No : ۳

Abstract

Now a day greenhouse vegetable production is possible during all of the year season. Green house productions are usually more economical so farmers show more tendency to produce greenhouse vegetable. In order to determine the micronutrient critical level in cucumber greenhouse, selection of soils is so that the soils with low to high range micronutrient concentration become available. Relative yield was cultivated for mean treated and nontreated pots. Kait -Nelson diagrams were prepared so that each element concentration plotted on X axis and relative yield on Y axis Finally the interaction of horizontal and vertical line distinguish the critical level of the referred elements. The micronutrients critical levels of soil for cucumber in greenhouse were ۳۷ milligram per kilogram for Fe and ۹ for zinc ۲۰ for manganese and ۶ for copper.

تعیین ضرائب سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی در خاکدانه‌های ریز و درشت تعدادی ازخاکهای آهکی

سیده زهرا عطارشهرکی [۱]، علیرضاحسین‌پور [۲]، حمیدرضا متقیان [۳]، شجاع قربانی [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ۴- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد

چکیده
آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی از لحاظتواناییتأمین پتاسیم برای گیاهان در خاک‌های مختلف از اهمیت بالایی برخوردار است.در این تحقیق سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی خاکدانه‌های ریز(کوچکتر از ۰/۲۵میلی‌متر) و درشت (بزرگتر از ۰/۲۵ میلی‌متر) در ۵خاک آهکی مطالعه شد. نمونه‌های خاک به روش عصاره‌گیری متوالی و با استفاده از کلرید کلسیم ۰/۱ مولار در دمای ۱± ۲۵درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ تا ۲۰۱۷ ساعت عصاره‌گیری شدند.مقادیر پتاسیم غیرتبادلی آزادشده براساس ضریب تشخیص و خطای استاندارد با استفاده از معادله‌های مرتبه اول، تابع توانی، انتشار پارابولیکی و الوویچ ساده بخوبی توصیف شدند. نتایج نشان داد که در خاکدانه‌ها ریز و درشت سرعت آزادشدن پتاسیم در ابتدا زیاد و سپس تدریجاً کاهش یافت. نتایج نشان داد که خاکدانه‌های ریز نقش مهمی در تامین پتاسیم خاک دارند.

واژه های کلیدی: آزادشدن پتاسیم غیر تبادلی، خاکدانه، کلریدکلسیم، معادلات سینتیکی

مقدمه
خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی جهان محسوب می‌شود که پایه بسیاری از تمدن‌های بشری بر باروری آن استوار شده است (نوربخش و کریمیان اقبال، ۱۳۷۶). ذرات خاک معمولاً در طبیعت با ترکیبات اندازه‌ای مختلف کنار هم قرار گرفته‌اند (حق نیا، ۱۳۷۵).پتاسیم یکی از عناصر پرنیاز گیاه می‌باشد و نقش‌های مهمی در گیاه برعهده دارد. میزان پتاسیم در خاک‌های مختلف متفاوت است، اما آن قسمت از کل پتاسیم موجود در خاك، که به صورت قابل‌تبادل یا قابل استفاده گیاه باشد ناچیز است. پتاسیم ذخیره‌ای خاک عمدتاً زیاد است. ارزیابی وضعیت غذایی خاک از دیدگاه اقتصادی،محیطی و تغذیه مهم می‌باشد. پتاسیم در خاک به شکل‌های محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی وجود دارد. پتاسیم موجود در محلول خاک پتاسیم تبادلی در حال تعادل است (سالاردینی، ۱۳۸۲). پتاسیم در خاک به هر شکلی که باشد برای این که بتواند مورد استفاده گیاه قرار گیرد باید به شکل محلول تبدیل شود که اهمیت پتاسیم محلول را تغذیه گیاه نشان می‌دهد (حسین‌پور، ۱۳۸۳). پتاسیم تبادلی، پتاسیمی که به وسیله سطوح منفی باردار کلوئیدها نگهداری می‌شود. اولین بار لیبیک(ملاوتا، ۱۹۸۵) پتاسیم را به‌عنوان یکی از عناصرلازم برای رشد گیاه معرفی کرد. پتاسیم غیرتبادلی، پتاسیمی است که به آسانی قابل تبادل نبوده و در زمان‌های کوتاه نیز توسط محلول‌های نمکی آزاد نمی‌شود. ولی بخشی از آن با اسید نیتریک جوشان قابل استخراج می‌باشد. آزادشدن بخشی از پتاسیم غیرتبادلی با استفاده از محلول‌های نمکی و شستشوی متوالی امکان‌پذیر است (حسین‌پور، ۱۳۷۸). اولین مطالعه در مورد نقش اجزاء مختلف خاک در آزادکردن پتاسیم غیرتبادلیبه‌وسیله مان و همکاران (۱۹۷۶) انجام شد. این پژوهشگران دریافتند که ۷۴-۳۰ درصد پتاسیم از بخش رس، ۵۶-۲۴ درصد از بخش سیلت و ۲۶- ۳ درصد از بخش شن، آزادشده بود.

دال و همکاران (۱۹۶۵) آزادسازی پتاسیم را از بخش‌های مختلف اندازه ذرات خاک در کشت گلدانی گندم بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد، مقدار پتاسیم موجود در اجزاء رس وسیلت به‌صورت خطی با جذب پتاسیم توسط گیاه در هر بخش اندازه ذرات خاک همبستگی دارند. اما هیچ همبستگی بین جذب پتاسیم و مقدار پتاسیم کل در خاک مشاهده نشد. مقدار آزادسازی پتاسیم توسط اجزاء خاک متفاوت بود، به‌طوری‌که بخش رس درشت بیشترین میزان آزادسازی و در رس متوسط و ریز میزان آزادسازی پتاسیم به‌ترتیب میزان متوسط و کمی را به خود اختصاص داده بود. این در حالی بود که مقدار پتاسیم در بخش رس ریز بیشترین مقدار بود. سیمارد و همکاران (۱۹۹۲) آزادسازی پتاسیم و منیزیم را از بخش‌های مختلف اندازه ذرات خاک به همراه سینتیک آنها مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که فلدسپار و کوارتز در بخش سیلت و میکای هیدراته به همراه ورمی‌کولیت در بخش رس خاک، کانی‌های غالب بودند. در بین بخش‌های مختلف اندازه ذرات خاک بخش سیلت ریز بیشترین آزادسازی را برای پتاسیم داشتند.محلولکلرید کلسیم ۰/۱ مولار از سال‌ها پیش برای اندازه‌گیری pHخاک مورد استفاده قرار می‌گرفته است. مکانیسم عصاره‌گیری در این عصاره‌گیر، تبادل یون پتاسیم با یون غیرمشابه است و برای عصاره‌گیری عناصر متعددی نیز استفاده می‌شود. مهدوی (۱۳۸۰) در بررسی‌های خود نشان داد که پایین بودن میزان پتاسیم آزادشده توسط کلریدکلسیم ۰/۱ مولار را می‌توان به نوع کانی غالب آن، که میکای دوجایی بود نسبت داد و از طرفی علت بالا بودن میزان پتاسیم آزادشده را به علت بالابودن میزان کانی‌های انبساط‌پذیر در این خاک دانست، که امکان تبادل بیشتر یون کلسیم را با پتاسیم فراهم می‌کند.

نتایج پژوهش‌های درباره سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی در برخی از خاک‌های استان همدان با استفاده از اسیدسیتریک و کلرید کلسیم نشان داد که معادله‌های توانی، مرتبه اول، پخشیدگی و الوویچ به بهترین نحو آزادشدن پتاسیم را توجیه می‌کنند (جلالی، ۲۰۰۵). حسین‌پور و متقیان (۲۰۱۳) گزارش کردند که سرعت آزادشدن پتاسیمبا عصاره‌گیر کلریدکلسیم ۰۱/۰ مولار درخاک‌های آهکی مختلف ، در قبل و پس از زمان ۱۶۸ ساعت متفاوت بود. در زمان‌های ۲ تا ۱۶۸ ساعت بیشترین مقدار پتاسیم آزادشده از لبه‌های هوادیده است که مکانیسم متفاوتی از آزادشدن پتاسیم از مکان‌های بین لایه ای دارد. نتایج آنها نشان داد که در زمان ۲ تا ۱۶۸ ساعت آزادشدن پتاسیم به‌وسیله کلریدکلسیم ۰۱/۰ مولار با استفاده ازمعادله الوویچ ساده و در زمان‌های ۱۶۸ تا ۲۰۱۷ ساعت، سرعت آزادشدن پتاسیم با استفاده از معادله انتشار پارابولیکی توصیف می‌شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر اندازه خاکدانه‌ها بر سینتیک آزادشدن پتاسیم ۱۵ نمونه خاک کشاورزی از اطراف شهرکرد از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری تهیه شد. پس از نمونه‌برداری، خاک‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و پس از هوا خشک‌کردن بخشی از خاک‌ها از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس ۵ نمونه خاک بر اساس دارا بودن بیشترین تغییرات در ویژگی‌های مقداررس، پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم ۱ مولار و پتاسیم غیرتبادلی انتخاب شد. جداسازی خاکدانه‌هابا روش الک خشک انجامشد (پیج و همکاران،۱۹۹۲). برای جداسازی خاکدانه‌ها از دستگاه تکان‌دهنده با سری الک استاندارد استفاده شد. به این ترتیب ۵۰ گرم خاک هوا خشک را روی الک ۴ ریخته و به مدت ۲ دقیقه تکان داده شد. اندازه الک‌ها در این مرحله به ترتیب ۲، ۱، ۰/۵و ۰/۲۵ میلی متر است. سپس ویژگی خاکدانه‌های ریز (کوچکتر از ۰/۲۵ میلی‌متر) و درشت (بزرگتر از ۰/۲۵ میلی‌متر) تعیین گردید. برای خارج‌کردن پتاسیم تبادلی و محلول قبل از شروع آزمایش‌های سینتیکی، خاکدانه های ریز و درشت با کلریدکلسیم ۱مولار، اشباع شدند. برای مطالعه سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی از روش عصاره‌گیری متوالی استفاده شد(صمدی، ۲۰۱۰). به این منظور ۲ گرم ازخاکدانه‌های ریز و درشت اشباع‌شده با کلسیم را همراه با ۲۰ میلی‌لیتر از محلول کلریدکلسیم ۰۱/۰مولار در لوله‌های سانتریفیوژ ریخته که مکانیسم عمل یون کلسیم، جانشینی می باشد و ۳۰ دقیقه نمونه‌ها به وسیله تکان‌دهنده برقی تکان داده شدند. نمونه‌ها در دستگاه انکوباتور در دمای ۲۵±۲ سانتی‌گراد قرار داده شدند و ۳۰ دقیقه قبل از پایان دوره، نمونه‌ها به وسیله دستگاه تکان‌دهنده برقی تکان داده شدند.خاک در زمان های ۱، ۴، ۸، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰، ۱۴۴، ۱۶۸، ۳۳۶، ۵۰۴، ۶۷۲، ۸۴۰، ۱۰۰۸، ۱۱۷۶، ۱۳۴۴، ۱۵۱۲، ۱۶۸۰، ۱۸۴۸، ۲۰۱۷ ساعت پس از اضافه‌کردن کلرید کلسیم عصاره‌گیری شدند. بدین منظور سوسپانسیون با دستگاه سانتریفیوژ، محلول رویی جدا و مقدار لازم از محلول کلرید کلسیم ۰۱/۰مولار مجدداً اضافه و به انکوباتور منتقل شدند و پتاسیم موجود در محلول عصاره‌گیری شده با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه گیری شد. پس از جمع آوری داده‌ها، معادلات سرعت مرتبه صفر، مرتبه اول، تابع نمایی، انتشار پارابولیکی و الوویچ ساده (جدول ۱) بر داده‌های تجمعی پتاسیم غیرتبادلی آزادشده برازش و براساس ضریب تشخیص و خطای استاندارد برآورد بهترین مدل‌ها برای توصیف آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی انتخاب و ضرائب این معادلات تعیین شدند. خطای استاندارد (SE) از رابطه زیر تعیین شد:

$$SE=[\ (K_t-K_t^*)^2/n-2]^{1/2}$$

دراین معادله K_t و K_t^* به ترتیب مقادیر اندازه گیری شده و برآورد شده پتاسیمدر زمان t و n تعداد مشاهدات هستند.

جدول ۱- معادلات سینتیکی مورد استفاده (حسین پور و متقیان، ۲۰۱۳)

معادله	مدل
مرتبه صفر	$(K_0-K_t)= a-K_0 t$
مرتبه اول	$\ln (K_0-K_t)= a-K_1 t$
انتشار پارابولیکی	$K_t = a + Rt^{0.5}$
تابع توانی	$\ln K_t = \ln a + b \ln t$
الوویچ ساده	$K_t= a + 1/\beta \ln t$

ضرایب سرعت a و b، R، K_1، K_0، t در زمان $(mg\ kg^{-1})$مقدار پتاسیم آزادشده:K_t،بعداز ۲۰۱۷ ساعت $(mg\ kg^{-1})$ مقدار پتاسیم آزادشده : K_0 .معادله‌ها هستند

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های خاک‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. خاک‌های مورد مطالعه دارای pHقلیایی و هدایت الکتریکی و ماده‌آلی پایین هستند.دامنه تغییرات گنجایش تبادل کاتیونی ۳/۹(خاک ۵)تا ۳/۱۹(خاک ۲)سانتی مول‌بار در کیلوگرم خاک بود.

جدول ۱-نتایج تجزیه های شیمیایی و فیزیکی نمونه‌های خاک

شماره خاک	pH	EC Dsm^{-1}	CEC (cmol(+)/kg)	ماده الی	کربنات کلسیم
				درصد	
۱	۱۴/۸	۳۳/۰	۷/۱۸	۹۹/۰	۹/۲۵
۲	۳/۸	۳۱/۰	۳/۱۹	۵۵/۰	۶/۲۹
۳	۲۷/۸	۳۶/۰	۵/۱۷	۶۲/۰	۵/۳۴
۴	۰۶/۸	۳۴/۰	۹/۱۱	۵۵/۰	۴/۲۴
۵	۰۴/۸	۳۱/۰	۳/۹	۸۹/۰	۸/۲۴

مقدار پتاسیم تجمعی آزادشده در این عصاره‌گیر دارای دامنه تغییرات وسیعی است (جدول ۲). مقدار پتاسیم آزادشده در خاکدانه‌ای ریز در پایان ۲۰۱۷ ساعت در دامنه ۱/۲۱۵(خاکدانه ریز ۴)تا ۱/۴۲۶(خاکدانه ریز ۱)میلی‌گرم در کیلوگرم و در خاکدانه‌های درشت در دامنه ۹/۱۷۸(خاکدانه درشت ۴)تا ۵/۳۱۸ (خاکدانه درشت ۱)میلی‌گرم در کیلوگرم بود. تفاوت در مقدار پتاسیم آزادشده از خاکدانه‌ها می‌تواندبه دلیل تفاوت در مقدار رس، سیلت و نوع کانی‌های رسی باشد.

جدول ۲-مقدار تجمعی پتاسیم آزادشده (میلی‌گرم در کیلوگرم)ازخاکدانه‌های ریز با استفاده از عصاره‌گیر کلریدکلسیم ۰/۰۱مولار

خاک	۱-۱۶۸ساعت	۱۶۸-۲۰۱۷ساعت	۲-۲۰۱۷ساعت
		خاکدانه های ریز	
۱	۵/۲۹۴	۶/۱۳۱	۱/۴۲۶
۲	۹/۱۵۶	۷۱	۹/۲۲۷
۳	۴/۱۶۲	۱/۹۲	۵/۲۵۴
۴	۲/۱۳۷	۹/۷۷	۱/۲۱۵
۵	۲/۱۵۱	۶/۷۸	۸/۲۲۹
		خاکدانه‌های درشت	
۱	۲/۲۵۱	۳/۱۳۰	۵/۳۸۱
۲	۳/۱۳۴	۳/۷۳	۶/۲۰۷
۳	۹/۱۶۰	۸۷	۹/۲۴۷
۴	۳/۱۰۷	۶/۷۱	۹/۱۷۸
۵	۱/۱۱۲	۷۱	۱/۱۸۳

مقایسه ضریب تشخیص (R^2) و خطای استاندارد برآورد (SE) نشان داد که معادله‌های انتشار پارابولیکی، تابع توانی، الوویچ ساده و مرتبه اول دارای بیشترین R^2 و کمترین خطای استاندارد تخمین هستند (داده‌ها نشان داده نشده است) و توانایی بیان مکانیسم و سرعت آزادشدن واکنش را دارند. توانایی معادلات مختلف مورد استفاده در این تحقیق در توصیف سرعت آزادشدن پتاسیم توسط محققین زیادی گزارش شده است. توانایی معادله الوویچ ساده در توصیف پتاسیم آزادشده توسط حسین‌پور(۱۳۸۳) جلالی(۲۰۰۵)، توانایی توصیف پتاسیم آزادشده توسط معادله پارابولیکی توسط حسین‌پور(۱۳۸۳) و توانایی توصیف پتاسیم آزادشده توسط معادله تابع توانی به‌وسیله کاکس و جورن(۱۹۹۷)وجلالی(۲۰۰۵) گزارش شده است.

ضرایب سرعت معادلات سینتیکی مورد استفاده در توصیف پتاسیم آزادشده در جدول ۳ نشان داده شده است.نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که معادله الوویچ ساده بیشترین ضریب سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی خاکدانه ریز خاک ۳ و کمترین ضریب مربوط به خاکدانه درشت خاک ۲ بود. این اختلاف ضریب سرعت آزادشدن می‌تواند نشان‌دهنده تفاوت در نوع و مقدار کانی‌های رسی باشد. ضریب سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی در معادله توانی در خاکدانه‌های درشت و ریز تمامی نمونه‌ها کمتر از ۱ می‌باشد، این نشان می‌دهد که سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی با گذشت زمان کاهش می‌یابد (کاکس و جورن، ۱۹۹۷). ضریب سرعت آزادشدن پتاسیم در معادله انتشار پارابولیکی دارای دامنه ۴/۳ (خاکدانه درشت ۲) تا ۹/۶ $mg\,kg^{-1}\,h^{-1/2}$ (خاکدانه شماره ۱) بود. ضریب K۱ در معادله مرتبه اول دارای دامنه 14×10^{-4} $mg\,kg^{-1}$ (خاکدانه های ۲و ۳) و 17×10^{-4} $mg\,kg^{-1}$ بود. آزادشدن سریع اولیه را می‌توان به آزادشدن پتاسیم از مناطق لبه‌ای و گوه‌ای شکل کانی‌های پتاسیم‌دار نسبت داد. با پیشروی آزادشدن، لبه‌های کانی از هم جدا شده و پتاسیم‌های بین لایه‌ای موجود در ساختمان کانی رها می‌شوند (دردی‌پور، ۱۳۸۹). مقداری از پتاسیم که از فضای بین

لایه‌ای آزاد می‌شود به دلیل غلظت بالای فاز محلول به‌طور مستقیم وارد فاز محلول نمی‌شود و در مکان‌های تبادلی رس و ماده آلی جذب می‌گردد.

جدول ۳-ضرایب سرعت معادلات سینتیکی مورد استفاده در توصیف پتاسیم آزادشده درخاکدانه‌ها

خاک	مرتبه اول		انتشارپارابولیکی		الوویچ ساده		تابع توانی	
	a	K۱×۱۰$^{-۴}$	a	R	a	/۱	a	b
	mg kg$^{-۱}$ h	(mg kg$^{-۱}$)	mg kg$^{-۱}$	mg kg$^{-۱}$ h$^{-۱/۲}$	mg kg$^{-۱}$	mg kg$^{-۱}$ h$^{-۱}$	mg kg$^{-۱}$	mg kg$^{-۱}$ h$^{-۱}$
ریز ۱	۵۱/۵	۱۷	۳/۱۴۹	۹/۶	۷/۳۷	۸/۴۸	۴۳/۴	۲۲/۰
درشت ۱	۴۵/۵	۱۶	۶/۱۲۰	۴/۶	۲۲	۹/۴۴	۱/۴	۲۴/۰
ریز ۲	۹/۴	۱۴	۴/۶۴	۹/۳	۵	۹/۲۶	۵/۳	۲۴/۰
درشت ۲	۸۲/۴	۱۴	۹/۶۳	۴/۳	۸/۱۰	۲/۲۴	۵/۳	۲۵/۰
ریز ۳	۱/۵	۱۶	۲/۷۵	۳/۴	-۷/۴۳۱	۸/۱۱۹	۷/۳	۲۴/۰
درشت ۳	۹/۴	۱۴	۳/۸۲	۹/۳	۷/۲۲	۴/۲۷	۸/۳	۲۲/۰
ریز ۴	۸۸/۴	۱۵	۵/۶۵	۶/۳	۴/۱۰	۹/۲۴	۶/۳	۲۳/۰
درشت ۴	۷۳/۴	۱۴	۹/۴۹	۳	۶	۷/۲۰	۳/۳	۲۴/۰
ریز ۵	۸۸/۴	۱۴	۷/۷۸	۶/۳	۶/۲۲	۲۵	۸/۳	۲۱/۰
درشت ۵	۷۵/۴	۱۳	۴/۵۳	۳	۸/۹	۶/۲۰	۴/۳	۲۳/۰

نتایج این مطالعه نشان داد کهسرعت آزادشدن پتاسیم در ابتدا سریع و سپس تا رسیدن به تعادل ادامه پیدا می‌کند. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که مقدار پتاسیم غیرتبادلی و ضرائب سرعت آزادشدن پتاسیم در خاکدانه های خاکهای مختلف متفاوت می‌باشد.

منابع

حسین پور ع. ۱۳۷۸. مطالعه تثبیت پتاسیم، کمیت به شدت وسرعت آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی در تعدادی از خاک های ایران. پایان نامه دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

حسین‌پور ع. ۱۳۸۳.کاربرد مطالعات سینتیکی در توصیف آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در شماری از خاک‌های همدان. علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی.(شماره ۳). صفحات ۸۵-۹۳.

حق نیا، غ و لکزیان، ا.(مترجمین).۱۳۷۵. پیدایش و طبقه‌بندی خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۶۱۶صفحه.

سالاردینیع.ا ۱۳۸۲. حاصلخیزیخاك.انتشاراتدانشگاهتهران. ۴۱۰ صفحه.

مهدوی ش ۱۳۸۰. مطالعه سینتیک رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی و هم بستگی آن با جذب گیاه در سری های غالب خاک های استان همدان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

نوربخش، ف و کریمیان اقبال، م. (مترجمین). ۱۳۷۶. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۱۰صفحه.

Cox A.E. and Joern B.C.(۱۹۹۷). Release kinetics of nonexchangeable potassium in soil using sodium tetraphenylboron. Soil Science ۱۶۲ :۵۸۸-۵۹۶.

Dol E. C. Mortland M. M. Lawton K. and Ells B.G. (۱۹۶۵). Release of potassium form soil fraction during cropping. Soil Science Society of America Journal. ۲۹:۶۹۹-۷۰۲.

Havalin J.L. and Westfall D.G. and Olsen S.R. (۱۹۸۵). Mathematical models for potassium release kinetics in calcareous soils. Soil Science Society of America Journal ۴۹ :۳۷۱-۳۷۶.

Hosseinpour A.R. and Motaghian H.R. (۲۰۱۳). Application of kinetic models in describing soil potassium release characteristics and their correlations with potassium extracted by chemical methods. Pedosphere ۲۳ :۴۸۲-۴۹۲.

Jalali M. ۲۰۰۵. Release kinetics of nonexchangeable potassium in calcareous soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis ۳۶ :۱۹۰۳-۱۹۱۷.

Munn D.A. Wilding L.P. and Mclean E.O. (۱۹۷۶) Potassium release from sand silt and clay soil separates. Soil Science Society of America Journal ۴۰ : ۳۶۴-۳۶۶.

Page A.L. Miller R.H. and Jeeney D.R. (۱۹۹۲). Methods of Soil Analysis, Part ۱. Physical properties. SSSA. Madison. ۱۷۵۰ p

Samadi A. (۲۰۱۰). Long-term cropping on potassium release and fixation behaviors. Soil Science Society of America Journal ۵۶(۵): ۴۹۹-۵۱۲.

Abstract

Release of none-exchangeable potassium (NEK) in different soils is very important as ability of supply of K for plants. In this study, the rate of release of NEK in micro- and macro-aggregates of ۵ calcareous soils was studied. Soil samples were extracted by successive extraction using ۰.۰۱ M calcium chloride at ۲۵±۱ Cfor ۲ to ۲۰۱۷ h. The amounts of released NEK based on determination coefficients and standard error estimate were well described by the first order, power function, parabolic diffusion and Simplified Elovich equations. The NEK release rate was initially high, then gradually decreased in both micro and macro-aggregates. The results showed that micro - aggregates play an important role in supplying of soil K.

تاثیر سیلیسیم و نیتروژن بر برخی از پارامترهای فیزیومورفولوژی دانهال‌های پسته تحت تنش شوری

مهدی سلاجقه [۱] ، وحید مظفری [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف سیلیسیم و نیتروژن تحت شرایط تنش شوری بر پارامترهای رشد دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز، یک آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه‌ای دانشگاه ولی عصر رفسنجان انجام شد. فاکتورها شامل شوری (صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم و کلرید کلسیم در کیلوگرم خاک) و نیتروژن (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع نیترات آمونیم) و سیلیسیم (صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار از منبع اسید سیلیسیک) بود. نتایج نشان داد که افزایش شوری موجب کاهش معنی‌دار پارامترهای رشد گردید. به طوری که تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم و کلرید کلسیم موجب کاهش میانگین طول و قطر ساقه، تعداد و سطح برگ به ترتیب به میزان ۶۰، ۱۴، ۴۰ و ۱۴.۵ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. لیکن با مصرف ۲ میلی‌مولار سیلیسیم قطر ساقه ۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بنابراین به نظر می‌رسد که کاربرد نیتروژن و سیلیسیم برای بهبود اثرات شوری می‌تواند سودمند باشد.

واژه های کلیدی: پسته، شوری، نیتروژن و سیلیسیم

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از محصولات مهم باغبانی است و به‌عنوان یک محصول استراتژیک جایگاه خاصی را در بین تولیدات کشاورزی دارا می‌باشد. این محصول بخش عمده‌ای از صادرات غیر نفتی کشورمان را شامل می‌شود. سطح زیر کشت باغ‌های پسته‌ی کشور در حدود ۴۷۷ هزار هکتار می‌باشد که حدود ۸۸ درصد آن را درختان بارور تشکیل می‌دهد. استان کرمان حدود ۶۱ درصد از این سطح را شامل شده و مقام اول را در بین استان‌های کشور دارا می‌باشد. میزان تولید این محصول در حدود ۳۳۵ هزار تن می‌باشد و استان کرمان با ۵/۴۶ درصد تولید پسته در جایگاه نخست قرار گرفته‌است (دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ۱۳۹۰). تنش‌های محیطی شامل تنش شوری و دمایی بر فرایندهای فیزیولوژی و بیوشیمیایی گیاهان تأثیر می‌گذارند و به‌طور قابل توجهی عملکرد را کاهش می‌دهند (Heidari and Jamshidi, ۲۰۱۱). در حال حاضر حدود ۲۵ درصد اراضی دنیا و حدود ۱۵ درصد از اراضی ایران شور می‌باشند (وزارت کشاورزی، ۱۳۸۵). بیشتر کشت و کار پسته در سراسر جهان بر روی زمین‌های شور و آبیاری با آب شور (Ec > ۶ ds/m) و کیفیت ضعیف به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشند. کیفیت ضعیف خاک و آب در سال‌های اخیر عملکرد پسته را، به‌خصوص در مناطق جنوب‌شرقی ایران در کرمان و مرکز ایران کاهش داده است ((Hojjat-Nooghi and Mozafari, ۲۰۱۲. نیتروژن از اجزای تشکیل دهنده اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و آنزیم می‌باشد و نقش عمده‌ای در فیزیولوژی گیاه، رشد رویشی، تشکیل کلروفیل و تولید میوه و دانه دارد (Roy *et al.*, ۱۹۹۵). مصرف عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن در شرایط تنش شوری، عملکرد و تحمل به شوری گیاه را افزایش می‌دهد. شوری و نیتروژن با تاثیر بر فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز، فرآیند جذب نیتروژن را کنترل می‌کند (Soliman *et al.*, ۱۹۹۴). برخی از مطالعات نشان داده که شوری، جذب و تجمع نیتروژن در بخش‌های هوایی گیاهان را کاهش میدهد .(Feigin, ۱۹۸۵) سیلیس ۶/۲۷ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. در محلول خاک سیلیس به صورت سیلیس حل شده مونوسیلیسیک اسید وجود دارد و به همین فرم توسط گیاهان جذب می‌شود (Raven, ۱۹۸۳). این عنصر میتواند باعث افزایش تولید و کیفیت محصول، کاهش تبخیر و تعرق، افزایش مقاومت به تنش‌های شوری، خشکی و سمیت فلزات سنگین، افزایش تولید برخی آنزیم‌های آنتی اکسیدان و کاهش حساسیت به بعضی بیماریهای قارچی شود (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۶). سیلیسیم در ریشه با سدیم تولید ترکیب پیچیده‌ای میکند و در نتیجه باعث کاهش انتقال سدیم از این اندام به شاخسار گیاه میگردد (Ahmad *et al.*, ۱۹۹۲). سیلیسم می‌تواند از طرق مختلفی مانند کاهش نفوذپذیری غشای سلول‌های برگ و ریشه نسبت به سدیم (Gong *et al.*, ۲۰۰۶) و افزایش خروج سدیم از سلول‌ها (Saqib et al., ۲۰۰۸)، باعث کاهش جذب سدیم در گیاهان شود. بنابراین استفاده از مدیریت تغذیه‌ای برای کاهش تاثیر سوء ناشی از شرایط نامناسب خاک ، می‌تواند برای افزایش عملکرد با کمیت کیفیت مطلوب فراهم می‌نماید. بنابراین با توجه به شور بودن اکثر مناطق پسته‌کاری این پژوهش به‌منظور مطالعه‌ی اثر محلول‌پاشی عناصر سیلیسیم و نیتروژن روی پسته‌ی رقم بادامی ریز در شرایط تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل شوری (صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلیگرم کلرید سدیم و کلرید کلسیم درکیلوگرم خاک)نیتروژن (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ میلیگرم در کیلوگرم خاک از منبع نیترات آمونیم)، و سیلیسیم (صفر، ۱ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر) بودند که بر روی رقم پسته‌ی بادامی ریز زرند به اجرا درآمد. بذرهای پسته رقم بادامی ریز (رقم غالب منطقه) از موسسه‌ی تحقیقات پسته‌ی کشور تهیه گردید. مقدار پنج کیلوگرم خاک داخل گلدانها ریخته شد. در هر گلدان تعداد پنج بذر جوانه زده در عمق سه سانتی‌متری خاک کشت و رطوبت خاک به‌حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. آبیاری گلدانها به‌وسیله‌ی آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت مزرعه همراه با توزین مرتب آنها صورت گرفت. تیمار نیتروژن در هفته پنجم زمانی که دانهال‌ها ده برگی بودند به صورت محلول به خاک اضافه شد. و هم‌چنین از هفته پنجم به بعد تا پایان کشت سیلیسیم با هر دوره آبیاری به خاک اضافه گردید. تیمار شوری در هفته ششم بهصورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدانها اضافه شد. در هفته‌ی یازدهم، ارتفاع و قطر ساقه، سطح و تعداد برگ، فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm)، شاخص فتوسنتز (PI) و سبزینگی برگ اندازهگیری شد. هم‌چنین برای اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm) و شاخص فتوسنتز (PI) از دستگاه فلورسانس کلروفیل متر مدل (Hansatech LTD Pocket, UK) و برای اندازه‌گیری شاخص سبزینگی از دستگاه کلروفیل سنج دستی (SPAD-۵۰۲) استفاده شد. داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیریها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح اصلی نیتروژن، سیلیسیم و شوری و اثرات متقابل آنها بر پارامترهای ارتفاع و قطر ساقه، تعداد و سطح برگ، سبزینگی و Pi (به جز اثرات دوگانه در Pi) معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن و شوری بر صفات تعداد و سطح برگ جدول (۱)، نشان داد با کاربرد بالاترین سطح نیتروژن (۱۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) تعداد برگ با افزایش معنی‌دار ۸.۴ درصد روبه‌رو شد که این افزایش در شرایط شور نیز حاصل شد به عبارت دیگر نیتروژن نه‌تنها در شرایط غیر شور باعث افزایش تعداد برگ گردید بلکه در شرایط شور نیز تعداد برگ به ۱۷ درصد افزایش داد. هم‌چنین نتایج سطح برگ نشان داد جدول (۱) در شرایط غیر شور نیتروژن فقط ۳.۳ درصد باعث افزایش سطح برگ گردید در حالی که در شرایط شور (۳۰۰۰ میلی گرم) کاربرد بالاترین سطح نیتروژن (۱۲۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) سطح برگ دانهال‌های پسته را بیش از ۱۲ درصد افزایش داد.

جدول شماره ۱- مقایسه میانگین بر هم کنش شوری و نیتروژن بر تعداد و سطح برگ دانهال های پسته رقم بادامی

نیتروژن(میلی گرم بر کیلو گرم خاک)	شوری (میلی گرم کلرید سدیم و کلرید کلسیم در کیلو گرم خاک)			
	۰	۱۵۰۰	۳۰۰۰	میانگین
	تعداد برگ			
۰	۱۵.۴۲^{c}	۱۲.۰۸^{F}	۱۰.۳۵^{g}	C ۱۲.۶۱
۶۰	۱۶.۱۵^{b}	۱۳.۲۴^{e}	۱۱.۸۷^{f}	B ۱۳.۷۵
۱۲۰	۱۶.۷۲^{a}	۱۴.۱۶^{d}	۱۲.۱۱^{f}	A ۱۴.۳۳
میانگین	A ۱۶.۰۹	B ۱۳.۱۶	C ۱۱.۴۴	
	سطح برگ			
۰	۳۷۶.۳۰^{c}	۳۴۱.۷۸^{g}	۳۱۱.۷۴^{h}	۳۴۳.۲۷C
۶۰	۳۸۲.۵۶^{b}	۳۷۰.۰۸^{e}	۳۴۲.۹۵^{g}	B ۳۶۵.۱۹
۱۲۰	۳۸۸.۷۷^{a}	۳۷۳.۹۸^{d}	۳۴۹.۷۶^{f}	A ۳۷۰.۸۳
میانگین	A ۳۸۲.۵۲	۳۶۱.۹۴B	C ۳۳۴.۸۱	

.اعدادی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی دار نشده‌اند

نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش سیلیسیم و شوری بر صفات ارتفاع و قطر ساقه جدول (۲) نشان داد در شرایط غیر شور با افزایش غلظت سیلیسیم تأثیر معنی‌داری در ارتفاع ساقه ایجاد نشد اما در شرایط شور (۳۰۰۰ میلی گرم) سیلیسیم باعث کاهش اثرات زیان‌بار شوری شد و باعث افزایش ۳۲ درصدی ارتفاع ساقه شد. هم‌چنین برهم‌کنش سیلیسیم با شوری نشان داد چه در شرایط غیر شور و چه در شرایط شور با افزایش غلظت سیلیسیم قطر ساقه با افزایش معنی‌داری روبه‌رو شد لیکن این افزایش در شرایط غیر شور به حداکثر خود رسید.

جدول شماره ۲- مقایسه میانگین بر هم کنش شوری و سیلیسیم بر ارتفاع و قطر ساقه دانهال های پسته رقم بادامی

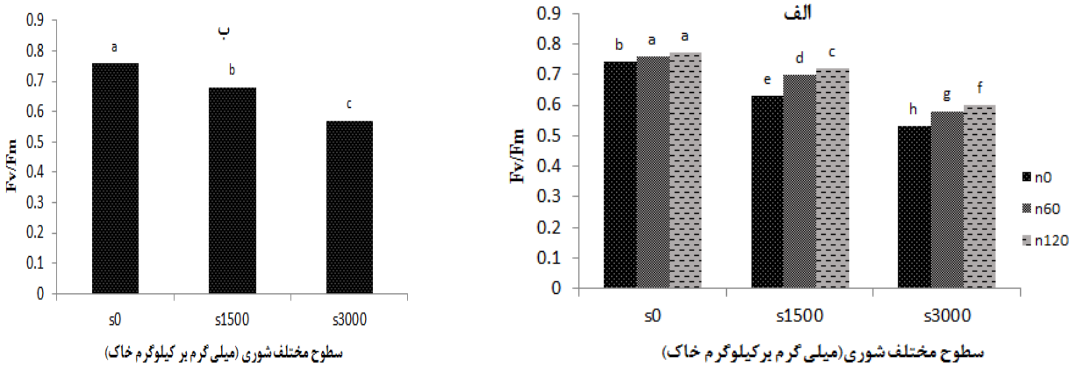
سیلیسیم (میلی مولار)	شوری (میلی گرم کلرید سدیم و کلرید کلسیم در کیلو گرم خاک)		
	۰	۱۵۰۰	۳۰۰۰	میانگین

ارتفاع ساقه

۰	۲۳.۵۰[a]	۱۴.۹۸[e]	۱۲.۸۸[f]	C ۱۷.۱۲
۱	۲۳.۴۴[a]	۱۹.۲۲[c]	۱۵.۳۳[e]	B ۱۹.۳۳
۲	۲۳.۵۵[a]	۲۰.۸۳[b]	۱۷.۰۰[d]	A ۲۰.۴۶
میانگین	A ۲۳.۴۹	B ۱۸.۳۴	C ۱۵.۰۷	
		قطر ساقه		
۰	۱.۸۵[c]	۱.۶۹[f]	۱.۵۸[g]	C ۱.۷۰
۱	۱.۹۱[b]	۱.۸۰[d]	۱.۷۰[f]	B ۱.۸۰
۲	۱.۹۸[a]	۱.۸۵[c]	۱.۷۵[e]	A ۱.۸۶
میانگین	A ۱.۹۱	B ۱.۷۸	C ۱.۶۷	

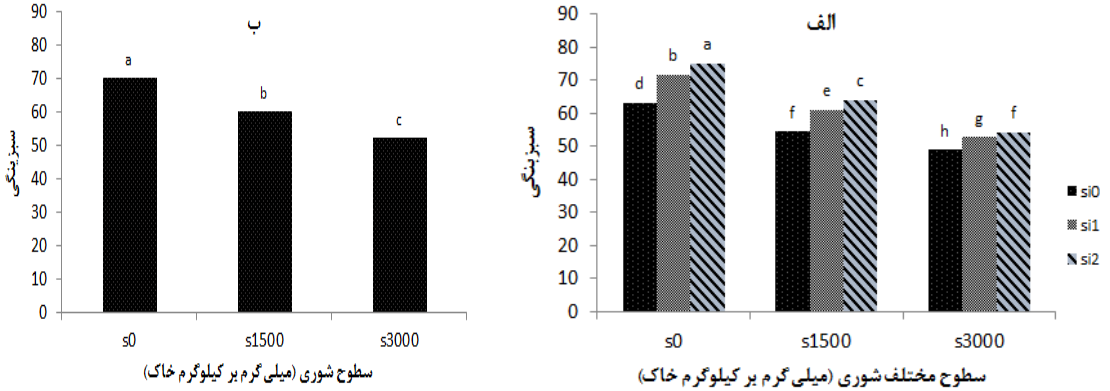
.اعدادی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی دار نشده‌اند

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شوری باعث کاهش چشمگیر کلروفیل فلورسانس شده و هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌ها شکل (۱)، نشان داد با افزایش سطوح نیتروزن میزان کلروفیل فلروسانس به طور معنی داری افزایش یافت.



دانهال‌های پسته Fv/Fm شکل ۱- تاثیر تیمارهای نیتروژن و شوری (ب) بر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شوری باعث کاهش چشمگیر سبزینگی شده و هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌ها شکل (۲)، نشان داد با افزایش سطوح سیلیسیم میزان سبزینگی به طور معنی داری افزایش یافت



شکل ۲- تاثیر تیمارهای سیلیسیم و شوری (ب) بر قطر ساقه دانهال‌های پسته

بحث

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش شوری تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع و قطر ساقه، سطح و تعداد برگ، فلورسانس کلروفیل و سبزینگی برگ داشت. نتایج مشابهی اسداللهی و مظفری (۱۳۹۱)، اسکندری و همکاران (۲۰۱۴)، زادصالحی ماسوله و همکاران (۲۰۱۴) و حجت نوقی (۲۰۱۴)، روی گیاه پسته به‌دست آمد.

کاهش در پارامتر فلورسانس کلروفیل تحت تنش شوری می‌توانند به‌دلیل تخریب کلروپلاست به‌خصوص غشای تیلاکوئید باشد (Maxwell and Johnson., ۲۰۰۸). سیلیسیم با جلوگیری از جذب سدیم و هم‌چنین افزایش سطح برگ، مقدار کلروفیل و فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه، موجب رشد و عملکرد در شرایط شور می‌گردد (Kaya *et al.*, ۲۰۰۶). هم‌چنین کاربرد سیلیسیم در گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری باعث افزایش تعداد برگ، سطح برگ، وزن‌تر و خشک برگ و ریشه می‌شود (Fatemy *et al.*, ۲۰۰۹). در مطالعه‌ای بر روی اثرات متقابل شوری و نیتروژن در یونجه گزارش گردید که این اثر متقابل به عواملی از قبیل مرحله رشدی گیاه، میزان تنش و سطح نیتروژن بستگی دارد و شوری سبب کاهش سطح برگ شده و نیتروژن بطور قابل ملاحظه‌ای سبب جلوگیری از اثرات سوء شوری می‌گردد (Silberbush and Lips, ۱۹۹۴). نتایج حاصل از این تحقیق نشانگر اثرات سودمند کاربرد سیلیسیم بر خصوصیات فیزیومورفولوژی دانهال‌های پسته در شرایط شور می‌باشد. اگر چه اثرات مفید سیلیسیم تحت شرایط مطلوب نیز محسوس بود، ولی به نظر می‌رسد زمانی که گیاه در شرایط تنش قرار می‌گیرد اثرات سودمند سیلیسیم چشمگیرتر است. از این دیدگاه مصرف سیلیسیم خصوصا زمانی که گیاه در معرض تنش قرار شایسته توجه بیشتر است.

منابع

.خوش‌گفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۶ .مبانی تغذیه گیاهی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان

.دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات. ۱۳۹۰. آمارنامه‌ی کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران

.وزارت کشاورزی.۱۳۸۵ . مجموعه اطلاعات کشاورزی، جلد اول. انتشارات معاونت سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

Ahmad, R., Zaheer ,S. H., and Ismail, S. ۱۹۹۲. Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Science, ۸۵: ۴۳-۵۰.

Feigin, A. ۱۹۸۵. Fertilization management of crops irrigated with saline water. Plant and Soil, ۸۹, ۲۸۵-۲۹۱.

Gong, H. J., Randall, D. P., and Flowers, T. J. ۲۰۰۶. Silicon deposition in the root reduces sodium uptake in rice (*Oryza sativa* L.) seedling by reducing bypass flow. Plant Cell Environ, ۲۹: ۱۹۷۰-۱۹۷۹.

Heidari, M., Jamshidi, P., ۲۰۱۱. Effects of salinity and potassium application on antioxidant enzyme activities and physiological parameters in Pearl Millet. Agricultural Sci. in China. ۱۰, ۲۲۸-۲۳۷.

Hojjat-Nooghi, F., Mozafari, V., ۲۰۱۲. Effects of calcium on eliminating the negative effects of salinity in pistachio (*Pistacia vera* L.) seedlings. Australian Journal of Crope Sci. ۴, ۷۱۱-۷۱۶.

Raven, J. A. ۱۹۸۳. Transport and function of silicon in Plants. Biological Review ۵۸: ۱۷۹-۲۰۷.

Roy, S. K., Rahaman, S. M. L. and Salahudding, A. B. M. ۱۹۹۵. Effect of nitrogen and potassium on growth and seed yield of sesame (*Sesamum Indicum* L.). The Indian Journal of Agricultural Sciences, ۶۵: ۵۰۹-۵۱۱.

Saqib, M., Zorb, C., and Schubert, S. ۲۰۰۸. Silicon-mediated improvement in the salt resistance of wheat (*Triticum aestivum* L.) results from increased sodium exclusion and resistance to oxidative stress. Plant Biology, ۳۵: ۶۳۳-۶۳۹.

Abstract

In order to investigate the effect of different levels of Silicon and Nitrogen on growth parameter of pistachio seedlings (cv.Badami) under salt stress, a factorial experiment was conducted based on completely randomized design with three repetitions in the greenhouse of Vali-e-Asr University of Rafsanjan. Treatments including salinity at three levels (۰, ۱۵۰۰ and ۳۰۰۰ mg NaCl and $CaCl_۲$ $kg^{-۱}$ soil) and salicylic acid at the three levels (۰, ۱ and ۲Mm Si as $Sio_۲$) and Nitrogen at three levels (۰, ۶۰ and ۱۲۰ mg Nitrogen as $No_۳^-$). The results showed that increasing salinity significantly decreased growth parameter. Application of ۲۴۰۰ mg NaCl kg-۱ soil were reduced stem length, stem diameter, leaf number and leaf area by ۶۰, ۱۴, ۴۰ and ۱۴.۵% compared to the control, respectively. Also, application of the Silicon (۲mM) increased stem diameter by ۷% compared to the control. Thus, combined application of Silicon and Nitrogen can reduce salinity stress in pistachio seedlings.

تاثیر مصرف نیتروژن در مراحل کلیدی فنولوژی برشاخص تناوب باردهی مرکبات

علی اسدی کنگرشاهی [۱]، نگین اخلاقی امیری [۲]
۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب و بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۲- عضو هیات علمی بخش امور زراعی و باغی مرکز تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ساری

چکیده
به منظور بررسی تاثیر مصرف نیتروژن در تشکیل میوه، عملکرد و تناوب‌باردهی درختان نارنگی انشو میاگاوا، ابتدا مراحل کلیدی فنولوژیرشد رویشی و زایشی از ابتدای تورم جوانه‌ها تا پایان مرحله برداشت میوه‌ها در منطقهو متوسط عملکرد در سال‌های متوالی ثبت شد.سپس آزمایشی با تیمارهای: ۱. شاهد؛ ۲. قبل از تمایز جوانه‌های گل؛ ۳. قبل از گل‌دهی؛ ۴. پس از تشکیل میوه؛ ۵. در مرحله دوم رشد میوه؛ ۶. مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه و ۷.قبل از تمایز جوانه‌های گل +پس از تشکیل میوه + در مرحله دوم رشد میوه +پس از برداشت میوه انجام شد.نیتروژن در مراحل کلیدی فنولوژی، موجب کاهش شاخص تناوب‌باردهی شد.کمترین شاخص از تیمار ترکیبی محلول‌پاشی نیتروژن(تیمار ۷) حاصل شد. بنابراین مدیریت مصرف تغذیه،متناسب با مراحل کلیدی فنولوژی به‌عنوان یک راهکار برای افزایش تشکیل میوه،بهبود عملکرد و کاهش تناوب‌باردهی درختان مرکبات توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، فنولوژی، تناوب باردهی، مرکبات.

مقدمه
به طور کلی، مراحل کلیدی فنولوژی رشد رویشیو زایشی درختان مرکبات شامل گل‌آغازی، گل‌انگیزی، تمایز جوانه‌های گل، بازشدن گل‌ها، تشکیل میوه، تقسیم سلولی، توسعه و بزرگ شدن سلول‌ها، رسیدن میوه‌ها و پس از برداشت است(مهدوی و همکاران، ۱۳۹۱؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳، جلد دوم). زمان وقوع و نیاز نیتروژنی درختان مرکبات در مراحل مختلف فنولوژی، متفاوت است و مصرف کودهای نیتروژنی در مراحل کلیدی فنولوژی موجب افزایش کارایی جذب، کارایی فیزیولوژیکی و اقتصادیاین کودها می‌شود. به طوری که هدف از تغذیه قبل از تمایز جوانه‌های گل، تشکیل جوانه‌های گل بیشتر و با کیفیت بالاتر است اما در طول دوره گلدهی، تشکیل میوه بیشتر و با کیفیت مطلوب‌تر مورد نظر است. در مرحله تقسیم سلولی، افزایش اندازه میوه‌چه‌ها از طریق افزایش تقسیم سلولی است و زمان آن از شروع گل‌دهی تا پایان ریزش تابستانه (June drop) می‌باشد. ریزش بعد از تشکیل میوه (Post setting) و ریزش تابستانه نیز در این مرحله قرار دارند. ریزش پس از تشکیل میوه، بیشتر تحت تاثیر تنش‌های محیطی، نیتروژن ذخیره و تغذیه دراز مدت (به طور عمده تغذیه سال قبل) درختان است. اما ریزش تابستانه، بیشتر تحت تاثیر تغذیه سال جاری و تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی و تنش گرمایی (درجه حرارت بالا) رخ می‌دهد. بنابراین در فاز اول رشد میوه، بزرگ شدن میوه‌چه‌ها ناشی از تقسیم سلولی است و سلول‌ها از نظر اندازه، رشد چندانی ندارند. با توجه به این که در فرآیند تقسیم سلولی، آنزیم‌ها بیشترین نقش را دارند و این آنزیم‌ها به ط ور مرتب تولید و مصرف می‌شوند، همچنین آنزیم‌ها، پروتئین‌هایی هستند که نیتروژن در ساختمان آن‌ها نقش اساسی دارد ازاین‌رو، در فاز اول رشد میوه، محلول‌پاشی نیتروژن اهمیت زیادی دارد. مرحله توسعه و بزرگ شدن سلول‌ها از نظر زمانی، پس از پایان ریزش تابستانه، شروع و تا زمان بلوغ میوه‌ها ادامه دارد. در این مرحله، تقسیم سلولی متوقف شده و تعداد سلول‌های میوه‌چه‌ها تقریبا ثابت است و بزرگ شدن میوه‌ها، ناشی از انبساط و بزرگ شدن سلول‌ها استبنابراینیازتغذیه‌ای آن‌ها متفاوت از مرحله اول می‌باشد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳، جلد دوم).
تناوب باردهی یکی از چالش‌های اصلی باغداران مرکبات به ویژه برای نارنگی‌های انشو، نارنگی‌های کلمانتین، پرتقال‌های خونی و غیره است. یکی از مهمترین دلایل پایین بودن متوسط عملکرد مرکبات در کشور، تناوب باردهی (سال‌آوری) است. درختان با تناوب باردهی، در سال‌های متوالی محصول منظمی تولید نمیکند. معمولاً عملکرد بالا دریك سال همراه با عملکرد بسیارکم در سال بعد است. در سال پرمحصول، درختان دارای تعداد زیادی میوه کوچك هستند از طرف دیگر درسال کم‌محصول، تعداد میوه تشکیل شده بسیار اندك است بنابراین به طور کلی، راندمان اقتصادی مناسبی برای تولیدکننده ندارند. درسال پرمحصول تعداد زیادی میوه روی درخت که اعضای مصرف‌کننده (سینك) هستند سبب مصرف بیشترمتابولیت‌های فتوسنتزی در اندام‌های هوایی میشوند و انتقال مواد به ریشه به شدت کاهش مییابد. بنابراین کمبود این متابولیت‌ها در ریشه‌ها،موجب کاهشفعالیت‌های متابولیکی، جذب و انتقالبرخی عناصر غذایی می‌شود.. کاهش جذب عناصرغذایی موجب عدم تعادل تغذیه‌ای و اختلال در توازن هورمونی میشود و مجموع این عوامل سبب جلوگیری از تشکیل جوانه گل درسال کم‌محصول میگردد(Mazhar et al., ۲۰۰۷; Goldschmidt, ۲۰۰۵). بنابراین روش‌هایی که موجب افزایش تولید متابولیت‌ها، انتقال آن‌ها به ریشه، تعادل تغذیه‌ای و بهبود توان درختان شود می‌تواند موجب تعدیل سیکل تناوب‌باردهی و افزایش سود اقتصادی گردند. رابطه بین عملکرد و وضعیت تغذیه‌ای درختان مرکبات نشان می‌دهد که یك همبستگی خطی بین وضعیت تغذیه‌ای درختان و عملکرد آن‌ها موجود است (Haggag et al., ۱۹۹۵; Guardiola, ۲۰۰۰). مدیریت تغذیه

بهینه درختان مرکبات سبب کاهش تعداد سال‌های کم‌محصول و افزایش اندازه میوه در سال‌های پرمحصول و بهبود بازارپسندی در مرکبات می‌شود (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۳۸۹).

محلول‌پاشی اوره، قبل از شکوفایی گل‌ها، موجب افزایش تشکیل میوه و ریزش پس از تشکیل میوه در درختان مرکبات گردید.(Rabe, ۱۹۹۴; Ali and Lovatt, ۱۹۹۴)محلول‌پاشی اوره قبل و پس از برداشت میوه موجب بهبود وضعیت تغذیه‌ای درختان، افزایش تشکیل میوه و کاهش تناوب باردهیشد(Young and Kwangchool, ۱۹۹۷; Kim and Ko, ۱۹۹۴). تغذیه متعادل همراه با محلول‌پاشی اوره قبل و بعد از برداشت در سال‌های پرمحصول تقریبا سبب حذف سیکل تناوب‌باردهی در نارنگی انشو گردید به عبارت دیگر اختلاف عملکرد در سال‌های کم‌محصول و پرمحصول به‌میزان قابل توجهی کاهش یافت (Asadi Kangarshahi and Akhlaghi Amiri, ۲۰۰۸).

بنابراین هدف از این پژوهش،نشان دادن اهمیتتناوب‌باردهی با ثبت متوسط عملکرد در سال‌های متوالی، تعیین مراحل فنولوژیکی کلیدی و بررسی تاثیر مصرف نیتروژن در این مراحل کلیدی فنولوژی در افزایش تشکیل میوه، عملکرد و همچنین کاهش تناوب‌باردهی درختان نارنگی انشو میاگاوا بود.

مواد و روش‌ها

ابتدا مراحل کلیدی فنولوژیکی نارنگی‌های انشوی پیش‌رس میاگاوا در منطقه تعیین شد و برای نشان دادن اهمیتتناوب‌باردهیدر نارنگی انشو، متوسط عملکرد این درختان در ۳۰ باغ مرکبات در شرق استان مازندران در سال‌های متوالی ثبت شد. سپس به منظور کاهش شدت تناوب‌باردهی در درختان نارنگی انشو، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و پنج تکرار انجام شد. تیمارها شامل: ۱- شاهد (مصرف نیتروژن بر اساس آزمون خاک، آزمون برگ و پیش بینی عملکرد و تقسیط نیتروژن مطابق نیاز محصول)؛ ۲- محلول‌پاشی نیتروژن قبل از تمایز جوانه‌های گل (محلول‌پاشی زمستانه)؛ ۳- محلول‌پاشی نیتروژن قبل از گل‌دهی (محلول‌پاشی در زمان تورم جوانه‌های گل)؛ ۴- محلول‌پاشی نیتروژن پس از تشکیل میوه؛ ۵- محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله دوم رشد میوه؛۶- مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه (کودآبیاری و محلول‌پاشی)و ۷- محلول‌پاشی نیتروژن قبل از تمایز جوانه‌های گل، پس از تشکیل میوه، در مرحله دوم رشد میوه به علاوه مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه بود.مصرف کودهای شیمیاییدر همه تیمارها یکسان و با توجه به نتایج آزمون خاك، برگ و همچنین پیش بینی عملکرد انجام شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳).

محلول‌پاشی زمستانه اوره، جهت افزایش تشکیل میوه در اسفندماه (زمانیکه جوانه‌ها متورم شدند) با غلظت ۷ درهزار در سال کم محصول انجام شد. محلول‌پاشی تابستانه اوره با غلظت ۵ در هزار پس از پایان ریزش فیزیولوژیك تابستانه میوه و در اواخر فاز دوم رشد میوه انجام گرفت. مصرف نیتروژن پس از برداشت میوهبه شکل کودآبیاری در اوایل آبان ماه هر سال انجام شد. لازم به ذکر است که میزان مصرف نیتروژن با توجه به آزمون خاك و برگ و عملکرد درختان برای تمام تیمارها یکسان بود تنها مدیریت مصرف آن، متناسب با تیمارها تغییر کرد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳، جلد اول). عملکرد میوه در سال‌های متوالی و همچنین شاخص تناوب‌باردهی به عنوان پاسخ‌های گیاهی در نظر گرفته شد.برای محاسبه شاخص تناوب باردهی، ابتدا نسبت تفاضل عملکرد در سال‌های متوالی به مجموع عملکرد همان دو سال محاسبه گردید. سپس از مجموع این مقادیر میانگین گرفته شد.کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای آماری و آزمون F مورد تجزیه واریانسقرارگرفت و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مراحل فنولوژیکی نارنگی‌های انشوی میاگاوا در جدول ۱ آورده شده است این مراحل فنولوژیکی تحت تاثیر شرایط آب و هوایی و فیزیولوژی درختان است و در سال‌های مختلف می‌تواند از ۱۰ تا ۱۵ روز تغییر کند.

جدول ۱- مراحل کلیدی فنولوژی رشد نارنگی انشو میاگاوا در منطقه آزمایشی

مراحل کلیدی فنولوژی	نارنگیانشوی میاگاوا
تورم جوانه‌ها	۲۵- ۱۵ بهمن
تمایز جوانه‌ها	۲۰ - ۱۵ اسفند
فلش بهاره	۲۰- ۱۵ فروردین
شروع گلدهی	۱۰ - ۳ اردیبهشت
پایان فلش بهاره	۳۰- ۱۵ اردیبهشت
شروع ریزش تابستانه	۱۰-۱۵ خرداد
پایان ریزش تابستانه	۲۰-۳۰ خرداد
شروع فلش پاییزه	۱۰-۱۵ شهریور
پایان فلش پاییزه	۲۰ - ۱۰ آبان

تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین شاخص تناوب باردهی در جدول ۲آمده است. برای محاسبه تناوب‌باردهی، ابتدا نسبت تفاضل عملکرد در سال‌های متوالی به مجموع عملکرد همان دو سال محاسبه گردید سپس از مجموع این مقادیر میانگین گرفته شد. همان‌طور که ملاحظه میشود تیمار شاهد با ۵۷/۰ بیشترین شاخص تناوب باردهی راداشت و تیمار محلول‌پاشی نیتروژن قبل از تمایز جوانه‌های گل، پس از تشکیل میوه، در مرحله دوم رشد میوه به علاوه مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه باشاخص تناوب باردهی ۱۲/۰ کمترین شاخص تناوب باردهی را نشان داد.تیمار پس از برداشت میوه در رتبه بعدی بهبود شاخص تناوب باردهی نسبت به شاهد قرار گرفت.

جدول ۲- تأثیر مصرف نیتروژن در مراحل کلیدی فنولوژی بر شاخص تناوب باردهی

تیمارها		شدت تناوب باردهی (I)
۱.	شاهد	۵۷/۰
۲.	محلول‌پاشی نیتروژن قبل از تمایز جوانه‌های گل (محلول‌پاشی زمستانه)	۳۹/۰
۳.	محلول‌پاشی نیتروژن قبل از گل‌دهی (محلول‌پاشی در زمان تورم چوانه‌های گل)	۴۱/۰
۴.	محلول‌پاشی نیتروژن پس از تشکیل میوه	۴۳/۰
۵.	محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله دوم رشد میوه	۴۷/۰
۶.	مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه (کودآبیاری و محلول‌پاشی)	۲۲/۰
۷.	محلول‌پاشی نیتروژن قبل از تمایز جوانه‌های گل، پس از تشکیل میوه، در مرحله دوم رشد میوه به علاوه مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه	۱۲/۰

نتایج متفاوتی از اثر محلول‌پاشی اوره در تشکیل میوه گزارش شده است.گزارش‌های مختلف نشان میدهند که فرآیند گل‌آغازی در مرکبات در اوایل زمستان انجام میشود و محلول‌پاشی زمستانه (بعد از گل‌آغازی و قبل از تمایز جوانه‌های گل) بیشترین تأثیر را در تشکیل میوه دارد، اما برخی گزارش‌ها نیز نشان داده است که مقدمه فرآیند گل‌آغازی در مرکبات به احتمال زیاد در تابستان انجام میشود، بنابراین محلول‌پاشی تابستانه نیز میتواند تشکیل میوه را در مرکبات افزایش دهد در ضمن همه محلول‌پاشیها منجر به افزایش تشکیل میوه نشده است و همچنین میزان افزایش تشکیل میوه نیز متفاوت بوده است (Albrigo, ۱۹۹۷;Haggag et al., ۱۹۹۵; Mazhar et al., ۲۰۰۷). بین آمونیوم و متابولیت‌های آن و میزان گل‌دهی و تشکیل میوه، رابطه مستقیمی وجود دارد به‌طوریکه محلول‌پاشی اوره سبب افزایش معنیدار تعداد جوانه‌ی گل، تعداد گل در گل‌آذین، تجمع آمونیوم در برگ‌ها در زمان گل‌آغازی و عملکرد گردید (Lovatt et al., ۱۹۸۸; Arias et al. ۲۰۰۵). نتایج اثرمحلول‌پاشی اوره قبل و بعد ازبرداشت میوه (با غلظت ۳-۵/۰ درصد) بر رشد درخت، گل‌دهی و تشکیل میوه در نارنگی نشان داد که محلول‌پاشی اوره برای درختان با محصول زیاد، شمار گل‌ها را افزایش و مصرف اوره در درختان با بارکم شمار گل‌ها را کاهش داد. محلول‌پاشی اوره با غلظت یك درصد یك هفته قبل و بعد از برداشت میوه وضعیت تغذیه‌ای درختان را بهبود بخشید و باعث افزایش تشکیل میوه شد (Lovatt and Sagee., ۱۹۹۲).محلول‌پاشی اوره با بیورت کم (با غلظت یك درصد) یك یا دو بار حدود ۶ الی ۸ هفته قبل از شکوفایی،باعث افزایش غلظت آمونیوم، افزایش گلدهی و تشکیل میوه و همچنین افزایش عملکرد به ویژه در باغ‌هایی با غلظتنیتروژن برگ کمتر از ۶/۲ درصد شد(Rabe, ۱۹۹۴).

همچنین تحقیقات متعدد در مورد مرکبات نشان داده است که مرکبات در زمان گل‌دهی بیشترین نیاز را به نیتروژن دارند و بیش از ۹۰% از این نیتروژن از نیتروژن ذخیره شده در اندام‌های درخت (عمدتاً ریشه‌های فیبری و شاخه‌های جوان) تأمین میشود، اما نیتروژن مصرفی در طول فصل رشد بیشتر در اندام‌هایی از درخت ذخیره میشود که انتقال مجدد آن بسیار ناچیز است و نمیتواند نیاز گل‌ها را در زمان خاص تأمین نماید؛ ولی نیتروژن مصرفی در انتهای فصل پاییز و محلول‌پاشی نیتروژن بعد از گل‌آغازی و قبل از تمایز جوانه‌های گل بیشتر موثر میباشد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳، جلد دوم). از طرف دیگر به علت اختلاف فاز رشدی که بین رشد ریشه‌ها و فلش‌های قسمت هوایی درخت وجود دارد، در زمان شروع رشد فلش‌های بهاره و گل‌دهی، فعالیت ریشه بسیار پایین است و حداقل جذب از خاك صورت میگیرد و راندمان مصرف نیتروژن در این زمان کمتر از ۲۰% خواهد بود ضمناً در این زمان خاص، برگ‌های قدیمی مرکبات نیز به عنوان یك سینك قوی عمل کرده و بیشتر از ۷۰% نیتروژن جذب شده از محلول خاك به مصرف برگ‌های قدیمی میرسد. اما در انتهای فصل پاییز قبل از این‌که درجه حرارت محیط به زیر صفر بیولوژیك رشد مرکبات برسد اگر نیتروژن مصرف شود به علت این‌که توقف رشد ریشه‌های مرکبات حداقل یك ماه با قسمت هوایی اختلاف فاز دارد، این نیتروژن توسط ریشه‌های فیبری جذب شده و نیز مقداری از آن به شاخه‌های جوان انتقال پیدا میکند و این نیتروژن در بهار سال بعد میتواند نیاز جوانه‌های گل را تأمین کند (Akao et al., ۱۹۷۸; Kato et al., ۱۹۸۱;Legaz et al., ۱۹۹۵). یکی از راه‌های مهم و کلیدی در افزایش عملکرد و کاهش سال‌آوری، افزایش درصد تشکیل میوه (Fruit set) میباشد. نیتروژن نقش مهمی در افزایش کارآیی فتوشیمیایی برگ‌ها، تشکیل میوه در نتیجه افزایش عملکرد دارد. هدف اساسی از محلول‌پاشی اوره تأمین نیتروژن، تولید اسیدهای آمینه مورد نیاز گیاه و افزایش طول عمرتخمك و کیسه‌ی جنینی میباشد. تأمین نیاز جوانه‌های گل مرکبات از نظر نیتروژن در زمان بحرانی که گیاه نیاز بیشتری به این عنصردارد از اهمیت خاصی برخوردار است. یکی از این مراحل، زمان متورم شدن جوانه‌ها میباشد. افزایش غلظت این عنصردرجوانه‌های گل و گل، به‌علت نقش‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی این عنصر سبب افزایش عملکرد و بهبود خواص کیفی میوه میشود. درمجموع به‌علت نقش نیتروژن در فرآیند تشکیل میوه، تأمین این عنصر در زمان متورم

شدن جوانه‌ها که جذب این عنصر از خاك به علت دمای پایین خاك و پایین بودن فعالیت ریشه و برگ‌ها محدود است سبب افزایش درصد تشکیل میوه خواهد شد (Chaplin et al., ۱۹۸۰).

به‌طور کلی میتوان گفت مصرف نیتروژن در مراحل کلیدی فنولوژی،موجب کاهش شاخص تناوب باردهی درختان نسبت به شاهد شد به طوری کهاختلاف عملکرد درختان در سال‌های متوالی و شدت تناوب باردهی کاهش یافت. بنابراین مدیریت تغذیه، متناسب با نیاز درختان مرکبات در مراحل کلیدی فنولوژی برای افزایش تشکیل میوه، کاهش تناوب باردهی و بهبود کیفیت میوه در نارنگی انشو توصیه می‌شود.

منابع

اخلاقی امیری، ن. و اسدی کنگرشاهی، ع. ۱۳۸۹. فیزیولوژی تناوب باردهی در مرکبات و راهکارهای کاهش آن در شرق مازندران. ششمین کنگره علوم باغبانی. رشت، ایران.

اخلاقی امیری، ن. و اسدی کنگرشاهی، ع. ۱۳۹۰. تاثیر تیمارهای مختلف تغذیه‌ای در کنترل تناوب باردهی نارنگی انشو (Citrus unshiu). مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۲ (۱): ۶۴-۵۳، دانشگاه شیراز.

اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

مهدوی، ج.، اخلاقی امیری، ن.،اسدی کنگرشاهی، ع. و شهابیان، م. ۱۳۹۲. بررسی مراحل فنولوژیکی پرتقال تامسون ناول و نارنگی‌های انشویمیاگاوا وسوجیياما درمناطق کوهپایه، دشت ونوارساحلی شهرستان ساری. هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه بوعلی همدان، همدان، ایران.

Akao, S., Kubota, S. and Hayashida, M. ۱۹۷۸. Utilization of reserve nitrogen, especially autumn nitrogen by Satsuma mandarin trees during the development of spring shoots. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, ۴۷: ۳۱-۳۸.

Albrigo, L.G. ۱۹۹۷. Competition factors influencing fruit set of citrus. Citrus Research and Education Center, University of Florida.

Albrigo, L.G. ۱۹۹۹. Effects of foliar applications of urea or nutriphite on flowering and yields of Valencia orange trees. In: Proceedings of the Florida State Horticultural Society, ۱۱۲: ۱- ۴.

Ali, A.G. and Lovatt, C.J. ۱۹۹۴. Winter application of low biuret urea to the foliage of Washington navel orange increased yield. Journal of the American Society Horticulture Science, ۱۱۹: ۱۱۴۴-۱۱۵۰.

Arias, M., Carbonell, J. and Agusti, M. ۲۰۰۵. Endogenous free polyamines and their role in fruit set of low and high parthenocarpic ability citrus cultivars. Journal of Plant Physiology, ۱۶۲: ۸۴۵-۸۵۳.

Asadi Kangarshahi, A. and Akhlaghi Amiri, N. ۲۰۰۸. Decrease of alternate bearing in Satsuma mandarin (Citrus unshiu) by balance nutrition and urea foliar application. In: ۱۱th International Citrus Congress, Wuhan, China, pp. ۶۴۸.

Chaplin, M. H. and Westwood, M.N. ۱۹۸۰. Relationship of nutritional factors to fruit set. Journal of Plant Nutrition, ۲: ۴۷۷-۵۰۴.

Goldschmidt, E.E. ۲۰۰۵. Regulatory aspects of alternate bearing in fruit trees. Italus Hortus., ۱۲: ۱۱-۱۷.

Guardiola, J.L. ۲۰۰۰. Regulation of flowering and fruit development: endogenous factors and exogenous manipulation. Proc. Intl. Soc. Citricult., ۹: ۳۴۲-۳۴۶.

Haggag, L. F., Maksoad, M. A. and Barkouky, E.Z. El. ۱۹۹۵. Alternate bearing of Ballady mandarin as influenced by nutritional statue of tree. Annals of Agricultural Science, ۴۰: ۷۵۹-۷۶۴.

Kato, F., Kubota, S. and Tsukahava, S. ۱۹۸۱. N absorption and translocation in Satsuma mandarin trees uptake and distribution of nitrogen supplied in summer. Agricultural Experiment Station of Japan, ۳۶: ۱-۶.

Kim, y. and Ko, K. ۱۹۹۴. Effect of pre- and post harvest foliar spray of urea on the flowering and fruit setting in Satsuma mandarin. Journal of the Korean Society for Horticulture Science, ۳۸: ۲۲۷- ۲۳۳.

Legaz, F., Serna, M.D. and Primo, E. ۱۹۹۵. Mobilization of the reserve N in citrus. Plant and Soil, ۱۷۳: ۲۰۵-۲۱۰.

Lovatt, C.J., Zheng, Y. and Hake, K.D. ۱۹۸۸. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus. Israeli Botanists, ۳۷(۳/۴): ۱۸۱-۱۸۸.

Lovatt, C.J., Sagee, O. and Ali, A.G. ۱۹۹۲. Ammonia and its metabolites influence flowering, fruit set and yield of Washington navel orange. In: Proceedings International Society Citriculture, ۱: ۴۱۲-۴۱۶.
Mazhar, M. S., Anwar, R. and Maqbool, M. ۲۰۰۷. A review of alternate bearing in citrus. In: Proceedings International Symposium on Prospects of Horticultural Industry in Pakistan, ۱۴۳-۱۴۹.
Monselise, S.P. and Goldschmidt, E.E. ۱۹۸۲. Alternate bearing in fruit trees. In: Horticultural reviews, Vol. ۴. AVI Publishing Company, ۱۲۸-۱۷۴.
Rabe, E. ۱۹۹۴. Yield benefits associated with pre- blossom low biuret urea sprays on citrus spp. Journal of Horticultural Science, ۶۹: ۴۹۵- ۵۰۰.
Turktas, M., Inal, B., Okay, S., Gulden, E., Dundar, E., Hernandez, P., Dorado, G. and Unver, T. ۲۰۱۳. Nutrition metabolism plays an important role in the alternate bearing of the olive trees. PLOS ONE, ۸(۳): ۱-۱۵.
Young, Y. and Kwangchool, K. ۱۹۹۷. Effects of pre- and post harvest foliar spray of urea on the flowering and fruit setting Satsuma mandarin. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, ۳۸: ۲۲۷- ۲۳۳.

Abstract

To evaluate the effects of nitrogen using on fruit set, yield and alternate bearing of Satsuma mandarin cv. Miyagawa, phonological key stages from bud swelling to fruit harvesting, also, average yield in alternative years was recorded. Then an experiment was conducted by treatments: ۱. control; ۲. before flower bud differentiation; ۳. before flowering; ۴. after fruit set;۵. in second stage of fruit growth;۶. after harvesting of fruit and ۷. before flower bud differentiation + after fruit set + in second stage of fruit growth + after harvesting of fruit. Nitrogen using in phonological key stages, reduced alternate bearing. The lowest index was obtained from the combined treatment (treatment ۷). Therefore, nutrition management, proportional with phonological key stages is a strategy to improve fruit set and yield and reduce alternate bearing of citrus trees.

بررسی رفتار جذبی مولیبدن در برخی از خاک‌های اسیدی استان گیلان

زهرا اسلامی خواه [۱] ، محسن فرح بخش [۲] ، نجفعلی کریمیان [۳]
۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، ۲- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۳- استاد گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی شیراز

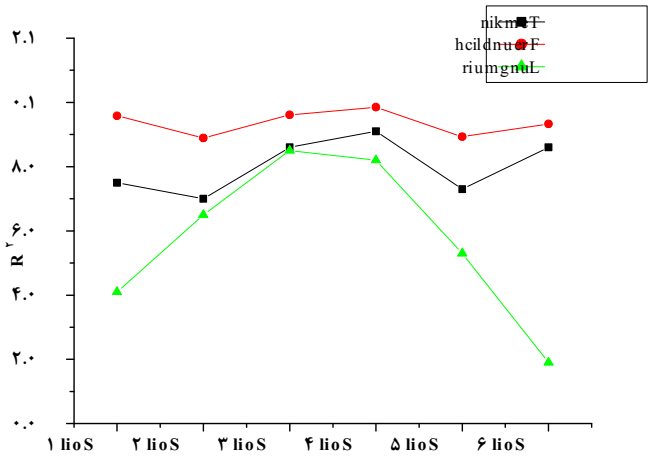
چکیده
مولیبدن عنصر واسطه‌ای است که در متابولیسم،رشد طبیعی و تولید مثل گیاه ضروری می‌باشد. همچنین مولیبدن، عنصر ضروری آنزیم نیترات رداکتاز است و اهمیت بیولوژیکی آن در گیاهان (لگوم‌ها) به دلیل عملکرد مفید آن در تثبیت نیتروژن هوا توسط باکتری تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر) است. متوسط غلظت این عنصر در خاک‌ها به‌طور معمول در دامنه ۵-۲/۰میلی‌گرم بر کیلوگرم است.با توجه به اینکه مولیبدن جذب سطحی شده در خاک تعیین کننده غلظت تعادلی و در نتیجه سمیت و یا کمبود مولیبدن در خاک است، فرآیندهای جذب سطحی در رفتار مولیبدن در شش نمونه خاک اسیدی مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های آزمایشی با معادله‌های خطی لنگمویر، فروندلیچ و تمکین توصیف گردید. تفسیر نتایج نشان داد که معادله فروندلیچ بهترین معادله برای توصیف داده های آزمایشیبود.

واژه های کلیدی: مولیبدن ، همدمای جذب سطحی، هیدروکسی اینترلایر

مقدمه
جذب مولیبدن در خاک باتئوری تبادل لیگاندی (نفوذ آنیونی) بیان می‌شود که بر این اساس پیوندکووالانسی بین مولیبدن و دیگر اجزای خاک تشکیل می‌شود (بوهن و همکاران،۱۹۸۵). کرای واگن و دی وت (۱۹۸۸) بیان کردند، مولیبدات گونه غالب محلول در pH بیشتر از ۴ است در حالی که در pH۴-۵/۳ گونه‌هایی چون $HMoO_4$، $HMo_2O_7^-$ و $Mo(OH)_6$ در محیط وجوددارد. ویژگی‌های خاک همچون pH، اکسیدهای آهن و آلومنیوم، سنگ مادری و رقابت یونی از عواملی هستند که جذب مولیبدن در خاک را تحت تاثیر قرار می دهند (گپتا، ۲۰۰۷).
بررسیهمدمای جذبی فرایندهای جذبی مولیبدن در خاک بیانگر آن بود که معادله فروندلیچ و لنگمویر دو معادله متداول در خاک ها برای توضیح جذب مولیبدن می باشند (کریمیان و کاکس، ۱۹۷۸: ژائو و زی، ۲۰۱۲: مستو و فوجیتو، ۲۰۱۰). این تحقیق با هدف تعیین ویژگی های جذبی مولیبدن در برخی خاکهای اسیدی شمال کشور صورت گرفت.

مواد وروش‌ها
تعدادشش نمونه خاک سطحی (۲۰-۰ سانتیمتر) در دامنه pH۱۳/۶-۵۶/۴ از باغ‌های مرکبات و چای شرق گیلان برداشته و پس از هوا خشک کردن، کوبیدن و عبور از الک دو میلی متری برای آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. از هر نمونه یک گرم خاک هوا خشک با ۱۰ میلی‌لیتر از محلول مولیبدات سدیم در غلظت‌های ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر در قدرت یونی کلرید سدیم ۰۱/۰ مولار در لوله‌ی سانتریفیوژ اضافه شد. پس از گذشت زمان تعادل (۱۴ ساعت) در انکوباتور و شیک کردن مقدار Mo در محلول‌های صاف شده خوانده شد. برای تعیین غلظت مولیبدن در عصاره اکسالات آمونیم خاک از روش سیمز (۱۹۹۶)با استفاده از تیوسیانات پتاسیم انجام شد.غلظت مولیبدن در محلول با دستگاه طیف سنجی (UV-VIS, Jenway ۶۷۰۵) در طول موج ۴۲۰ نانومتر خوانده شد. مطالعات کانی شناسی خاک ها به روش (کانری و دایکسن، ۱۹۸۶) انجام شد.

نتایج و بحث
همان‌طور که در شکل (۱) دیده می شود، نوع غالب همدما در خاک‌های مورد بررسی مدل فروندلیچ (R^2=۹۰/۰)و به دنبال آن معادله تمکین می باشد. معادله لنگمویر به جز در دو خاک ۳ و ۴ برازش خوبی با داده های آماری نشان نداد. با توجه به مطالعات کانی‌شناسی (جدول ۱) انجام شده، کانی غالب در دو خاک ۳ و ۴ از نوع هیدروکسی اینترلایر بوده و احتمالا دلیل برازش بهتر در معادلات همدماهای جذب مورد بررسی تفاوت کانی شناسی در دو خاک مذکور می باشد. همان طور که مشاهده می شود روند حداکثر جذب در این دو خاک در سه فرم همدمای جذب صادق است.



شکل (۱): مقایسه ضریب R^2 در نمونه خاک های مورد بررسی

جدول (۱) کانی‌های موثر در جذب سطحی مولیبدن

شماره خاک	کانی‌شناسی خاک
S_1	میکس ورمی‌کولایت+ ایلایت+کائولینایت+ اسمکتایت
S_2	ایلایت غالب+ کائولینایت+ کلرایت
S_3	هیدروکسی اینترلایر ورمی‌کولایت(رس حدواسط ۲:۱) احتمال آلوفانی بودن
S_4	هیدروکسی اینترلایر ورمی‌کولایت(رس حدواسط ۲:۱)
S_5	اسمکتایت به همراه میکس اسمکتایت+ کمی ایلایت و کائولینایت(مقدارکم)
S_6	ورمی‌کولایت - کانی میکس ایلایت +ورمی‌کولایت+ ایلایت + کمی کائولینایت

معادله تمکین، همانند معادله فروندلیچ جذب سطحی شونده را در غلظت های متوسط به‌خوبی توضیح می‌دهد. زی و مکنزی (۱۹۹۰) اظهار داشتند همدمای جذبی مولیبدن در خاک از نوع فروندلیچ، لنگ‌مویر، گانری و تمکین بوده و داده‌های آزمایش با تمکین برازش بهتری داشته است. در حالی که جرال و دوسن (۱۹۷۸)، ریزونر و همکاران (۱۹۶۲) و مابونگ و مایجونگ (۲۰۱۰) بیان داشتند همدمای جذبی مولیبدن تحت اثر pH برازش خوبی با معادلات فروندلیچ و لنگ مویر نشان داد. بررسی‌های جذبی کانی‌های خاک بر اساس zpc و سطح ویژه کانی‌های خاک قابل توجیه می‌باشد، گلدبرگ (۱۹۹۶) گزارش کرد جذب مولیبدن بر روی رس‌های خاک به ترتیب کائولینایت، ایلایت، مونت‌موریلونایت افزایش می‌یابد.همچنین طبق دو گزارش دیگر، ترتیب کاهش جذب کانی‌های رسی برای Moبه صورت زیر است:

کائولینایت< نانترونایت< متاهالوسایت (جونز، ۱۹۵۷)

ایلایت< کائولینایت< مونتموریلونایت (موتا و میراندا، ۱۹۸۹)

منابع

Bohn H.L., McNeal B.L. and O'Connor G.A. ۱۹۸۵. Anion and molecular retention.In Soil Chemistry, New York: Wiley, ۱۸۴-۲۰۷.

Cruywagen J.J. and DeWet H.F. ۱۹۸۸. Equilibrium studies of the adsorption of molybdenum (VI) on activated carbon, Polyhedron, ۷: ۵۴۷-۵۶.

Goldberg S., Forster H.S. and Godfery C.L. ۱۹۹۶. Molybdenum adsorption on oxides, clay minerals and soils, ۶۰: ۴۲۵-۴۳۲.
Gupta U.C. ۲۰۰۷. Molybdenum in agriculture, Cambridge University Press, NewYork. ۲۷۶ PP.
Karimian N and Cox F.R. ۱۹۷۸. Adsorption and extractability of molybdenum in relation to some chemical properties of soil, Soil Sci. Soc. Am. J, ۴۳: ۷۵۷-۶۱.
Jones L.H.P. ۱۹۵۷. The solubility of molybdenum in simplified systems and aqueous soil suspensions, Soil Sci, ۸: ۳۱۳-۲۷.
Matsuo S. and Fujita T. ۲۰۱۰. Adsorption of Molybdenum Ion in Nitric Acid Solution by Using a Pb-Fe Based Adsorbent, Int. J. Soc. Mater. Eng. Resour, ۱۷(۱) : ۵۳-۵۷.
Motta M.M. and Miranda C.F. ۱۹۸۹. Molybdate adsorption on Kaolinite, Montmorillonite, and Illite. Constant Capacitance Modeling, Soil Sci. Soc. Amer. J, ۳۸۰-۳۸۵.
Myoung-Jin,K. and Mijeong J . ۲۰۱۰. Adsorption of Molybdate onto Hematite: Kinetics and Equilibrium. Pp.۱۷۰-۱۷۳. Proceeding of ۵th IASME/WSEAS international conference on water resources, hydraulics and hydrology. University of Cambridge, UK.
Reisenauer H.M., Tabikh A.A. and Stout P.R. ۱۹۶۲. Molybdenum reactions with soils and the hydrous oxides of iron, aluminum and titanium, Soil Sci. Soc. Am. J, ۲۶: ۲۳-۲۷.
SimsJ.L. ۱۹۹۶. Method of soil analysis, Part۳, Published by: Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
Xie R.J. and Mackenzie A.F. ۱۹۹۱. Molybdenum sorption-desorption in soils treared with phosphate. Geoderma, ۴۸: ۳۲۱-۳۳۳.
Zaho, Z. W and Xu X.Y. et al. ۲۰۱۲. Thermodynamics and kinetics of adsorption of molybdenum blue with D۳۰۱ ion exchange re*sin*. Transactions of Nonferrous Metals Society of China. ۲۲(۳): ۶۸۶-۶۹۳.

Abstract

Molybdenum is an essential trace element for growth of plants, which is important in metabolism, growth and reproduction of plants. Molybdenum, being a component of nitrate reductase enzyme, plays an essential role in nitrogen fixation by Azetobacter in legumes. Minimum concentration of molybdenum in soil is ۰/۲-۵ mg/kg. Adsorbed molybdenum in soil determine, equilibrium concentration, toxicity and deficiency of its. Adsorption studies were conducted for acidic soils in six samples. Of the Freundlich, Langmuir and Temkin were performing; the experimental data fitted the Freundlich isotherm best.

اثرات محلول‌پاشی کلسیم در هنگام تورم جوانه‌ها بر روی صفات کمی و کیفی پسته

سیدجواد حسینی فرد [۱]، الهام ابراهیم‌پور [۲]، بهمن پناهی [۱]
۱-عضو هیات علمی موسسه تحقیقات پسته کشور، ۲-دانش‌آموخته کارشناسیارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

چکیده
یکی از زمان‌های حساس در فیزیولوژی و تغذیه درختان بارور پسته، دوره تورم جوانه‌ها میباشد. در این پژوهش اثرات محلول‌پاشی کلسیم در این دوره بر روی صفات کمی و کیفی پسته بررسی شد. طرح آماری، بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار بود. تیمارها، محلول‌پاشی با غلظت‌های ۰، ۲، ۴ و ۶ لیتر کلات کلسیم و ۱، ۳ و ۵ کیلوگرم نیترات کلسیم در ۱۰۰۰ لیتر آب بود. غلظت عناصر غذایی برگ، صفات وزن تر میوه، درصد پوکی، درصد خندانی، انس پسته، تعداد جوانه زایشی و درصد ریزش جوانه‌های زایشی تعیین گردید. نتایج نشان داد که تیمارهای ۲ در هزار کلات کلسیم و هر سه غلظت نیترات کلسیم باعث افزایش معنیدار غلظت کلسیم برگ شده‌اند. با در نظر گرفتن کلیه صفات مورد بررسی محلول‌پاشی با کودنیترات کلسیم ۳ در هزار درهنگام تورم جوانه‌های پسته با توجه به اثر مثبت بر وزن تر محصول، درصد پوکی و غلظت عناصر کلسیم و روی برگ، میتواند مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: پسته، تورم جوانه‌ها، کلسیم، محلول‌پاشی.

مقدمه
علیرغم آن‌که کلسیم از فراوان‌ترین عناصر پوسته زمین می‌باشد (۶/۳ درصد) ولی حرکت کند و دشوار آن در درون گیاه مشکلاتی را برای کیفیت محصولات باغی و زراعی ایجاد می‌کند. تغذیه کلسیم درختان بسیار پیچیده است. میوه‌ها بیشتر از سایر قسمت‌های گیاه به کلسیم نیاز دارند، بنابراین کلسیم هم بایستی توسط گیاه جذب شود و هم به میوه‌ها منتقل گردد. زمانی که صحبت از عوارض فیزیولوژیکی ناشی از کمبود کلسیم در میوه می شود اغلب این سوال پیش می آید که چرا با وجود کلسیم کافی در محلول خاک های آهکی، گیاه دچار کمبود کلسیم می شود و یا چرا قسمت های رویشی گیاه مثل شاخه و برگ کمبود کلسیم را نشان نمی دهند ولی میوه ها عوارض ناشی از کمبود کلسیم را بروز می دهند (Marschner, ۱۹۹۵).

کلسیم ترکیب اصلی در سیمانی است که سلول‌ها را کنار هم نگه می‌دارد و همچنین در جذب عناصر غذایی مهم است. به‌طور نسبی غلظت‌های بالای کلسیم برای رشد طبیعی سلول لازم است. مهمترین نقش های کلسیم در گیاه نقش ساختمانی در دیواره سلول، رشد و تقسیم سلولی به ویژه رشد ریشه، موازنه کاتیون-آنیون و تنظیم اسمز میباشد (Draper et al., ۲۰۰۲).کلسیم و آمینواسیدها در جوانه‌زنی دانه گرده و در نتیجه باروری پسته موثر است (پناهی و همکاران، ۱۳۸۱).انتقال کلسیم در گیاهان همانند فرآیند جذب،یک فرآیند انفعالی است. کلسیم موجود در شیره خام به همراه جریان تعرقی به سمت بالا منتقل می‌شود. بنابراین تعرق تا حد زیادی میزان انتقال رو به بالای کلسیم را کنترل می‌نماید. در گیاهان در حال رشد، انتقال کلسیم به سمت سرشاخه ها مزیت حساب می‌شود ولو اینکه سرعت تعرق برگ‌های جوان خیلی کمتر از برگ‌های مسن باشد. انتقال کلسیم به نقاط در حال رشد به علت اسید ایندول استیک است که در سرشاخه ساخته می‌شود (Suss et al,۱۹۸۱).

تنش خشکی از دلایل ناهنجاری کلسیم است. ذخیره رطوبت نقش بحرانی در جذب کلسیم و توزیع آن بازی می‌کند. کلسیم در آب حل می شود و در طول ساقه به طرف برگ‌ها و میوه‌ها حرکت می‌کند. رطوبت به شکل بخار از برگ‌ها و میوه‌ها بیرون می‌آید. بدین ترتیب آب محتوی کلسیم از خاک به سرتاسر ریشه‌ها و ساقه‌ها کشیده می‌شود. میوه‌ها نیازمند کلسیم بیشترند اما به دلیل تعرق کمتر نسبت به برگ‌ها کلسیم کمتری دریافت می‌کنند. درطول دوره های تنش رطوبت جذب کلسیم محدود می‌شود اما حرکت پتاسیم و منیزیم به طرف میوه‌ها به مقدار ناچیزی کاهش می‌یابد. در سیب، چندین راهکار مدیریتی برای جلوگیری از پوسیدگی انتهایی گلگاه عنوان شده است که از آن جمله می‌توان به رعایت تعادل مناسب بین کلسیم، منیزیم و پتاسیم، پرهیز از استفاده ازت به شکل اوره یا آمونیم و استفاده از فرم نیترات به جای آن مثل نیترات کلسیم قبل از میوه‌دهی و به‌صورت چالکود، جلوگیری از تنش خشکی مانند استفاده از مالچ برای نگهداری رطوبت و کاهش تنش رطوبتی، کاربرد محلول‌پاشی کلرید کلسیم جهت فراهم نمودن کلسیم میوه، آغاز زود هنگام محلول‌پاشی برگی قبل از اینکه نشانه‌های بیماری ظاهرشود (Mulrooney, ۱۹۹۷).بسیاری از اختلالات فیزیولوژیکی میوه با کمبود کلسیم مرتبطند. اغلب نویسنده‌ها اختلالات فیزیولوژیکی را به نسبت کلسیم به دیگر عناصر غذایی در میوه نسبت می‌دهند (Sharples, ۱۹۸۰; Marcelle, ۱۹۹۵).در نارنگی، محلول پاشی نیترات کلسیم در ابتدای مرحله بزرگ شدن سلولی به‌طور معنی‌داری نسبت میوه های ترکیده را کاهش داده است (Monselise and costo, ۱۹۸۵). کاربرد نیترات کلسیم درست قبل یا در زمان رنگ‌گیری میوه ها در اسپانیا نشان داده است که کنترل قهوه‌ای شدن پوست در نارنگی فورچون می تواند موثر باشد (Zaragoza et al., ۱۹۹۶).ترکیبات کلسیمی مختلفی جایگزین کلرید کلسیم و نیترات کلسیم گردند. چندین ترکیب توسط Bramlage و همکاران (۱۹۸۸)، بیش از چند سال مورد آزمایش قرار گرفته اند. نتایج نشان داد که اکثر آن ترکیبات تاثیر کمی داشتند و هیچ کدام از آنها موثرتر از کلرید یا نیترات کلسیم نبوده اند اما تمام داده های به‌دست آمده بیانگر این بودند که مقدار سودمندی ترکیب با مقدار

کلسیم به کار رفته متناسب می‌باشد (بابالار و پیرمرادیان، ۱۳۷۹).اثر اوره و کلرید کلسیم و ترکیب آنها در خصوصیات کمی و کیفی میوه انار در طول دو سال مثبت گزارش شده است به طوریکه کلرید کلسیم ۲% و ۴% به طور معنی داری میانگین وزن و محتوی اسید اسکوربیک را افزایش داد (Ramezanian et al, ۲۰۰۹).

استحکام آندوکارپ پسته در زمان تشکیل وابسته به درصد یون کلسیم است. جذب کلسیم به وسیله ریشه‌ها در درخت پسته ناکاراست به این معنی که میزان جذب و حرکت یون کلسیم در آوند چوب به سمت اندامهایی که نیازمند کلسیم هستند را تعرق تعیین می‌کند. به‌دلیل تعرق بیشتر در برگ‌ها در زمان کمبود کلسیم، کلسیمی که به طرف میوه حرکت می‌کند بسیار کمتر از میزانی است که به طرف برگ‌ها جابجا می‌شود در نتیجه علائم کمبود در برگ‌ها مشاهده نمی‌شود در حالی‌که در میوه و به طور خاص در آندوکارپ به‌طور شدید دیده می‌شود (محمودی میمند، ۱۳۸۴).کم تحرک بودن عنصر کلسیم در گیاه(Fernandez *etal.*, ۲۰۱۳)،رابطه مثبت بین جذب کلسیم از خاک با مقدار تبخیر و تعرق از اندام های هوایی، پایین بودن مقدار کلسیم جوانه گل در اواخر فصل زمستان و در آستانه گلدهیو همچنین با توجه به نقش مهم کلسیم در شکل گیری میوه در اوایل فصل رشد(Faust, ۱۹۸۹)، می توان گفت که کمبود کلسیم، عامل بسیاری از اختلالات فیزیولوژیکی میوه است(Fernandez *etal.*, ۲۰۱۳ و ملکوتی، ۱۳۷۸). بنابراین چنین به نظر میرسد در سال‌های اخیر عارضه‌هایی مانند اضمحلال پوست استخوانی، سرخشکیدگی شاخه و به طورکلی کاهش عملکرد و کیفیت میوه در مناطق پسته‌کاری به عنصر کلسیم نیز مرتبط باشد. هدف از این پژوهش بررسی اثرات محلولپاشی غلظت‌های مختلف کلسیم از دو منبع کلات و نیترات، در زمان تورم جوانه‌های پسته، بر برخی صفات کمی و کیفی درختان پسته و غلظت عناصر غذایی برگ بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش درقطعه باغی متعلق به شرکت فتح و نصر در منطقه ذین آباد واقع در ۱۷ کیلومتری جاده کرمان-زنگی آباد بر روی درختان ۴۰ ساله رقم اوحدی انجام گرفت.تیمارهای مختلف محلولپاشی کلسیم از دو منبع کلات کلسیم (حاوی ۱/۱۷ درصد کلسیم) و نیترات کلسیم (حاوی ۳/۳ درصد نیتروژن و ۸/۱۸ درصد کلسیم)در مرحله تورم جوانه ها که در باغ انتخابی ۱۵ فروردین بود،انجام شد. طرح آزمایشی مورد استفاده بلوک های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار بود ودر هر تکرار ۴ درخت در نظر گرفته شد. تیمارهای محلولپاشی عبارت بودند از: آب (شاهد؛ C)، دو در هزار کلات کلسیم (C)، چهار در هزار کلات کلسیم (C)،شش در هزار کلات کلسیم (C)، یک در هزار نیترات کلسیم (N)،سه در هزار نیترات کلسیم (N) وپنج در هزار نیترات کلسیم (N).

نمونه‌برداری از برگ درختان پسته تیمار شده جهت تعیین غلظت عناصر غذایی در اوائل مردادماه انجام شد.در نمونه‌های برگ به روش خاکستر خشک و عصاره‌گیری با اسید کلریدریک عناصر فسفربا استفاده از روش زرد وانادات و اسید نیتریک (روش کلریمتری) و قرائت توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Cecil ۳۰۴۱)، پتاسیم به روش نشر و با استفاده از دستگاه فلم فتومتر (Corning,۴۱۰)، کلسیم و منیزیمبا استفاده از روش کمپلکسومتری، آهن، روی، منگنز، مس و بُر توسط دستگاه ICP (مدل Optima ۲۰۰۰DV Perkin Elmer) اندازه‌گیری شد (علیاحیایی، ۱۳۷۶). از هر درخت تیمار، به‌طور تصادفی چهار شاخه از چهار جهت جغرافیایی انتخاب و تعداد کل جوانه ها ی زایشی و رویشی و جوانه های ریزش پیدا کرده شمارش شدند. هنگام برداشت در اواخر شهریور ماه، وزن تر محصول هر درخت تعیین شد. در نمونه‌های محصول خشك پسته درصد پوکی، درصد خندانی و تعداد دانه در اونس (۴/۲۸ گرم)مشخص گردید.تجزیه آماری داده های به دست آمده توسط نرم افزار SAS ۹.۱انجام شد.

نتایج و بحث

الف- صفات کمی و کیفی پسته

همان‌گونه که در جدول ۱ مشخص است اثر تیمارهای مختلف بر وزن تر در سطح یک درصد معنی دار بود و تیمارهای کلات کلسیم ۲ در هزار و نیترات کلسیم ۳ و ۵ در هزار تاثیر معنی داری را در وزن تر میوه داشته استو نیترات کلسیم ۱ در هزار تفاوتی با شاهد نداشته و کلات کلسیم ۴ در هزار در پایین ترین سطح قرار گرفت. اثر تیمارهای مختلف بر درصد پوکی در سطح یک درصد معنیدار بود. کمترین درصد پوکی مربوط به تیمار ۵ در هزار نیترات کلسیم بوده که اختلاف آن با تمامی تیمارها معنیدار است. بعد از این تیمار، تیمار ۴ در هزار کلات کلسیم و ۳ در هزار نیترات کلسیم قرار میگیرد. تیمارهای ۶ در هزار کلات کلسیم و ۱ در هزار نیترات کلسیم دارای بیشترین درصد پوکی میوه بوده‌اند و اختلاف آن‌ها نسبت به شاهد نیز معنیدار است.

جدول ۱- اثر تیمارهای آزمایشی بر برخی صفات کمی و کیفی پسته

تیمارهای آزمایش	وزن تر میوه (کیلوگرم بر درخت)	پوکی (درصد)	تعداد دانه در انس	ریزش جوانه‌های زایشی (درصد)
شاهد	d ۸/۱	bc ۱/۱۴	cd ۱/۳۱	c ¾
کلات کلسیم ۲ در هزار	a ۶/۳	b ۹/۱۴	d ۹/۳۰	a ۳/۸
کلات کلسیم ۴ در هزار	e ۲/۱	d ۱/۱۱	a ۵/۳۴	d ۸/۰
کلات کلسیم ۶ در هزار	c ۵/۲	a ۳/۱۹	abc ۴/۳۳	b ۹/۵
نیترات کلسیم ۱ در هزار	d ۵/۱	a ۳/۱۹	bcd ۰/۳۲	d ۶/۱
نیترات کلسیم ۳ در هزار	ab ۳/۳	cd ۶/۱۲	d ۷/۳۰	a ۹/۷
نیترات کلسیم ۵ در هزار	b ۲/۳	e ۷/۷	ab ۸/۳۳	d ۸/۰

تیمارهای مختلف بر روی درصد خندانی اثر معنیدار نداشته یعنی در تیمارهای مختلف استفاده از کودهای کلات و نیترات کلسیم تأثیری بر درصد خندانی میوه نداشتند. اثر تیمارهای مختلف برانس پسته در سطح پنج درصد معنی دار بوده و اثر تیمارهای محلولپاشی کلات کلسیم ۲ در هزار و نیترات کلسیم ۱ و ۳ در هزار در مقایسه با تیمار شاهد بر روی انس پسته از نظر آماری در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنیدارنبوده است ولی سایر تیمارهای آزمایشی به‌طور معنیدار باعث افزایش انس پسته نسبت به تیمار شاهد شده‌اند و از این نظر دارای اثر مطلوب نبوده‌اند. اثر تیمارهای مختلف بر درصد ریزش جوانه‌های زایشی در سطح یک درصد معنیدار بود. تیمارهای ۵ و ۱ در هزار نیترات کلسیم و ۴ در هزار کلات کلسیم باعث کاهش درصد ریزش جوانه‌ها شده‌اند که اختلاف آن‌ها با تیمار شاهد معنیدار است اما سایر تیمارها باعث افزایش معنیدار ریزش جوانه‌ها نسبت به تیمار شاهد شده‌اند.

در تحقیقی (شرافتی، ۱۳۹۴) برروی رقم عباسعلی در منطقه فیض‌آباد خراسان مشخص گردیده است که محلول پاشی ترکیبات محتوی کلسیم در اوائل دوره رشد میوه (ارزنی شدن میوه پسته) بیشتر بر صفات درصد پوکی، تعداد دانه در انس (اندازه میوه) و جلوگیری از ریزش جوانه زایشی مؤثر بوده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد ضمن اینکه نتایج این تحقیق نشان‌دهنده تاثیر محلولپاشیها بر وزن تر میوه هم بوده است. البته زمان محلولپاشی در تحقیق حاضر هنگام تورم جوانه‌ها و زودتر بوده است. بررسی محلول پاشی بهاره تعدادی از عناصر غذایی کلسیم، اوره،روی و ترکیب اوره+ کلسیم، روی+کلسیم، اوره+روی، اوره+روی+کلسیم، به منظور رفع محدودیت های موجود در جذب عناصر از طریق خاک در درختان پسته رقم احمد آقایی، ابتدای اردیبهشت و ابتدای خرداد نشان داده است اثر تیمارها روی خندانی، اُنس، بدشکلی، طول شاخه و درصد ریزش جوانه‌ها معنی‌دار بوده است به طوری که ترکیب سه عنصر بیشترین تاثیر را در خندانی و عنصر روی بیشترین اثر را روی پارامترهای انس و بدشکلی داشته است. اوره در رشد رویشی شاخه‌ها موثرترین و کلسیم در کاهش ریزش جوانه بالاترین تاثیر را داشته است (روحانی، ۱۳۹۰). در تحقیق حاضر نیز محلولپاشی کلسیم در دوره تورم جوانه‌ها نیز باعث افزایش وزن تر، کاهش درصد پوکی میوه، کاهش ریزش جوانه‌های زایشی و کاهش تعداد دانه در یك انس (درشتی میوه‌ها) شد اما بر خلاف نتایج روحانی (۱۳۹۰) بر درصد خندانی تاثیری نداشت.

ب- غلظت عناصر غذایی برگ

از بین عناصر غذایی اندازه‌گیری شده در برگ اثر تیمارهای آزمایش بر غلظت عناصر کلسیم، روی و بُر معنیدار بود (جدول ۲). اثر تیمارهای مختلف بر غلظت کلسیم در سطح پنج درصد معنیدار بود. با توجه به جدول ۲ همه تیمارهای آزمایش غیر از غلظت‌های ۲ و ۴ در هزار کلات کلسیم نسبت به شاهد (محلولپاشی با آب) باعث افزایش معنیدار غلظت کلسیم برگ شده‌اند. بیشترین غلظت کلسیم مربوط به تیمار سه در هزار نیترات کلسیم و ۲ در هزار کلات کلسیم بود. در این تیمارها غلظت کلسیم برگ ۱.۹ درصد و کمترین آن در تیمار شاهد با غلظت ۱.۲ درصد بود.با توجه به حد بحرانی کلسیم در برگ پسته ۳/۱ درصد ماده خشک (صداقتی و همکاران، ۱۳۸۸) همه تیمارها توانسته‌اند نسبت به شاهد باعث افزایش غلظت کلسیم برگ شوند. شرافتی (۱۳۹۴) با مطالعه بر روی رقم عباسعلی در منطقه فیض‌آباد خراسان رضوی نشان داد که یك تا پنج مرتبه محلولپاشی کلسیم از منابع کلات و نیترات کلسیم در آغاز مراحل تشکیل میوه (ارزنی شدن) تاثیری بر غلظت کلسیم برگ نداشته است در حالیکه در این تحقیق یك مرتبه محلولپاشی غلظت‌های مختلف کلات و نیترات کلسیم باعث افزایش معنیدار غلظت کلسیم برگ شده است. به نظر میرسد زمان محلولپاشی که در این تحقیق در دوره تورم جوانه‌ها بوده است باعث جذب بهتر کلسیم از طریق جوانه‌های پسته شده و این مسئله بر غلظت نهایی کلسیم در برگ درختان پسته موثر بوده است.

اثر تیمارهای مختلف بر میزان غلظت روی برگ در سطح یک درصد معنیدار بود. تیمار ۳ و ۵ در هزار نیترات کلسیم بیشترین تاثیر را در غلظت روی برگ داشته و اختلاف آن با تمامی تیمارها معنی دار است. بعد از آن تیمار ۵ در هزار نیترات کلسیم قرار می گیرد و غلظت های مختلف کلات کلسیم نسبت به شاهد تفاوت معنی داری از نظر غلظت روی نداشته اند.اثر تیمارهای مختلف بر غلظتبُر برگ در سطح یک درصد معنی دار بود.تیمار ۲ در هزار کلات کلسیم نسبت به شاهد باعث افزایشمعنی دار غلظ ت بُر برگ شده ولیبقیه تیمارها تأثیر معنی داری بر آن نداشته و با شاهد در یک سطح قرار گرفتند.از دیگر عناصری که تأثیر زیادی روی میزان کلسیم دارد می توان به بُر اشاره کرد که اگر مقدار بُر خیلی کم باشد، از تشکیل مطلوب پکتات کلسیم در تیغه میانی سلول جلوگیری می شود (حکمت‌شعار، ۱۳۷۲).در تیمار کلات کلسیم ۲ در هزار غلظت بُر در برگ نسبت به همه تیمارها بیشتر است و در همین تیمار حداکثر غلظت کلسیم و وزن تر محصول نیز وجود دارد چنین به‌نظر میرسد وجود کلسیم بالا در برگ این تیمار باعث شده است مقدار بُر کافی جهت تشکیل مطلوب پکتات کلسیم در تیغه میانی سلول فراهم شده و غلظت آن در این تیمار بالاتر باشد. روی و بُر نیز از عناصر مهم لازم و دارای نقش در گرده‌افشانی و لقاح پسته هستند (پناهی و همکاران، ۱۳۸۱).

جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت برخی عناصر غذایی برگ پسته

تیمارهای آزمایش	کلسیم (گرم بر صدگرم ماده خشك)	روی (میکروگرم بر گرم ماده خشك)	بُر (میکروگرم بر گرم ماده خشك)
شاهد	b۲/۱	c۰/۲۳	b۳۱۱
کلات کلسیم ۲ در هزار	a۹/۱	c۳/۳۱	a۵۲۴
کلات کلسیم ۴ در هزار	ab۶/۱	c۳/۱۹	b۳۸۵
کلات کلسیم ۶ در هزار	ab۶/۱	c۰/۲۷	b۳۳۶
نیترات کلسیم ۱ در هزار	a۸/۱	a ۷/۹۸	b۲۶۵
نیترات کلسیم ۳ در هزار	a۹/۱	a۰/۹۰	b۲۶۵
نیترات کلسیم ۵ در هزار	a۷/۱	b۰/۶۴	b۳۰۴

گرچه تیمار محلولپاشی ۲ در هزار کلات کلسیم حداکثر وزن تر محصول را باعث شده اما درصد پوکی آن نسبت به شاهد تفاوتی ندارد بنابراین بادرنظرگرفتن کلیه صفات مورد بررسی محلول‌پاشی با کود نیترات کلسیم ۳ درهزار در هنگام تورم جوانه‌های پسته با توجه به اثرمثبت بروزن تر محصول، درصدپوکی وغلظت عناصر کلسیم و روی برگ، میتواند مفید باشد.

منابع

بابالار، م. و پیرمرادیان، م.۱۳۷۹ . تغذیه درختان میوه (ترجمه). چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران.

پناهی، ب.، اسماعیل پور، ع. و تاج آبادی پور، ع. ۱۳۸۱. راهنمای کاشت، داشت و ارداشت پسته، انتشارات سازمان تحقیقات آموزش ترویج کشاورزی.

حکمت شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار. انتشارات نیکنام. تبریز، ایران.

روحانی، م و همکاران. ۱۳۹۰. مقایسه اثر محلول پاشی بهاره تعدادی از عناصر غذایی و سم آمیتراز بر برخی از ویژگیهای رشدی و عملکرد درختان پسته، هفتمین کنگره باغبانی ایران،اصفهان.

شرافتی، ع. ۱۳۹۴. تأثیر محلول پاشی ترکیبات کلسیم بر فرآیند تشکیل و توسعه میوه پسته، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات پسته کشور.

صداقتی، ن.، شیبانی تزرجی، ز.، تاج آبادی پور، ع.، حکم آبادی، ح.، حق دل، م. و عبدالهی عزت آبادی، م. ۱۳۸۸. راهنمای تولید پسته (کاشت، داشت و برداشت) (ترجمه). انتشارات سروا.

علی احیایی، م. ۱۳۷۶. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک (جلد دوم). انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک وآب. نشریه شماره ۱۰۲۴. ۱۱۵ صفحه.

محمودی میمند، س. ۱۳۸۶. نقش گچ در باغ‌های پسته. فصلنامه علمی، تحلیلی و خبری مؤسسه تحقیقات پسته ایران. سال اول، سماره ۲. رفسنجان، ایران.

ملکوتی م. ج. و ترابی م.۱۳۷۸. کوددهی صحیح در باغات پسته، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

Draper, M.A., Burrows, R. and Munk, S. ۲۰۰۲. Blossom end rot of tomatoes and other vegetables.South Dakota Extension Fact Sheet ۹۰۹. Http://*www.sdstate.edu/ ds/ extension*.

Faust, M., and Klein, J.D. ۱۹۸۹.Levels and sites of metabolically active calcium in apple fruit.Journal of American Society of Horticultural Science. ۹۹: ۹۳-۹۴.

Fernandez, V., T.Sotiropoulos and P.Brown. ۲۰۱۳. Foliar Fertilization(*Scientific Principles and Field Practices*). International Fertilizer Industry Association(IFA). Paris, France.

Marcelle R.D. ۱۹۹۵. Mineral nutrition and fruit quality. ACTA HORT. ۳۸۳: ۲۱۹-۲۲۶.

Marschner, H. ۱۹۹۵.Mineral nutrition of higher plants.(۲nd Ed.).Academic Press.Newyork.

Monselise, S.P. ,Costo, J. ۱۹۸۵. Decreasing splittimg incidence in "Murcott" by ۲,۴ D and calcium nitrate. Alonhanmotea. ۳۹: ۷۳۱-۷۳۳.

Mulrooney, R.P. ۱۹۹۷. Blossom-end Rot in Vegetables.PP-۲۹. http://ag.udel.edu/extension.

Ramezanian, A., Rahemi M., Vazifehshenas, M.R. ۲۰۰۹.Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits.ScientiaHorticulturae, ۱۲۱: ۱۷۱-۱۷۵.

Sharples R.O. ۱۹۸۰. The influence of orchard nutrition on the storage quality of apples and pears grown in the United Kingdom. In: Atkinson D., Jackson J.E., Sharples R.O., Waller W.M. (eds.),Mineral nutrition of fruit trees. Butterworths, London, pp. ۱۷-۲۸.

Suss, A., Jahn, M., and Kelementz, D. ۱۹۹۴. Model investigation on the effect of rain on the efficiency and residue of insecticides. Journal of Phytopatology, ۴۶:۹۷-۱۰۴.

Zaragoza, S., Almela, V. Tadeo, F.R., Primomillo, E., Agusti, M. ۱۹۹۶. Effectivness of calcium nitrate and GA_3 on the control of peel-pitting of 'Fortune' mandarin. Journal of Horticultural Science. ۷۱: ۳۲۱-۳۲۶.

Abstract

One of sensitive times in physiology and nutrition of mature pistachio trees is swelling buds period. In this research, was investigated the effects of foliar application of calcium in this period on the pistachio quantity and quality. Statistical design was a randomized complete block design with seven treatments and three replications. Treatments were foliar application of zero (control), ۲, ۴ and ۶ liters of chelated calcium (EDTA) and ۱, ۳ and ۵ kg of calcium nitrate per ۱۰۰۰ liters of water. Concentration of leaf nutrients, fresh weight of fruit, percentage of

blank nuts, percentage of split nuts, ounces of pistachios, number of reproductive buds and loss of reproductive buds were determined. The results showed that treatments ۲*۱۰۰۰ calcium chelate and all of calcium nitrate treatments significantly increased the concentration of calcium in leaf. When all of studied traits are consider, foliar application of ۳*۱۰۰۰ calcium nitrate in swelling buds period is effective because that had positive effect on fresh weight of pistachios, percentage of blank nuts and concentration of calcium and zinc.

آلودگی زدایی خاک با استفاده از روش جامدسازی لجن صنایع آبکاری به کمک تثبیت کننده فسفاتی

امین فلامکی [۱]، مهناز اسکندری [۲]
۱-استادیار گروه مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران ۲-دکتری خاکشناسی، محقق موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
آلودگی خاک ناشی از دفع زایدات صنایعکه حاوی مقادیر بسیاری از فلزات سنگین هستند، یکی از مهمترین چالش‌های زیست‌محیطی در حال حاضر است. تثبیت این فلزات از راهکارهای ساده و ارزان محسوب می‌شود. در این پژوهش از دی کلسیم فسفات به عنوان ماده تثبیت کننده برای جامدسازی دو فلز کروم و کادمیوم موجود در لجن یک واحد آبکاری استفاده شد. مقدار ماده تثبیت کننده بکار رفته نسبت به وزن خشک لجن، به ترتیب ۱/۰، ۲/۰ و ۵/۰ درصد در سه تکرار در نظر گرفته شد. سپس مقدار فلز قابل شستشو از نمونه‌ها به کمک آزمایش TCLP اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با کاربرد ۱/۰، ۲/۰ و ۵/۰ درصد دی کلسیم فسفات، مقدار غلظت کروم در شیرابه خروجی به ترتیب ۷۲، ۸۶ و ۸۷ درصد و مقدار غلظت کادمیوم در شیرابه خروجی به ترتیب ۸۸، ۹۴ و ۹۶ درصد، کاهش داشته است.

واژه های کلیدی: دی‌کلسیم فسفات، کروم، کادمیوم، TCLP

مقدمه
در دهه‌های اخیر، آلودگی خاک‌ها به فلزات سنگین به دلیل آگاهی از سمیت این فلزات برای انسان‌ها و سایر جانداران، یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی به شمار می‌رود. روش‌هایی که در حال حاضر برای اصلاح خاک‌ها استفاده می‌شوند، پرهزینه و در برخی موارد مانند گودبرداری به منظور اصلاح خاک و برگرداندن آن به جای اولیه، مخرب هستند (فلامکی و همکاران، ۱۳۹۲). برخلاف این روش‌ها، روش‌های شیمیایی اصلاح خاک‌ها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر بوده و پاسخی طولانی مدت برای آلودگی‌زدایی خاک‌ها محسوب می‌شوند. همچنین در این روش‌ها نهایتاً موادی با حلالیت اندک برجای می‌ماند (Mignardi et al., ۲۰۱۳).
یکی از روش‌های درجای آلودگی‌زدایی که هزینه آن بسیار مقرون به صرفه است، تثبیت‌سازی فلزات سنگین با کاربرد مواد اصلاحی مانند ترکیبات مختلف فسفات است (Abbaspour and Golchin, ۲۰۱۱). در این روش با کاربرد یک ماده تثبیت کننده، فلزات قابل دسترس زیستی و قابل شستشو به شکل کم‌محلولتر تبدیل می‌شوند که می‌توانند برای مدت زمان زیادی در این شکل خنثی باقی بمانند. بنابراین خطر ورود آن‌ها به زنجیره غذایی و از طرف دیگر ورود آن‌ها به ذخایر آب‌های سطحی و زیرزمینی کاهش می‌یابد. همچنین در این روش می‌توان پسمانده‌های خطرناک مانند لجن حاصل از صنایع آبکاری را به پسماندی تبدیل کرد که با محیط‌زیست سازگار است و سپس آن را دفن کرد.
در حال حاضر تثبیت شیمیایی فلزات سنگین مانند Pb، Cu، Cd و Zn، با کاربرد تثبیت‌کننده‌های فسفاتی یک روش پذیرفته شده به شمار می‌رود. در پژوهش‌های انجام شده تاکنون، کارایی مواد تثبیت‌کننده در تشکیل رسوب و غیر متحرک‌سازی فلزات محلول، به کمک روش‌های عصاره‌گیری پیاپی (SE)، TCLP[۱۲۲] و عصاره‌گیری برپایه فیزیولوژی ارزیابی شده است. در میان این روش‌ها، بیشترین روش کاربردی در حال حاضر استفاده از TCLP است که توسط USEPA برای تعیین تحرک آنالیت‌های آلی و غیرآلی موجود در مایع، جامد و زایدات چندفازی توسعه یافته است.
در این میان می‌توان به پژوهش Abbaspour و Golchin (۲۰۱۱)، با کاربرد دی آمونیوم فسفات برای تثبیت‌سازی Cu، Cd و Pb در خاک‌های آلوده اطراف یک معدن روی، پژوهش Tang و همکاران (۲۰۱۳)، با کاربرد منوکلسیم فسفات در تثبیت‌سازی فلزات سنگین مانند Cd، Cr، Pb و Cu در لجن حاصل از کارخانه دباغی و پژوهش Mignardi و همکاران (۲۰۱۳) با کاربرد هیدروکسی آپاتیت سنتز شده و سنگ فسفات طبیعی برای تثبیت دو فلز نیکل و کبالت در خاک باقی‌مانده از ضایعات معدن‌کاوی، اشاره کرد. Wu و همکاران (۲۰۱۳) نیز از فسفات‌های پتاسیم و کلسیم برای تثبیت فلزات Cd، Cu، Zn، Pb و As استفاده کردند. سمیت نسبی این عناصر به روش TCLP اندازه‌گیری شد. نتایج حاکی از آن بود که مواد فسفاتی به کار رفته توانسته‌اند با موفقیت از مقدار انحلال این فلزات، تبادل و سمیت آن‌ها در خاک بکاهند.

[۱۲۲] Toxicity characteristic leaching procedure

هدف از این پژوهش، بررسی کارایی تثبیت کننده فسفاتی در جامدسازی لجن حاصل از یکی از صنایع آبکاری در شیراز بود که طیّ سالیان فعالیت این صنعت، زایدات حاصلروی خاک سبک بافت محوطه و بدون کاربرد هیچ گونه تمهیداتی برای جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها به محیط، دپو می‌شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری

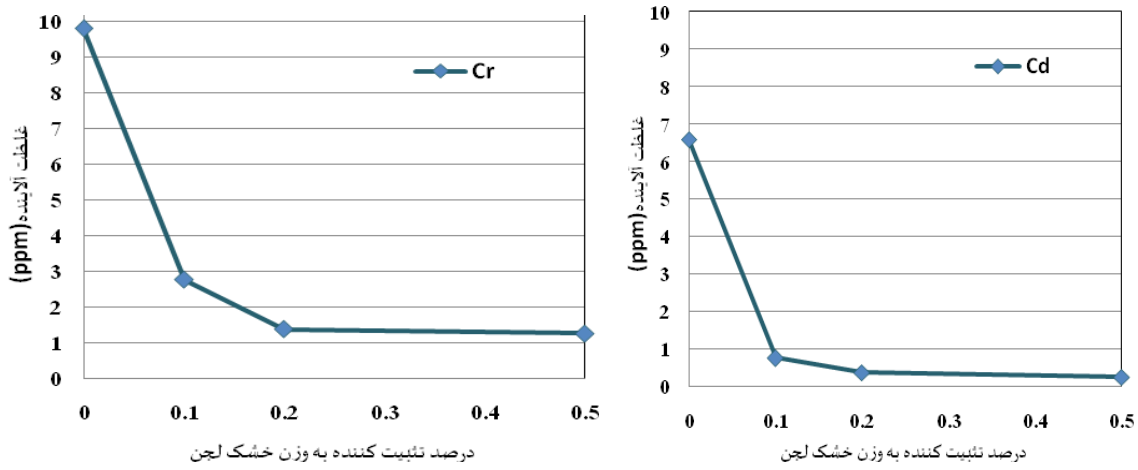
لجن آبکاری از یک واحد آبکاری مستقر در شمال غرب شهر شیراز، در کیسه‌های پلی‌اتیلن جمع‌آوری شد. این واحد صنعتی به دلیل آلوده‌سازی محیط طیّ سالیان فعالیت خود، در حال حاضر از سوی اداره کل محیط‌زیست استان فارس تعطیل شده است. لیکن زایدات تولیدی توسط آن در اطراف دپو شده و هنوز اقدامی برای جمع‌آوری و دفع بهداشتی آنها صورت نگرفته است. لجن صنایع آبکاری حاوی فلزات سنگین بسیاری از جمله کروم، کادمیوم، روی، نیکل، مس، سرب و منگنز است (Venkateswaran et al., ۲۰۰۷)، که باید برای پرهیز ازآلودگی خاک و در پی آن آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی اطراف معادن، پیش از دفع این زایدات در خاک، آنها را بی‌خطر ساخت.در این پژوهش به منظور جلوگیری از شستشوی این فلزات و ورود آنها به شکل قابل جذب در محیط، از دی کلسیم فسفات (DCP) به عنوان ماده تثبیت کننده استفاده شد. مقدار ماده تثبیت کننده بکار رفته نسبت به وزن خشک لجن، به ترتیب ۱/۰، ۲/۰ و ۵/۰ درصد در سه تکرار در نظر گرفته شد. نمونه‌ها پس از اختلاط با DCP در کیسه‌های پلی‌اتیلن به مدت ۲۸ روز نگهداری شدند. همچنین سه نمونه به عنوان شاهد بدون اختلاط با تثبیت کننده، در شرایط سایر نمونه‌ها نگهداری شدند. سپس مقدار فلز قابل شستشو از نمونه‌ها به کمک آزمایش TCLP اندازه‌گیری شد. مقادیر بدست آمده توسط هر سه تکرار، میانگین‌گیری شدند.

TCLP

آزمایش TCLP روشی معمول برای سنجش مواد زاید است که درصورت تشخیص خطرناک بودن، لازم است مواد زاید پیش از دفن، تیمار شوند. این آزمایش اطلاعات مفیدی در مورد پتانسیل شستشوی آلاینده‌های فلزی موجود در لجن‌های به جا مانده از صنایع مختلف در اختیار می‌گذارد. آزمایش فوق برپایه استاندارد USEPA-۱۳۱۱و با کاربرد محلول عصاره‌گیری شماره ۲ انجام گرفت. سپس مقدار قابل شستشوی دو فلز کروم و کادمیوم از نمونه‌های شاهد و تیمار شده به کمک دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند.حداکثر مقدار مجاز قابل شستشو برای Cr و Cd به ترتیب ۵ و ۱ میلی گرم در لیتر است. در مقادیر بیشتر، ماده زاید خطرناک تشخیص داده شده و لازم است پیش از دفع، بی‌خطر شود.

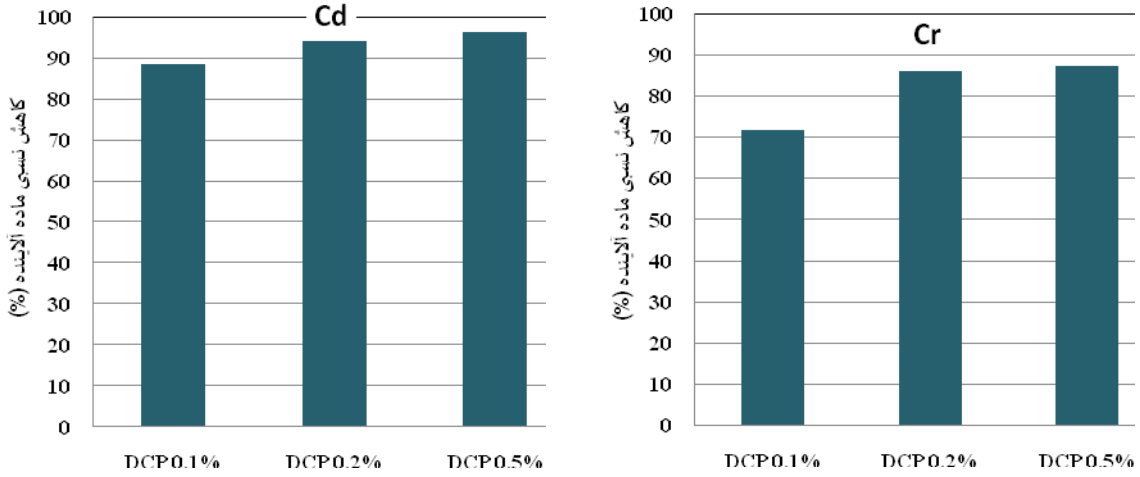
نتایج و بحث

نتایج آزمایش شستشوی فلزات کروم و کادمیوم در شکل ۱ ارائه شده که در آن، غلظت فلز در شیرابه خروجی از لجن، در مقابل درصد تثبیت کننده فسفاتی بکار رفته، نمایش داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که مقدار خروجی دو فلز کروم و کادمیوم، از حد استاندارد USEPA بیشتر بوده و بنابراین لجن مورد آزمایش جزء زایدات خطرناک طبقه‌بندی می‌شود. همچنین مشخص است که تمام مقادیر دی‌کلسیم فسفات بکار رفته توانسته است، Cr و Cd را تثبیت و کمتر از حداکثر مقدار مجاز خروجی نماید.



در برابر مقدار دی کلسیم فسفات بکار رفته TCLP شکل ۱- آلاینده‌های خروجی اندازه‌گیری شده از شیرابه لجن به روش

افزایش مقدار دی کلسیم فسفات از ۱/۰ تا ۵/۰ درصد، مقدار خروجی فلزات سنگین را بیشتر کاهش می‌دهد، لیکن مقدار کاهش در مورد کادمیوم بیش از کروم بود. شکل ۲ نشان می‌دهد که با کاربرد ۱/۰، ۲/۰ و ۵/۰ درصد دی کلسیم فسفات مقدار غلظت کروم در شیرابه خروجی به ترتیب ۷۲، ۸۶ و ۸۷ درصد کاهش می‌یابد. همچنین ۱/۰، ۲/۰ و ۵/۰ درصد دی کلسیم فسفات می‌تواند مقدار غلظت کادمیوم را در شیرابه خروجی به ترتیب ۸۸، ۹۴ و ۹۶ درصد کاهش دهد. بنابراین با توجه به مقدار بسیار اندک تثبیت‌کننده بکار رفته و همچنین نتایج بسیار مطلوب بدست آمده از آزمایش شستشو ی خاک پس از کاربرد آن، می‌توان نتیجه گرفت که این روش در مقیاس وسیع، راهکاری ارزان و مقرون به صرفه خواهد بود.



شکل ۲- کاهش نسبی مقدار آلاینده‌های خروجی از شیرابه لجن با کاربرد مقادیر مختلف دی کلسیم فسفات

منابع

فلامکی، ا. تواللی، ح. اسکندری، م. و مرادی اصطهباناتی، م. ۱۳۹۲. بهسازی خاک‌های آلوده به کادمیوم و مس با کاربرد دی‌کلسیم‌فسفات. مجله حفاظت منابع آب و خاک، سال سوم، شماره اول، صفحه‌های ۳۳ تا ۴۱.

Abbaspour A. and Golchin A. ۲۰۱۱. Immobilization of heavy metals in a contaminated soil in Iran using di-ammonium phosphate, vermicompost and zeolite. Environmental Earth Science, ۶۳: ۹۳۵-۹۴۳.

Mignardi S. Corami. A. and Ferrini. V. ۲۰۱۳. Immobilization of Co and Ni in mining-impacted soils using phosphate amendments. Water Air Soil Pollution, ۲۲۴: ۱-۱۰.

Tang P. Zhou Y.and Xie Z. ۲۰۱۳. Immobilization of heavy metals in sludge using phosphoric acid and monobasic calcium phosphate. Journal of Zhejiang University, (SCIENCE A: Applied Physics & Engineering), ۱۴(۳): ۱۷۷-۱۸۶.

US EPA. ۱۹۹۲. Toxicity Characteristic Leaching Procedure (Method ۱۳۱۱) in SW-۸۴۶. Office of Solid Waste, Washington DC.

Venkateswaran P. Vellaichamy S. and Palanivel K. ۲۰۰۷. Speciation of heavy metals in electroplating industry sludge and wastewater residue using inductively coupled plasma. International Journal of Environmental Science and Technology, ۴(۴): ۴۹۷-۵۰۴.

Wu WH. Xie ZM. Xu JM. Wang F. Shi JC. Zhou RB. and Jin ZF. ۲۰۱۳. Immobilization of trace metals by phosphates in contaminated soil near lead/zinc mine tailings evaluated by sequential extraction and TCLP. Journal of Soils and Sediments, ۱۳: ۱۳۸۶-۱۳۹۵.

Abstract

One of the most currently challenging environmental tasks is soil contamination with disposal of industrial waste materials which contains several form of heavy metals. Solidification/stabilization is a simple and inexpensive solution that can be used to minimize diffuzing of such heavy metals to the environment. In this research, dicalcium phosphate was used to stabilize the chromium and cadmium of someplating sludges. The ratios ofdicalcium phosphate per dry plating sludge were assigned to be ۰.۱%, ۰.۲% and ۰.۵% by weight. Metal leaching from the solidified plating wastes was assessed using the TCLP. The results showed that by applying ۰.۱, ۰.۲ and ۰.۵% dicalcium phosphate, ۷۲%, ۸۶% and ۸۷% of the chromium in the leachate would reduce, respectively. The corresponding reduction for cadmiumwas ۸۸%, ۹۴% and ۹۶%, respectively.

بررسی پراکنش مکانی عنصر کروم در خاک‌های جزیره هرمز

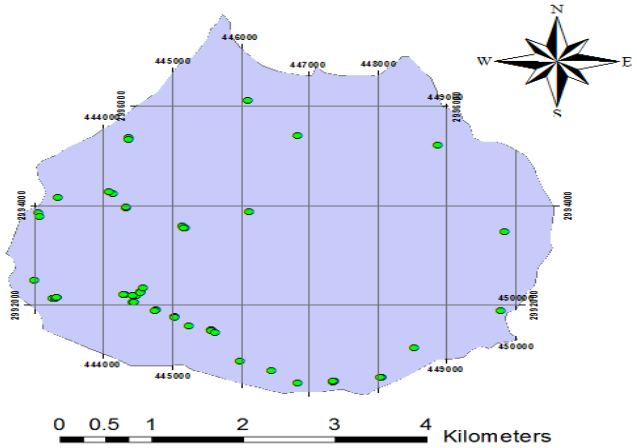
فاطمه عباس‌زاده [۱]، حیدرضا جلالی [۲]، اعظم جعفری [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۳- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده
آلودگی خاک به وسیله فلزات سنگین یک مسأله مهم زیست محیطی می‌باشد، به طوریکه تعیین انباشت و توزیع این فلزات در خاک مورد توجه بسیاری از محققان بوده است. امروزه استفاده از روش‌های زمین‌آمار برای تخمین متغیرهای مکانی با استفاده از داده‌های همان متغیر(کریجینگ) یا با استفاده از متغیرهای کمک(کوکریجینگ) در علوم آب و خاک بسیار مورد توجه متخصصان قرار گرفته است. با توجه به اهمیت اطلاع از آلودگی عناصر سنگین و نیز وقت‌گیر و هزینه‌بربودن اندازه‌گیری آن‌ها در خاک یافتن راهی برای تخمین آن‌ها با استفاده از پارامترهایی که اندازه‌گیری آن‌ها راحت‌تر است امری ضروری است. برای این منظور ۵۸ نمونه خاک سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متر) از جزیره هرمز جمع‌آوری و غلظت کل فلز کروم بااستفاده از روش هضم چهار اسید و به کمک دستگاه (ICP-OES) اندازه‌گیری شد و با روش‌های زمین آماری کریجینگ و کوکریجینگ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از روش کوکریجینگ با کریجینگ برای برآورد فلز کروم به کمک معیار آماریمقدار استاندارد شده ریشه متوسط مجذور خطاها (SRMS) که میزان دقت را نشان می‌دهد، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از محاسبه SRMS نشان داد که روش کوکریجینگ نسبت به روش کریجینگ دارای SRMSبیشتراست که نشان دهنده دقت نسبی بالا و خطای پایین روش کوکریجینگ نسبت به روش کریجینگ است، و در نهایت با استفاده از این روش نقشه پهنه‌بندی فلز کروم در محیط GIS تهیه شد.

کلمات کلیدی: کروم، کوکریجینگ، جزیره هرمز

مقدمه
فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، از منابع متفاوتی وارد محیط‌زیست می‌شوند. میزان ورود این فلزات به داخل محیط‌زیست، بسیار فراتر از میزانی است که به وسیله فرآیندهای طبیعی برداشت می‌شوند. بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط زیست قابل ملاحظه است. وجود تغییرات مکانی در ویژگی‌های خاک امری معمول است ولی شناخت این تغییرات به ویژه در اراضی کشاورزی جهت برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت امری ضروری است. آگاهی از این مسئله برای افزایش سود و نیل به بهره‌برداری پایدار ضروری دارد (ایوبی و همکاران ۱۳۸۶).زمین آمار شاخه‌ای از آمار است که در آن مختصات داده‌های مربوط به جامعه بررسی و ساختار مکانی آن‌ها، مورد مطالعه می‌گردد. تخمین‌های زمین آماری تحت عنوان کریجینگ نامیده می‌شود و روش‌های گوناگونی دارد. روش‌های مختلف زمین آمار بسته به نوع متغیر، دقت متفاوتی دارند. از دیدگاه زمین‌آمار هر نمونه تا فاصله حداکثری که دامنه تاثیر نامیده می‌شود، دارای اهمیت فراوانی است و می‌توان در این فاصله از تخمینگرهای زمین آماری استفاده کرد. فلزات سنگین در خاک دارای تغییرات مکانی و زمانی می‌باشند. شناخت مقدار و الگوی تغییرات مکانی و زمانی فلزات سنگین ضروری است. ون میرون(۱۹۹۱) ویژگی‌های مکانی خاک را با استفاده از زمین آمار مشخص کرده است. آتیا و دبویس(۱۹۹۴) جهت تعیین پراکنش مکانی عناصر سنگین در سوئیس از تکنیک زمین آمار استفاده کرده و به وسیله آن منشا اصلی کبالت و نیکل را تعیین نمودند. گونزالز(۲۰۰۱) مطالعات گسترده‌ای را در زمینه کاربرد زمین‌آمار در بررسی تغییرات مکانی عناصر سنگین انجام داده است. بقایی(۱۳۸۶) و حبشی(۱۳۸۶) بترتیب از تجزیه و تحلیل زمین آماری برای بررسی تغییرات مکانی فلزات سنگین قابل جذب و مطالعه خاک‌های جنگلی استفاده کردند. به این ترتیب در استفاده از یک روش معین، در مطالعات گوناگون نتایج متفاوتی به چشم می‌خورد. در این پژوهش هدف این است تا کاربرد روش کوکریجینگ در بررسی پراکنش غلظت فلزات سنگین کروم و نیکل در خاک‌های سطحی جزیره هرمز واقع در فاصله هشت کیلومتری جنوب بندرعباس مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه
جزیره هرمزبا ۹/۴۱ کیلومتر مربع وسعت در فاصله ۱۸ کیلومتریجنوب خاوری مرکز استان بندرعباس در آب‌های خلیج فارس واقع شده است . این جزیره از نظر تقسیمات سیاسی استان جزء شهرستان قشم می‌باشد. سطح جزیره هرمز را طبقات رسوبی و آتشفشانی تشکیل داده و طبقات نمکی به صورت تپه‌های نمکی، قسمت اعظم جزیره را پوشانده که اکثراً نمک طعام می‌باشد. بلندترین نقطه آن ۱۸۶ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و بزرگترین قطر آن ۸ کیلومتر است. این جزیره بین مختصات جغرافیایی ۲۵ ° ۵۶ درجه تا ۳۱ ° ۵۶ درجه طول شرقی و ۲۷ ° ۲ درجه تا ۶ ° ۲۷ درجه عرض شمالی قرار گرفته است. آب و هوای هرمز از بندرعباس ملایم‌تراست. درجه حرارت در فصل تابستان تا ۴۰ درجه سانتیگراد بالای صفر می‌رسد و میزان بارندگی آن بین ۳۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر در نوسان است. میزان رطوبت نسبی جزیره بین ۳۰ تا ۱۰۰ درصد می‌باشد.

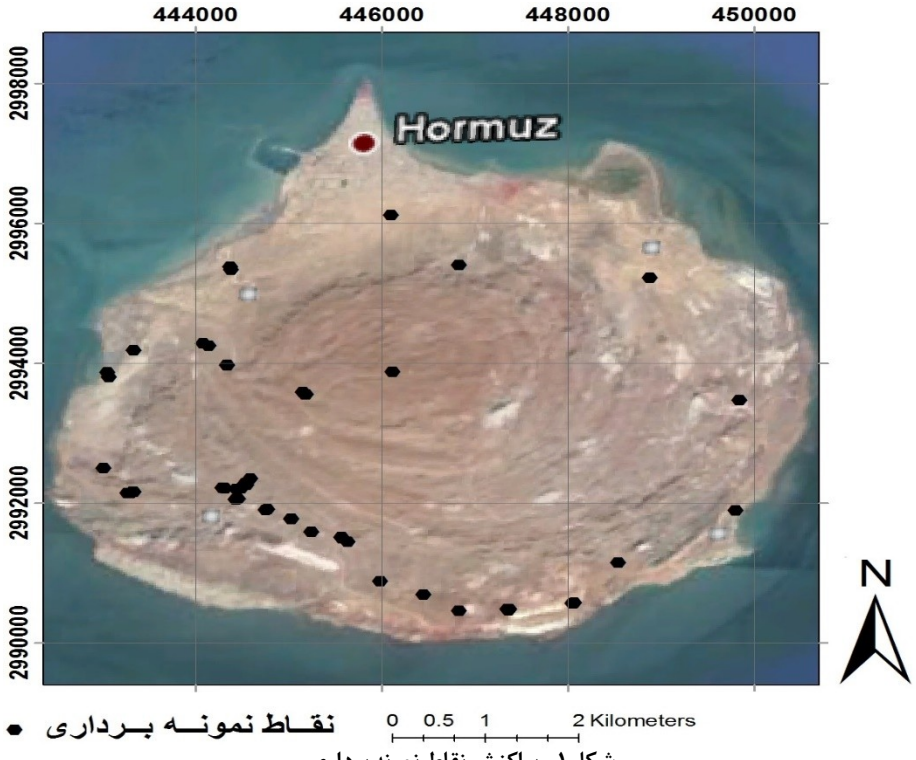


شکل( ): پراکنش نقاط نمونه برداری

نمونه برداری

تعداد ۵۸ نمونه خاک سطحی از عمق ۰ -۳۰cm جمع‌آوری شد. سیستم نمونه‌برداری به صورت هدفمند انتخاب شد.

بعد از هوا خشک کردن نمونه‌ها در دمای محیط، نمونه‌ها از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند و سرانجام مقدار غلظت عناصر سنگین در نمونه‌های خاک با استفاده از روش هضم چهار اسید به وسیله دستگاه ICP-OES[۱۲۳] اندازه‌گیری شد. مقدار آهک به عنوان متغیر کمکی با روش خنثی‌سازی با اسیدکلریدریک اندازه‌گیری شد. پراکنش نقاط اندازه‌گیری شده در شکل(۱)نشان داده شده است.



شکل۱- پراکنش نقاط نمونه برداری

[۱۲۳].Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometers

نتایج و بحث

قبل از انجام محاسبات زمین‌آماری بررسی‌های متداول آماری از قبیل آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها صورت گرفت. چولگی و کشیدگی عنصر کروم در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود . بوسیله آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مشخص شد که مقادیرعنصر کروم از توزیع نرمال پیروی نمی‌کند. داده‌های این عنصر با روش لگاریتمی نرمال شدند. آمار توصیفی متغیر مورد مطالعه در جدول(۱) نشان داده شده است.

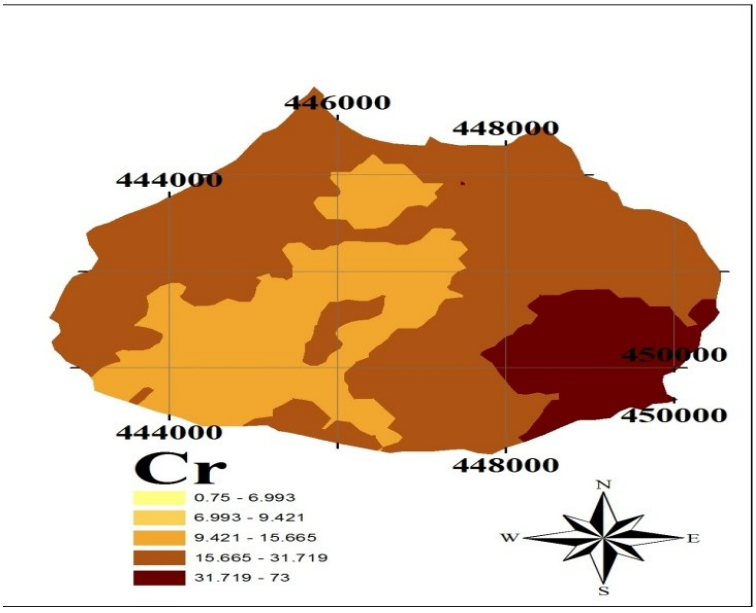
جدول ۱ - خلاصه آماری غلظت کل فلز کروم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) خاک‌های منطقه مورد مطالعه

متغیر	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	آزمون کولموگروف-اسمیرنوف
کروم	۷۵/۰	۷۳	۱۳۱۶/۱۷	۱۴۹۹۳/۱۵	۸۰۶/۱	۶۶۹/۳	۱۷۵/۰

برای بررسی وجود یا عدم وجود وابستگی مکانی فلز سنگین مورد مطالعه پس از برازش چندین مدل نیم‌تغیرنما، مدل نمایی به عنوان مناسب‌ترین مدل برگزیده شد.پس از انجام آنالیز خوشه‌ای بر روی داده‌ها آهک به عنوان متغیر کمکی در روش کوکریجینگ انتخاب شد. برای ارزیابی و کنترل قابلیت و اعتبار پارامترهای مورد استفاده در تخمین از روشی موسوم به Cross- Validation استفاده شده است (ون میرون، ۱۹۹۱). این روش شامل حذف به نوبت نمونه‌ها و برآورد مجدد آن‌ها به روش کریجینگ و با استفاده از سایر نمونه‌ها و مدل برازش شده بر واریوگرام تجربی است. سپس از تفاضل مقادیر واقعی و برآورد شده برای ارزیابی برآوردها استفاده می‌شود (گونزالز،۲۰۰۱). در این تحقیق ازشاخص SRMSاستفاده شده است. بهترین برآورد باید SRMS نزدیک به یک داشته باشد. بنابراین خطای استاندارد برآورد، اندازه مناسب و موثق از عدم قطعیت برآورد است. نتایج حاصل از شاخص ذکر شده در جدول(۲) نشان داده شده است.

جدول۲- نتایج ارزیابی روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ غلظت عنصر کروم

فلز مورد مطالعه	کروم
نوع تخمینگر	SRMS
کوکریجینگ	۸۴/۰
کریجینگ	۷۸/۰



شکل ۳- نقشه پهنه بندی عنصر کروم

همانطور که جدول(۲) نشان می‌دهد روش کوکریجینگ برای عنصر کروم بر پایه شاخص مقدار استاندارد شده ریشه متوسط مجذور خطاها برآورد بهتری نسبت به روش کریجینگ معمولی دارد. این امر نشان می‌دهد که استفاده از متغیر آهک به عنوان شاخص کمکی در برآورد و افزایش دقت و صحت عنصر کروم نقش بسزایی داشته و از آنجا که اندازه‌گیری متغیر فوق راحت و

کم‌هزینه‌تر است بنابراین استفاده از متغیر آهک در روش کوکریجینگ سبب افزایش دقت این روش نسبت به روش کریجینگ شده است. نقشه پهنه‌بندی فلزکروم در ۵ کلاس تهیه شد(شکل ۳) .

همانطور که از شکل برمی‌آید، مقدار این عنصر در قسمت جنوب شرقی حداکثر بوده و کمترین مقدار این عنصر در بخش‌های مرکزی و غرب جزیره دیده می‌شود. بنابراین تغییرات مکانی عناصر ذکر شده را می‌توان به نوع مواد مادری منطقه که بیشتر از نوع گنبدهای نمکی است که تحت عنوان سری هرمز معرفی می‌شود.

منابع

ایوبی، ش،ا. محمدزمانی، س، خرمالی، ف. ۱۳۸۶. براورد مقدار ازت کل خاک به کمک مقدار ماده آلی و با استفاده از روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ و کریجینگ- رگرسیون در بخشی از اراضی سرخنکلاته استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی.جلد چهاردهم. شماره‌ی ۴. صفحه‌های ۳۳-۲۳.

بقایی، ا. خادمی، ح. و م، جهانگرد. ۱۳۸۶. تجزیه و تحلیل زمین‌آماری برای بررسی تغییرات مکانی سرب و نیکل قابل جذب در اطراف دو قطب صنعتی منطقه اصفهان، مجله غلوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد چهاردهم. شماره‌ی ۴. صفحه‌های ۱۹-۱۱.

حاجی‌هاشمی جزی، م. آتشگاهی، م. حمیدیان، ا،ح. ۱۳۸۹. برآورد مکانی مولفه‌های کیفی آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش‌های زمین‌آمار (مطالعه موردی: دشت گلپایگان). نشریه محیط‌زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران.جلد شصت و سوم. شماره‌ی ۴. صفحه‌های ۳۵۷-۳۴۷.

حبشی، ه. حسینی،س. محمدی،ج. رحمانی، ر. ۱۳۸۶. کاربرد تکنیک زمین‌آمار در مطالعات خاک‌های جنگلی، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی.جلد چهاردهم. شماره‌ی ۱. صفحه‌های ۲۸- ۱۸.

نعیمی‌مرندی، س. ایوبی، ش،ا. عظیم‌زاده،ب. ۱۳۹۲.تعیین منشا برخی فلزات سنگین با استفاده از آمار چند متغیره و زمین آمار در منطقه صنعتی ذوب‌آهن اصفهان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد بیست و هفتم . شماره‌ی ۳. صفحه‌های ۵۶۹-۵۶۰.

Attia, O. and Dubois, J.P., ۱۹۹۴, Geostatistical Analysis of Soil Contamination in the Swiss Jura.Env.Pollution, ۸۶, P.۳۱۵-۳۲۷.

Gonzalez, A., Taboada, M.T. and Vieira, S.R., ۲۰۰۱, Geosttistical Analysis of Heavy Metals in a One-Ha Plot Under Natural Vegetation in a Serpentine Area.Can.J.SoilSci, ۸۱, P. ۴۶۹-۴۷۹.

Van Meirvenne, M., ۱۹۹۱, Characterizationof soil spatial variation using geostatistics. Ph.D.thesis, university of Gent, Belgium, academic press, ۱۶۸ pp.

Abstract

Soil contamination by heavy metals is an important environmental issue, so determination of accumulation and distribution of these metals has received greatattention of many researchers. Nowadays, much attention has been paid on using geostatestical methods for estimation of spatial parameters, either using the variable of these parameters (kriging) or auxiliary variables (cokriging), in water and soil sciences. Heavy metal pollution is very important, however, it is expensive and time consuming to measure this element in soil directly. Therefore, it is essential to explore methods for estimation of these parameters based on those which can be easily measured. For this purpose ۵۸ surface (۰-۳۰cm) soil samples were collected from Hormoz Island and the total concentration of Cr element was measured by using four acid digestion and inductively coupled plasma (ICP-OES) method, to assessment Cr element, kriging and cokriging geostatestical methods were used. Outputs of the cokriging and kriging procedure inestimation of Cr element was evaluated based onSRMSindex. The results showedthat the cokriging method compared to kriging method has higher SRMSvalue, therefor this method was selectedfor mapping Cr distribution using GIS.

بررسی تأثیر انواع مختلف مالچ‌های برگ درختان بر میزان شوری و pH خاک

زهرا سواری [۱]، موسی موسوی [۲]، فاطمه فیضی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی ، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲- استادیار گروه باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
در مقاله حاضر تأثیر مالچ‌های مختلف بر روی شوری و pH خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. به این منظور برگ‌های خشک ریزش‌کرده درختان پس از خرد شدن بعنوان مالچ بر روی سطح بستر کشت درون گلدان پخش گردیدند. پس از کاشت بذور ریحان، گلدان‌ها بطور مرتب با آب تصفیه‌شده آبیاری شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که بین مالچها از نظر شاخص‌های pH و EC در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. با توجه به نمودارهای مقایسه میانگین شوری خاک نشان داد که مالچ‌های برهان،کهور، سه‌پستان، انجیرمعابد و اکالیپتوس باعث کاهش مقدار شوری خاک شدند و سایر مالچها باعث افزایش مقدار شوری خاک شدند. بیشترین مقدار شوری خاک مربوط به مالچ گز ب و کمترین مقدار مربوط به مالچ سه‌پستان می‌باشد. براساس نتایج مقایسه میانگین pH خاک، تمام مالچ‌های مختلف به نسبت کم باعث کاهش مقدار عددی pH خاک شدند.

واژه های کلیدی: شوری خاک، pH، مالچ برگ درختان، ریحان

مقدمه
شوری خاک یکی از فاکتورهای محدود کننده تولیدات کشاورزی است که باعث کاهش رشد گیاه به ویژه گیاهان حساس به شوری در سراسر جهان در کشت‌های آبی میشود. بنابراین، بهره‌برداری و بهبود زمین‌های شور چالشی مهم برای محققان سراسر جهان است (ملونی و همکاران،۲۰۰۳). استفاده از مواد اصلاح‌کننده می‌تواند روشی کاربردی برای مدیریت مسئله شوری باشد. از جمله این مواد، استفاده از مالچ‌های مختلف می‌باشد که اخیراً تحقیقات زیادی در رابطه با تأثیر انواع مالچها بر روی خصوصیات خاک انجام گرفته است. مالچها به دو نوع، مالچ آلی (طبیعی) و مالچ غیر آلی (مصنوعی) تقسیم می‌شوند (اراجیس و همکاران، ۲۰۱۴). از مواد قابل استفاده به عنوان مالچ می‌توان بقایای گیاهی، برگ‌ها، پوست و قسمت‌های هرس شده درختان، کود حیوانی، کمپوست، کاغذ، خاک اره، پوشش‌های پلاستیکی، فرآورده‌های نفتی و سنگ را نام برد (رستگار، ۱۳۷۲. کوچکی و اکبری، ۱۳۸۰. مرادی نژاد ۱۳۷۹. نوجوان، ۱۳۸۰). در حقیقت می‌توان مالچ و مالچ پاشی را روشی برای ایجاد پوششی در سطح خاک قلمداد نمود که با اهداف و دیدگاه‌های متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرد (افشار و همکاران،۱۳۹۱). امروزه مالچها به طور گسترده در تولیدات کشاورزی جهت کاهش تبخیرآب از سطح خاک، افزایش رشد محصول در اقلیم‌های سرد به واسطه افزایش دما، کمک به کنترل علف‌های هرز (اراجیس و همکاران، ۲۰۱۴)، افزایش تخلخل و نفوذپذیری، کنترل رواناب و فرسایش استفاده می‌شود (گلاب و کالیج، ۲۰۰۸). مالچها با کاهش تبخیر و استحکام خاکدانه‌ها موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاك می‌شوند. کاهش تبخیر آب باعث کاهش غلظت املاح خاک می‌شود (ژائو و همکاران، ۲۰۱۴). از جمله اثرات دیگر مالچ ها برخصوصیات شیمیایی خاک می‌توان به pH خاک اشاره نمود که بر اساس نوع مالچ تأثیر متفاوتی بر روی pHخاک دارند. برای مثال خزه اسفگنوم معمولا pH را کاهش می‌دهد وبسیاری از مالچ های ارگانیک دیگر pH را کمی بالا می‌برند، و خاک قلیایی‌تر می‌شود. برگ بلوط زمانی که تازه است ممکن است خاصیت اسیدی داشته باشد اما زمانی که بیشتر تجزیه می‌شود، خاصیت قلیایی پیدا می‌کند (رستگار،۱۳۷۲؛ زند و همکاران ۱۳۸۳).

ژائو و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر مالچ کاه و کلش بر روش حفظ رطوبت و شوری خاک بررسی کردند. به این منظور کرت مالچ‌پاشی شده با کرت بدون مالچ را با هم مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که در کرت مالچ‌پاشی شده نسبت به کرت بدون مالچ میزان شوری کاهش یافته و حفظ رطوبت خاک افزایش یافته است.

پروایوز و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی با بررسی اثر متقابل خاکورزی و مالچ کاه و کلش گندم بر میزان رطوبت خاك دریافتند که استفاده از مالچ در سیستم‌های خاکورزی عمیق نسبت به شخم سنتی دارای میزان حفظ رطوبت بیشتری می‌باشد و استفاده از کاه و کلش در هر دو سیستم خاکورزی اثر بیشتری بر حفظ رطوبت خاك دارد، به طوری که در شخم عمیق استفاده از بقایای گندم در سطح ۱۴ تن بر هکتار میزان رطوبت خاك را ۲/۱ برابر نسبت به تیمار شاهد در همین شخم افزایش می‌دهد. بررسی‌های مالامبا و لال (۲۰۰۸) نشان داد که استفاده از بقایای کشاورزی در به عنوان پوشش در سطح خاک باعث کاهش تبخیر و افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شود. احمدی مقدم (۱۳۹۲) در پژوهشی تأثیر انواع مختلف مالچها از جمله کاه و کلش گندم و ذرت،برگ درخت و خاک اره را بر تغییرات حفظ رطوبت بررسی نمود. نتایج ایشان نشان داد که استفاده از مالچ باعث حفظ رطوبت خاک می‌شود.

با توجه به اینکه در زمینه تأثیر مالچها بر روی شوری و pH مطالعات زیادی انجام نگرفته است، واز آنجایی که این دو پارامتر از جمله خصوصیات مهم خاک می‌باشد، در این پژوهش سعی شده که تأثیر چند نوع مالچ برگ درختان بر روی شوری و pH بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر ۱۱ نوع مالچ شامل برگهای ریزش کرده خشک درختان برهان (*Albizia lebbeck*)، سپستان (*Cordia myxa*)، کهور (*Prosopis juliflora*)، فلوس (*Cassia fistula*)، کنار (*Ziziphus spina-cristi*)، جامبو (*Euginia jambolana*)، کنوکارپوس (*Conocarpus erectus*)، انجیر معابد (*Ficus religiosa*)، اکالیپتوس (*Eucalyotys camaldulensis*)، انجیر بنگالی (*Ficus benghalensis*)، گز (*Tamarix* Sp.) بر روی میزان شوری و pH خاک آزمایشی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال ۹۳ صورت گرفت. بدین منظور برگ های خزان کرده ۱۱ درخت گرمسیری فوق که به طور طبیعی در اردیبهشت ماه در اهواز خزان می کنند جمع آوری شدند. مخلوطی از خاک و ماسه شسته به نسبت ۱:۱ آماده شد و درون گلدان هایی که تحت کشت ریحان بودند ریخته شد. از ریحان بعنوان گیاه مدل در این آزمایش استفاده شد. به منظور تعیین تاثیر مالچ ها بر میزان شوری خاک و pH ، قبل از کشت مقدار EC و pH خاک اندازه گیری شد که EC= ۵/۰ و pH برابر ۸۶/۸ می‌باشد. پس از کاشت بذور در گلدان‌ها روی آن‌ها با مالچ پوشیده شد و بلافاصله آبیاری انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. در پایان فصل رشد مقدار شوری و pH خاک اندازه‌گیری شد. جهت آنالیز آماری داده‌های به دست آمده از نرم‌افزارهای SPSS و SAS استفاده گردید.

نتایج و بحث

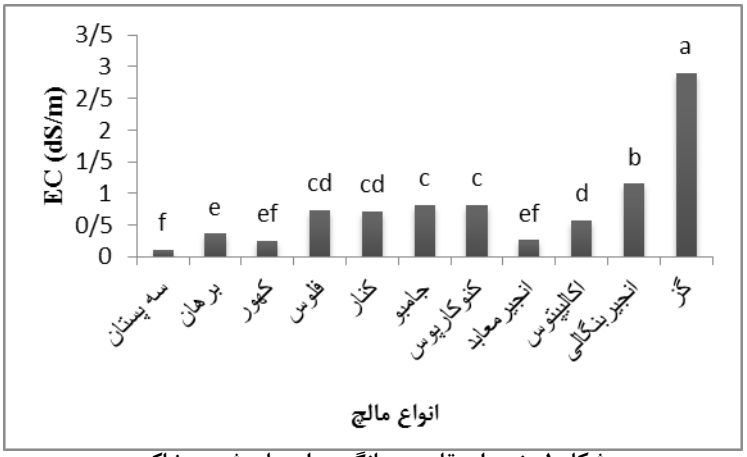
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که بین مالچ ها از نظر شاخص‌های pH و EC در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد . با توجه به نمودارهای مقایسه میانگین داده‌های شوری خاک (شکل ۱) از بین ۱۱ نوع مالچ استفاده شده، مالچ‌های برگ درختان برهان، کهور، سه‌پستان، انجیر معابد و اکالیپتوس باعث کاهش مقدار شوری خاک شدند و سایر مالچ باعث افزایش مقدار شوری خاک شدند. بیشترین مقدار شوری خاک مربوط به مالچ گز بوده و کمترین مقدار شوری مربوط به مالچ سه‌پستان می‌باشد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌های pH خاک (شکل ۲)، تمام مالچ‌های مختلف به نسبت خیلی کم باعث کاهش مقدار عددی pH خاک نسبت به pH اولیه آن شدند.

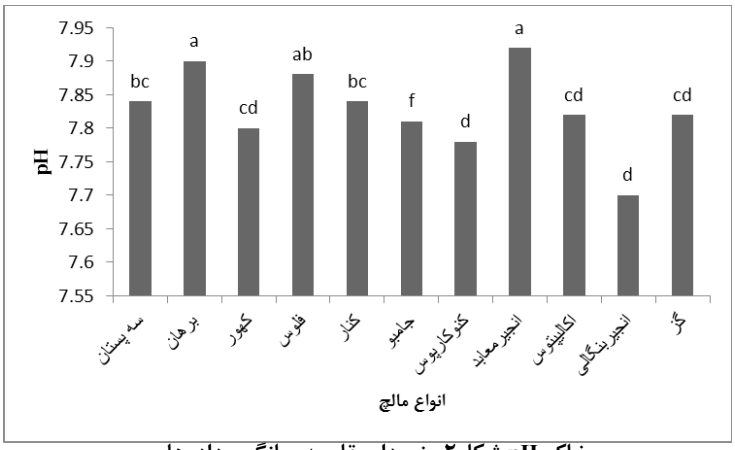
جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر مالچ های مختلف بر روی شوری و pH خاک

		میانگین مربعات	
منبع تغییرات	درجه ازادی	EC	pH
مالچ	۱۱	۶۰۹/۱*	۰۰۹۴۰/۰
خطا	۲۴	۰۰۹۳/۰*	۰۰۰۹۰/۰*
ضریب تغییرات		۵۷/۱۲*	۳۸/۰*

ns در سطح ۵ درصد معنی دار می‌باشد و * .معنی دار نمی‌باشد



شکل ۱- نمودار مقایسه میانگین داده‌های شوری خاک



خاک pH شکل۲- نمودار مقایسه میانگین داده‌های

از دلایل اصلی کاهش EC خاک در مالچ‌های برهان، کهور، سه‌پستان، انجیر معابد و اکالیپتوس کاهش تبخیر آب از سطح خاک که در نتیجه آن حفظ رطوبت خاک می‌باشد. در این حالت غلظت کل املاح خاک کاهش یافته و EC نهایی خاک نسبت به EC اولیه کمتر می‌شود. همچنین حرکت املاح از لایه پایین به سطح خاک کاهش می‌یابد و تجمع نمک در سطح به حداقل می‌رسد. در سایر مالچ‌ها علی‌رغم کاهش تبخیر، به دلیل خاصیت شور بودن نوع مالچ، در نهایت مقدار EC خاک را افزایش دادند.

نتایج به دست آمده با نتایج لی و همکاران (۲۰۱۲) و ژانگ و همکاران (۲۰۰۹) مبنی بر افزایش شستشوی املاح و جلوگیری از تجمع در سطح خاک مطابقت دارد. همچنین کارتر (۱۹۹۸) گزارش داد که مالچ‌ها به واسطه کاهش تبخیر آب باعث حفظ رطوبت می‌شود. آراجیس و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش دادند که استفاده از مالچ‌ها باعث کاهش شوری خاک، می‌گردد.

تأثیرمالچ‌ها بر روی pH خاک بستگی به نوع مالچ از نظر اسیدی یا بازی بدون دارد و طبق نتایج به دست آمده تمام مالچ تا حدودی باعث کاهش pH شده‌اند. حداکثر کاهش مربوط به انجیر بنگالی می‌باشد.

منابع

احمدی مقدم، ز. ۱۳۹۲. اثر مالچ بر میزان حفظ رطوبت خاك. اولین همایش ملی چالشهای منابع آب و کشاورزی. انجمن آبیاری و زهکشی ایران- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان.

رستگار، م. ع. ۱۳۷۲. دیمکاری . انتشارات دانشگاه شیراز.

زند، ا.، ح . رحیمیان، ع . کوچکی، ج . خلقانی، س . ك. موسوی و ك . رمضانی. ۱۳۸۳. اکولوژی علف ها ی هرز (کاربرد های مدیریتی) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی، ع. م و م.ا، اکبری. ۱۳۸۰. بررسی راهکار عملی برای افزایش کیفیت محصول گرمک اصفهان. مجله باغبانی ایران، دوره ۲، شماره ۳و ۴.

مرادی نژاد، ف. ۱۳۷۹. اصول باغبانی . انتشارات فرهنگ جامع.

نوجوان، م. ۱۳۸۰. اصول مبارزه با علفهای هرز. انتشارات دانشگاه ارومیه.

Aragüés, R. Medina, E.T. and Claveria, I. ۲۰۱۴. Effectiveness of inorganic and organic mulching for soil salinity and sodicity control in a grapevine orchard drip-irrigated with moderately saline waters. Spanish Journal of Agricultural Research ۱۲(۲): ۵۰۱-۵۰۸

Carter, L.M., ۱۹۹۸. Tillage. In: Cotton Production. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication, pp. ۱-۱۴.

Glab, T. and B. Kulig, (۲۰۰۸). Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Tritic aestivum*). Soil and Tillage Res., ۹۹:۱۶۹-۱۷۸.

Li, H., Wang, S., Guo, M., Gao, H., Pang, H., Li, Y., ۲۰۱۲. Effect of different straw layer on soil water-salt movement and maize yield in Hetao Irrigation District in Inner Mongolia. J. Irrig. Drainage ۳۱, ۹۱-۹۴.

Meloni, D.A., Oliva, M.A., Martinez, C.A., Cambraia, J., ۲۰۰۳. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. Environ. Exp. Bot. ۴۹, ۶۹-۷۶.

Mulumba, L.N., Lal, R., ۲۰۰۸. Mulching effects on selected soil physical properties. Soil Tillage Res. ۹۸, ۱۰۶-۱۱۱.

Pervaiz, M.A., Iqbal, M., Shahzad, KH., and Hassan, A.U., ۲۰۰۹. Effect of mulch on soil physical properties and N, P, K concentration in maize (*Zea mays*) shoots under two tillage systems. Journal of Agriculture & Biology., ۱۱,۱۱۹-۱۲۴.

Zhao, y. Pang, H. Wang, J. Huo, L & Li, Y. Effects of straw mulch and burie dstraw on soil moisture and dsalinity in relationtosunflowergrowthandyield. Field Crops Research ۱۶۱, ۱۶-۲۵.

Abstract

In this paper, we investigated the effect of different mulchs on soil salinity and pH. For this purpose, dry droped trees leaves were collected and used as mulch after powdered. The pots culture substrates consist of sand and soil in equal values (۱:۱) and the pots surface was covered with a mulch of leaves. This experiment was conducted as a completely randomized design with three replications. The results showed that the mulch in terms of pH and Ec values are significantly different at ۵% level. According to comparison between ۱۱ types of mulchs it was appear that mulchs belong to *Cordia myxa, Albizia lebbeck, Prosopis juliflora, Ficus religiosa* and *Eucalyptus camadulensis* decreased salinity but the other mulches showed an opposite effect. The maximum amount of soil salinity was observed in *Tamarix* sp., and lowest salinity of mulch *Cordia myxa*. The results of pH mean showed that all of mulch slightly decreased soil pH than the initial pH value.

ارزیابی خطر ناشی نیترات موجود در سیب زمینی های تولید شده در ایران برای سلامت انسان و استخراج حد بحرانی نیترات در سیب زمینی با استفاده از نتایج حاصله

مژگان یگانه [۱]، کامبیز بازرگان [۱]
۱- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده

در حال حاضر اطلاعات کافی در مورد وضعیت نیترات در سیب زمینی های تولید ایران وجود ندارد. بعلاوه کمبود استاندارد ملی نیترات در سیب زمینی با توجه به شرایط تغذیه ای و جمعیتی کشور کاملا احساس می شود بنابراین هدف از این مطالعه تعیین مقدار نیترات در سیب زمینی های تولید شده در کشور، محاسبه خطر ناشی از مصرف آن ها برای مردم و تعیین استاندارد ملی نیترات سیب زمینی با توجه به این محاسبات می باشد. ۲۷۷ نمونه سیب زمینی از نقاط مختلف جمع آوری شد. غلظت نیترات در نمونه ها تعیین شد. استان کرمان دارای بالاترین آلودگی نیترات و خطر غیر سرطانی ناشی از آن بود. آسیب پذیرترین گروه نیز پسران ۱۴-۷ ساله ساکن این استان بودند. عدد ۲۶۴ میلی گرم بر کیلوگرم به عنوان حدبحرانی نیترات در سیب زمینی با توجه به این گروه حساس و سبد غذایی ایرانیان و معادلات ارزیابی خطر تعیین شد

واژه های کلیدی: نیترات، سیب زمینی، سلامت انسان، ارزیابی خطر، حد بحرانی

مقدمه

بدلیل کمبود مقدار ماده آلی و نیتروژن در خاک های ایران، استفاده از کودهای نیتروژنه در کشت سیب زمینی بسیار متداول می باشد. مقدار استفاده از کودها بسته به شرایط خاک باید بین ۴۰۰-۲۰۰ کیلوگرم اوره بر هکتار باشد (Malakouti and Gheibi ۲۰۰۰) تجمع نیترات ناشی از استفاده از این کودها در گیاه و ورود آن به زنجیره غذایی می تواند سلامت انسان را تهدید نماید. البته فاکتورهای متعدد محیطی و کشاورزی در غلظت نیترات در محصولات موثرند (Contliffe ۱۹۷۳).

در حال حاضر اطلاعات کافی در مورد وضعیت نیترات در سیب زمینی های تولید ایران وجود ندارد. بعلاوه کمبود استاندارد ملی نیترات در سیب زمینی با توجه به شرایط تغذیه ای و جمعیتی کشور کاملا احساس می شود بنابراین هدف اززا این مطالعه تعیین مقدار نیترات در سیب زمینی های تولید شده در نقاط مهم سیب زمینی کاری کشور، محاسبه خطر ناشی از مصرف آن ها یرای مردم و تعیین استاندارد ملی نیترات سیب زمینی با توجه به این محاسبات می باشد.

مواد و روش ها

نمونه های سیب زمینی به ۲ روش زیر جمع آوری شدند:

۱- برای تعیین وضعیت نیترات در سیب زمینی های مصرف شده در تهران، نمونه های سیب زمینی بصورت هفتگی (۶۴ نمونه در طول یکسال) از میدان مرکزی میوه و تره بار تهران جمع آوری شدند.

۲- برای تعیین وضعیت نیترات در سیب زمینی های تولید شده و مصرف شده در مناطق اصلی سیب زمینی کاری کشور ۲۷۷ نمونه از مزارع ۹ استان به شرح نمونه برداری شد: اصفهان (۷۷ نمونه)، چهارمحال و بختیاری (۱۰ نمونه)، همدان (۴۸ نمونه)، آذربایجان شرقی (۵ نمونه)، اردبیل (۴۸ نمونه)، تهران (۱۱ نم.نه)، کرمان ۰۲۸ نمونه)، خوزستان (۳۸ نمونه) و فارس (۱۲ نمونه).

غلظت نیترات در نمونه به روش اسید نیتریک تعیین گردید (Cataldo et al. ۱۹۷۵).

ارزیابی قرارگرفتن در معرض آلاینده ها (Exposure Assessment)

ورود نیترات به بدن انسان از طریق خورده شدن

از طریق فرمول معرفی شده توسط سازمان جفاظت از محیط زیست آمریکا (USEPA) محاسبه گردید:

$$Intake(mgkg^{-1}d^{-1}) = (CF \times IR \times FI \times EF \times ED)/(BW \times AT) \quad (1)$$

CF غلظت آلاینده در ماده خورده شده ($mg\ g^{-1}$)، IR= نرخ خورده شدن ($g\ d^{-1}$) یا ($g\ L^{-1}$)، FI= مقداری از آلاینده که از طریق ماده خورده شده جذب بدن می شود (بدون واحد). میانگین این ضریب ۲۵/۰ است و مقدار آن در بدترین و محافظه کارانه ترین حالت ۴/۰ می باشد (USEPA۱۹۸۹). در این مطالعه مقدار ۴/۰ که می تواند بیانگر ۹۵% بالای احتمال خطر باشد، استفاده شد. EF= تناوب مصرف در سال ($d\ y^{-1}$)، ED= تعداد سال هایی که از این ماده خوراکی استفاده می شود. این عامل در محاسبه احتمال خطرپذیری بیماری های سرطانی ۳۰ سال و در بیماری های غیرسرطانی ۷۰ سال در نظر گرفته می شود (y). BW= وزن بدن (kg)، AT (d)= میانگین دوره زمانی که فرد در طول حیات در معرض آلاینده قرار می گیرد. در محاسبه خطرپذیری غیرسرطانی:

$$AT = ۳۶۵\ (d\ y^{-1}) \times ED\ (y)$$

و در محاسبه خطرپذیری سرطانی:

$$AT = ۳۶۵\ (d\ y^{-1}) \times ۷۰\ (y)$$

میزان ریسک یا خطرپذیری از طریق فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$HQ = intake/RfD \quad (2)$$

در این معادله، HQ [۱۲۴] بیانگر میزان خطر غیرسرطانی و RfD غلظت مرجع یا مبنا می‌باشد ($mg\ kg^{-1}\ d^{-1}$) و intake مقدار ورود آلاینده به بدن انسان است. مقدار پارامترهای استفاده شده در این معادلات در جدول ۱ ارائه شده است.

[۱۲۴] - Hazard Quotient

بعد از انجام محاسبات ارزیابی خطر، حساس ترین و آسیب پذیرترین گروه شناسایی شد و محاسبات تعیین حد بحرانی با توجه به ویژگی های این گروه انجام شد.

جدول ۱- پارامترهای مورد استفاده برای تعیین در معرض قرارگیری روزانه نسبت به نیترات برای افراد ساکن در ایران

parameter	Unit	Children-girls	Children-boys	Children-girls	Children-boys	Teenagers-girls	Teenagers-boys	Average-women	Average-men	Old-women	Old-men	Reference
		۶<	۶<	۷-۱۴	۷-۱۴	۱۸-۱۴	۱۸-۱۴	۵۴-۱۸	۵۴-۱۸	۵۵	۵۵	
ED	years	۴	۴	۷	۷	۴	۴	۲۷	۲۷	۱۵	۱۵	Aghili ۲۰۰۹
EF	$d\ y^{-1}$	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	Aghili ۲۰۰۹
Body Weight	Kg	۱۷.۵	۱۸.۷	۳۹	۳۵	۵۶	۵۹.۱	۶۱	۷۶.۴	۶۰.۶	۶۵.۱	Roohani ۲۰۱۲
Potato ingestion	gd^{-1}	۱۹.۴	۱۹.۴	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	Suitable سبد غذایی for Iranian۲۰۱۳

نتایج و بحث

میانگین، کمینه و بیشینه غلظت نیترات در نمونه های سیب زمینی به ترتیب ۵/۱۶۳، ۲/۱۰ و ۱۵/۵۲۴ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تازه بود. آنالیزهای آماری نشان دادند که احتمال اینکه غلظت نیترات در سیب زمینی های کشور بالاتر از حد بحرانی ۲۰۰ $mg\ kg^{-1}$ (حد بحرانی معرفی شده توسط اکثر کشورهای اروپایی) باشد ۳۵ درصد است. جدول ۲ توزیع نیترات در سیب زمینی های تولید شده و مصرف شده در کشور را نشان می دهد.

مطالعات ارزیابی خطر نشان دادند که بیشترین میزان تهدید سلامتی ناشی از نیترات موجود در سیب زمینی برای ساکنین استان کرمان وجود دارد و حساس ترین گروه پسران ۱۴- ۷ ساله ساکن در این استان هستند. میزان این خطر معادل ۱۳۱/۰ است که از حد بحرانی ۱ بسیار پایین تر است (جدول ۴).

جدول ۲- توزیع غلظت نیترات در نمونه ها

	Isfahan	Chaharmahal va Bakhtiari	Hamedan	East Azerbaijan	Ardebil	Tehran	Kerman	Khuzestan	Fars	Tehran, central veg. shops
۲۰۰> mg/kg	۷۸%	۱۰۰%	۵۶%	۸۰%	۶۵%	۹۱%	۵۰%	۷۴%	۹۲%	۶۶%
۲۰۰-۳۰۰ mg/kg	۱۹%	۰	۲۷%	۰	۲۷%	۹%	۲۹%	۲۶%	۸%	۱۷%
۳۰۰< mg/kg	۳%	۰	۱۷%	۲۰%	۸%	۰%	۲۱%	۰	۰%	۱۷%

جدول ۳- میانگین ورود روزانه نیترات ($mg\ kg^{-1}d^{-1}$) به بدن افراد در استان های مختلف

Receptor groups	Isfahan	Chaharmahal va Bakhtiari	Hamedan	East Azerbaijan	Ardebil	Tehran	Kerman	Khuzestan	Fars	Tehran, central veg. shops
Girls<۶ years	۰.۱۱۰	۰.۰۷۶	۰.۱۵۰	۰.۱۱۱	۰.۱۳۴	۰.۱۹۹	۰.۱۷۳	۰.۰۶۶	۰.۰۶۲	۰.۰۷۷
boys<۶ years	۰.۱۰۳	۰.۰۷۲	۰.۱۴۱	۰.۱۰۴	۰.۱۲۵	۰.۲۴	۰.۲۰۹	۰.۰۶۲	۰.۰۵۹	۰.۰۷۲
Girls۷-۱۴years	۰.۱۰۷	۰.۰۷۵	۰.۱۴۶	۰.۱۰۸	۰.۱۳۰	۰.۱۱۰	۰.۱۷۳	۰.۲۱۲	۰.۲۰۰	۰.۲۵
boys۷-۱۴years	۰.۱۲۹	۰.۰۹۰	۰.۱۷۷	۰.۱۳۱	۰.۱۵۷	۰.۱۳۳	۰.۲۰۹	۰.۲۵۶	۰.۲۴۱	۰.۳۰
Girls۱۴-۱۸years	۰.۰۶۷	۰.۰۴۶	۰.۰۹۲	۰.۰۶۷	۰.۰۸۲	۰.۰۶۹	۰.۱۰۸	۰.۱۳۲	۰.۱۲۵	۰.۱۵۴
boys۱۴-۱۸years	۰.۰۶۴	۰.۰۴۴	۰.۰۸۷	۰.۰۶۴	۰.۰۷۷	۰.۰۶۵	۰.۱۰۳	۰.۱۲۶	۰.۱۱۸	۰.۱۴۶
Average women	۰.۰۶۱	۰.۰۴۳	۰.۰۸۴	۰.۰۶۲	۰.۰۷۵	۰.۰۶۳	۰.۰۹۹	۰.۱۲۲	۰.۱۱۵	۰.۱۴۲
Average men	۰.۰۴۹	۰.۰۳۴	۰.۰۶۷	۰.۰۵۰	۰.۰۶۰	۰.۰۵۰	۰.۰۸۰	۰.۰۹۷	۰.۰۹۱	۰.۱۱۳
۵۵< women	۰.۰۶۲	۰.۰۴۳	۰.۰۸۵	۰.۰۶۲	۰.۰۷۵	۰.۰۶۴	۰.۱۰۰	۰.۱۲۲	۰.۱۱۵	۰.۱۴۳
men ۵۵<	۰.۰۵۸	۰.۰۴۰	۰.۰۷۸	۰.۰۵۸	۰.۰۷۰	۰.۰۵۹	۰.۰۹۳	۰.۱۱۴	۰.۱۰۷	۰.۱۳۳

تعیین حد بحرانی نیترات در سیب زمینی

بر طبق جدول ۵ سهم سیب زمینی در سبدغذایی حاوی نیترات ایرانیان (بدون در نظر گرفتن آب آشامیدنی) ۷/۲۲% مـی باشـد. آب آشامیدنی دارای حد بحرانی جهانی مخصوص به خود می باشد (۵۰ میلی گرم در لیـتر، FAO/WHO ۱۹۹۶). بنـابراین اگـر آب حـاوی ایـن مقدار نیترات باشد (که میانگین غلظت نیترات در آب همین مقدار است) ۱۰۰ میلی گرم نیترات در روز به بدن گروه حساس وارد می شود. بیشینه مقدار مجاز ورود نیترات به بدن پسران ۱۴- ۷ ساله ساکن استان کرمان ۵/۲۹ میلی گرم در روز می باشد.

جدول ۴- خطر غیرسرطانی ناشی از مصرف سیب زمینی

Receptor groups	Isfahan	Chaharmahal va Bakhtiari	Hamedan	East Azerbaijan	Ardebil	Tehran	Kerman	Khuzestan	Fars	Tehran, central veg. shops
Girls<۶ years	۰.۰۳۸	۰.۰۲۶	۰.۰۵۲	۰.۰۳۸	۰.۰۴۶	۰.۰۳۹	۰.۰۶۱	۰.۰۴۱	۰.۰۷۱	۰.۰۸۸
boys<۶ years	۰.۰۳۶	۰.۰۲۵	۰.۰۴۹	۰.۰۳۶	۰.۰۴۳	۰.۰۳۶	۰.۰۵۸	۰.۰۳۹	۰.۰۶۶	۰.۰۸۱
Girls۷-۱۴years	۰.۰۶۷	۰.۰۴۷	۰.۰۹۲	۰.۰۶۸	۰.۰۸۱	۰.۰۶۹	۰.۱۰۸	۰.۰۷۳	۰.۰۶۹	۰.۰۸۶
boys۷-۱۴years	۰.۰۸۱	۰.۰۵۶	۰.۱۱۰	۰.۰۸۲	۰.۰۹۸	۰.۰۸۳	۰.۱۳۱	۰.۰۸۸	۰.۰۸۳	۰.۱۰۴
Girls۱۴-۱۸years	۰.۰۴۲	۰.۰۲۹	۰.۰۵۷	۰.۰۴۲	۰.۰۵۱	۰.۰۴۳	۰.۰۶۸	۰.۰۴۶	۰.۰۴۳	۰.۰۵۳
boys۱۴-۱۸years	۰.۰۴۰	۰.۰۲۸	۰.۰۵۴	۰.۰۴۰	۰.۰۴۸	۰.۰۴۱	۰.۰۶۴	۰.۰۴۴	۰.۰۴۱	۰.۰۵۰
Average women	۰.۰۳۸	۰.۰۲۷	۰.۰۵۲	۰.۰۳۹	۰.۰۴۷	۰.۰۳۹	۰.۰۶۲	۰.۰۴۲	۰.۰۴۰	۰.۰۴۹
Average men	۰.۰۳۱	۰.۰۲۱	۰.۰۴۲	۰.۰۳۱	۰.۰۳۷	۰.۰۳۱	۰.۰۵۰	۰.۰۳۳	۰.۰۳۱	۰.۰۳۹
۵۵< women	۰.۰۳۹	۰.۰۲۷	۰.۰۵۳	۰.۰۳۹	۰.۰۴۷	۰.۰۴۰	۰.۰۶۳	۰.۰۴۲	۰.۰۴۰	۰.۰۴۹
men ۵۵<	۰.۰۳۶	۰.۰۲۵	۰.۰۴۹	۰.۰۳۶	۰.۰۴۴	۰.۰۳۷	۰.۰۵۸	۰.۰۳۹	۰.۰۳۷	۰.۰۴۶

جدول ۵- سبدغذایی حاوی نیترات ایرانیان

Foodstuff	NO_3 (g d^{-1}, L d^{-1})
Potato	۶۸
Vegetables	۲۲۸
Meat products	۴
Drinking water	۲

۱۲۹.۵ $mg\ d^{-1}$ - ۱۰۰ $mg\ d^{-1}$ (related to drinking water)= ۲۹.۵ $mg\ d^{-1}$

و بیشینه مقدار مجاز ورود نیترات از طریق سیب زمینی ۶۹/۶ میلی گرم در روز می باشد:

۲۲.۷% × ۲۹.۵ $mg\ d^{-1}$= ۶.۶۹ $mg\ d^{-1}$

و با استفاده از معادله ۱، بیشینه غلظت مجاز نیترات در سیب زمینی برای جامعه ایران ۲۴۶ میلی گرم در کیلوگرم خواهد بود. در این محاسبات از فرضیات محافظه کارانه استفاده شد. بر طبق این حد بحرانی میانگین غلظت نیترات در همه استان های مورد بررسی کمتر از حد بحرانی می باشد.

منابع

Aghili F, Khoshgoftarmanesh AH, Afyuni M, et al. ۲۰۰۹. Health risks of heavy metals through consumption of greenhouse vegetables grown in central Iran. Hum Ecol Risk Assess ۱۵(۵):۹۹۹-۱۰۱۵

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). ۲۰۰۰. Toxicological Profile for Arsenic. Document ۲۰۵-۰۰۰۲۴. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA, USA Lorenz, ۱۹۷۸

Contliffe DJ. ۱۹۷۳. Nitrate accumulation in table beets and spinach as affected by nitrogen, phosphorus, potassium nutrition and light intensity. J. Am. Hort. Sci ۹۷: ۵۶۳-۵۶۹

Malakouti MJ and Gheibi MN. ۲۰۰۰. Determination of critical levels of nutrients in soil, plant and fruit for increasing the quantitative and qualitative yield of strategic crops of Iran. Second edition. Agricultural Education publication, Karaj, Iran.

Roohani N. ۲۰۱۲. PhD Thesis, ETH Zurich University.
Suitable food basket for Iranian society. ۲۰۱۳. Ministry of Health and Medical Education.
USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). ۱۹۸۹. Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual Part A. EPA/۵۴۰/۱-۸۹/۰۰۲. Office of Health and Environmental Assessment, Washington, DC, USA
WHO. ۱۹۹۶. Guidelines for drinking-water quality, ۲nd ed. Vol. ۲ Health criteria and other supporting information, p. ۹۴۰-۹۴۹; and WHO, ۱۹۹۸. Addendum to Vol. ۲. p. ۲۸۱-۲۸۳. Geneva, World Health Organization. Summary tables. http://www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/Summary_tables/Sumtab.htm
Yeganeh M, Afyuni M, Khoshgoftarmanesh AH, et al. ۲۰۱۲. Health Risks of Metals in Soil, Water, and Major Food Crops in Hamedan Province, Iran. Human and Ecological Risk Assessment ۱۸: ۵۴۷-۵۶۸
Yeganeh M, Afyuni M, Khoshgoftarmanesh AH, et al. ۲۰۱۳. Mapping of human health risks arising from soil nickel and mercury Contamination. Journal of Hazardous Materials ۲۴۴- ۲۴۵: ۲۲۵- ۲۳۹

Abstract

Because of low amount of nitrogen and organic matter in most soils of Iran, it is recommended to use nitrogen fertilizers in potato fields. Some agricultural and environmental factors affect nitrate concentration in vegetables and fruits. Nitrate in food is toxic and hazardous for human health. Nitrate accumulates in plants, naturally and if its entrance to human body is more than critical values, it can threat human health. But there is not enough information about nitrate pollution in potatoes of Iran and it is necessary to study about this topic and finding some solutions to reduce this pollution. Critical concentration of toxic elements and compounds such as nitrate in foodstuffs depends on rate of consumption of foodstuffs and society food basket and it is not accurate to use the same critical concentration for all societies. There is not a scientific value as critical level of nitrate in potatoes in Iran. Then the objective of this study is to: Determine the amount of nitrate in potatoes in different parts of Iran, assessing the human health arising from their content of nitrate and calculating the critical concentration of nitrate in potato, using risk assessment study and Iranian food basket. ۲۷۷ samples were collected from main province in producing potato in Iran. Concentration of nitrate was measured in all samples. Results showed that Kerman province has more number of polluted potatoes with nitrate and non cancer risk arising from nitrate. The most sensitive group to nitrate was boys ۷- ۱۴ years old residing in Kerman province. Critical value of nitrate in potato for this receptor group, then for Iranian society in conservative conditions, was calculated using intake equations introduced by USEPA and considering Iranian food basket as ۲۴۶ mg $kg^{-۱}$.

بررسی تاثیر دو منبع آلی باگاس و کود گاوی برعملکرد گندم رقم چمران

ابراهیم جواهری [۱]، سید محمد هادی موسوی فضل [۱]
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

چکیده

به منظور بررسی تاثیر منابع آلی از دو منبع کود گاوی و باگاس نیشکر و اثرات متقابل این منابع با کود نیتروژن از منبع اوره به منظور کاهش مصرف کود نیتروژن و افزایش درصد ماده آلی خاک آزمایشی به صورت اسپلیت پلات با ۵ تیمار در کرت های اصلی و ۴ تیمار در کرت های فرعی در ۳ تکرار اجرا گردید. نتایج نشان دادند در تیمار مصرف کود اوره به میزان ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن بدون مصرف کود آلی با عملکرد ۴۸۳۳ کیلوگرم در هکتار و وزن زیست توده ۱۰۲۹۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارهای آزمایش در صدر قرار گرفت. همچنین میزان جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه به ترتیب ۹/۱، ۳۴/۰ و ۳۷/۰ درصد و برگ ۳۱/۰، ۰۴/۰، ۳۰/۰ درصد و پروتیین در این تیمار ۸/۱۰ درصد به دست آمد. براین اساس مصرف کود آلی در مقادیر کمتر و به دفعات بیشتر و استفاده از آزمون خاک برای مصرف کودهای شیمیایی قابل توصیه می باشد.

واژه های کلیدی: گندم، کود آلی، نیتروژن

مقدمه

بنا بر آمارهای موجود بیش از ۶۰ درصد اراضی کشاورزی کشور از کربن آلی کمتر از یک در صد برخوردار می باشد. در حالی که حد مطلوب کربن آلی خاک حدود ۳-۲ درصد اعلام شده است. استفاده از مواد آلی در کنار کودهای شیمیایی به منظور تامین بخشی از نیاز غذایی گیاه و نیز بهبود حاصلخیزی خاک از شیوه های افزایش مواد آلی در خاک باشد. این مواد قبل از شناسایی و مصرف کودهای شیمیایی در حدود ۱۵۰ سال پیش، تنها منبع خارجی تامین کننده عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به شمار می آمدند. در کشور های در حال توسعه مصرف مواد آلی و کود حیوانی از سال ۱۹۶۰ در صدر برنامه حاصلخیزی و تغذیه گیاهی قرار داشت. ولی با گذر از کشاورزی سنتی و ورود به کشاورزی مدرن در اواسط سال ۱۹۶۰ متاسفانه مصرف کودهای آلی کاهش و کودهای شیمیایی به طور روزافزونی افزایش یافت. به طوری که مدیریت استفاده از کودهای آلی و حیوانی از شکل مدیریت منابع به شکل مدیریت ضایعات تغییر یافت. تخریب خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در اثر عدم مصرف کودهای آلی و کشت و کار بیش از اندازه باعث گردید که در سال های اخیر مصرف کودها دوباره مورد توجه قرار گیرد. به طوری که مدیریت مطلوب ماده آلی در خاک، قلب کشاورزی پایدار نام گرفت. با توجه به آهکی بودن خاک های کشور و کمی درصد ماده آلی در این خاک ها استفاده از کودهای آلی می تواند نقش مطلوب در افزایش تولید ایفا نماید. استفاده از کودهای آلی سبب بهبود کیفیت محصولات مختلف کشاورزی شده است (بای بوردی ، ۱۳۸۴ . رضاییان ۱۳۸۴. شفیعی ، ۱۳۷۵). همچنین مواد آلی دارای اثرات مثبت در بهبود خصوصیات خاک بوده است (صیاد ، ۱۳۷۷. سماوات ، ۱۳۷۱) . مقدار کربن آلی که سالانه از سوزاندن کاه و کلش گندم به فضا متصاعد می‌شود، بیش از ۲۵۰ هزار تن بر آورد شده و هرساله بیش از پنج میلیون تن بقایای گیاهی در کشور سوزانده میشود(ترک نژاد ، ۱۳۸۳ . سماوات ۱۳۸۳). استفاده از گیاهان پوششی و کم خاک ورزی نیز موجبات افزایش کربن آلی و حاصلخیزی خاک می شود (لامعی، ۱۳۸۴ . توشیح، ۱۳۸۲ . صیادیان ، ۱۳۸۳) . استفاده از کودهای آلی گوگردی در کاهش پی اچ خاک و افزایش جذب عناصر غذایی موثر بوده است . Annabi و همکاران (۲۰۰۷) در انجام تحقیقی آزمایشگاهی با مصرف کمپوست شهری با پوسیدگیهای متفاوت دریافتند که نتایج آزمایش بستگی به فعالیت میکروبی، تخریب پذیری ماده آلی به وسیله موجودات زنده،کسر بیوشیمیایی، معدنی شدن کربن آلی و تکامل تودهای قارچی و میکروبی دارد. آنان همچنین گزارش کردند که پایداری خاکدانه از طریق مکانیزم‌های مختلف در کلیه تیمارها افزایش یافت، این افزایش با پوسیدگی بیشتر کمپوست افزایش یافت. Ebrahim و همکاران(۲۰۰۸) با اعمال مقادیر مختلف کود حیوانی و کمپوست بر روی گندم نتیجه گرفتند که کود حیوانی و کمپوست ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، طول خوشه، محصول کاه و دانه گندم و وزن هزار دانه را نسبت به کنترل افزایش دادند. بیشترین افزایش در طول بوته مربوط به مصرف ۵ تن ۰ کمپوست در هکتار بدست آمد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی بر برخی خصوصیات حاصلخیزی خاک و نیز دستیابی به توصیه مناسب کودهای آلی و شیمیایی، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در سه تکرار، در کرت‌های ۳۰ متر مربعی اجرا گردید. تیمارهای آزمایش در کرت های اصلی شامل: دو منبع کود آلی، کمپوست از منبع باگاس نیشکر و کود دامی از منبع کود گاوی هر یک به مقدار ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار و مصرف کود نیتروژن از منبع اوره در کرت های فرعی بر اساس، ۱- آزمون خاک، ۲- ۵۰ درصد کمتر از آزمون خاک و ۳- ۷۵ درصد کمتر از آزمون خاک. کود اوره در سه تقسیط مساوی در مرحله کاشت، پایان پنجه زنی و ظهور گل مصرف شد. سایر کودهای

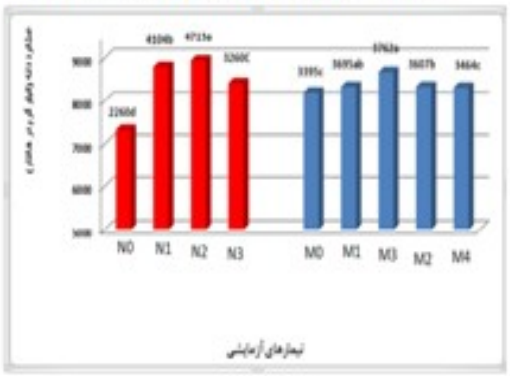
شیمیایی در مرحله پایه مصرف گردید. نمونه برداری از خاک قبل از آزمایش، به منظور اندازه گیری برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی از قبیل هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن،روی، منگنز ، مس، بافت انجام گردید. همچنین نمونه برداری از برگ گندم در مرحله ظهور خوشه از برگ پرچم انجام و مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم آن اندازه گیری شد. نمونه برداری از عملکرد در پایان انجام و صفات مورد نظر اندازه گیری و محاسبات انجام گردید.

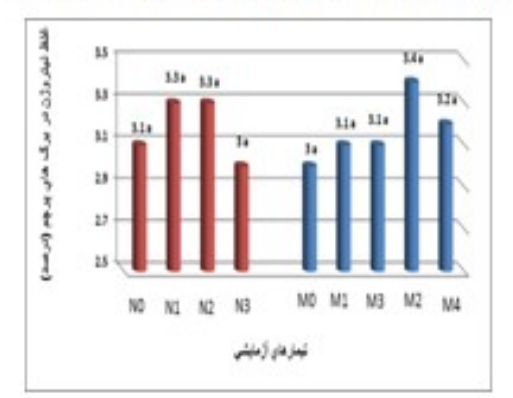
نتایج و بحث

بالاترین عملکرد دانه با مصرف نیتروژن به میزان ۴۸۳۳ کیلوگرم در هکتار با اعمال ۱۰۰ درصد توصیه نیتروژن بر اساس آزمون خاک بود و عدم مصرف کود آلی به دست آمد (نمودار ۱). این تیمار با تیمارهای مصرف ۱۰ و ۲۰ ماده آلی از منبع کود گاوی در یک کلاس قرار گرفت. برتری تیمار منبع کود دامی نسبت به باگاس نیشکر احتمالا به دلیل سرعت در فرآوری و رها سازی عناصر غذایی برای گیاه می باشد.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی خاك مزرعه موردآزمایش

عمق خاک Cm	Ec dS.m⁻¹	pH	.T.N.V	O.C	P	K	Mn	Fe	Zn
			%	میلی گرم در کیلوگرم					
۳۰-۰	۵۵/۱	۷/۷	۴۷٪	۹/۰	۱۱	۱۸۵	۲/۱	۷/۸	۴/۱





همچنین احتمالا رقابت ایجاد شده برای جذب نیتروژن توسط گیاه و میکروارگانیسم ها میتواند تاثیر قابل توجهی داشته باشد. این تیمار و تیمارهای مصرف نیتروژن به میزان ۱۰۰ درصد توصیه شده توسط آزمون خاک به همراه ۱۰ و ۲۰ تن کود آلی از منبع گاوی هم ردیف قرار گرفته اند. با توجه به منابع آلی بکار رفته به نظر می رسد مدت زمان کافی برای پوسیدگی کامل این منابع و ایجاد هوموس در طول دوره رشد در زمانی که گیاه بیشترین نیاز به مواد غذایی دارد وجود نداشته و اختلاف زمانی برای در دسترس بود عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و سرعت تجزیه منابع آلی بکار رفته در آزمایش دارای اختلاف فاز می باشد که در عملکرد نمایان شده است. همچنین میزان جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه به ترتیب ۹/۱، ۳۴/۰ و ۳۷/۰ درصد و برگ ۳۱/۰، ۰۴/۰، ۳۰/۰ درصد و پروتیین در این تیمار ۸/۱۰ درصد به دست آمد(نمودار ۲). براین اساس مصرف کود آلی در مقادیر کمتر و به دفعات بیشتر و استفاده از آزمون خاک برای مصرف کودهای شیمیایی قابل توصیه می باشد. به نظر می رسد اگر بتوان کود آلی را حداقل دو ماه زودتر از کاشت مصرف نمود تا فرصت کافی برای تجزیه این منابع به دست آید، نتایج مناسب تری حاصل شود. همچنین مصرف چند باره کود آلی می تواند نتایج مطلوب تری همراه داشته باشد. برای مثال مصرف ۴ تا ۵ تن کود برای هر کشت بهتر از مصرف یکباره کود خواهد بود. روش مرسوم در سبزی کاری ها و صیفی کاری ها مصرف کود آلی از منابع مختلف به میزان یک تا دو تن پس از هر برداشت و به طور متوسط حدود ۲۰ تن در طول سال است.

منابع

بای بوردی . ا و م. ج. ملکوتی .۱۳۸۴. بررسی تاثیر منابع مختلف کود آلی بر کمیت و کیفیت پیاز. نهمین کنگره علوم خاک ایران ، تهران .

ترک‌نژاد، ا. ۱۳۸۳. مدیریت بقایای گیاهی. مجموعه مقالات اولین همایش علمی کاربردی مدیریت بقایای گیاهی. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

توشیح، و. ۱۳۸۲. اثر استفاده از کاه و کلش گندم دیم در زمان آیش بر عملکرد و میزان پروتئین دانه و برخی خصوصیات خاک. مجله علوم خاك و آب. جلد ۱۷. شماره ۲. ۱۶۰-۱۵۱.

سماوات. س. ۱۳۷۵. . بررسی پتانسیل معدنی شدن ازت آلی در شرایط . خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاك ایران،. کرج، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاك و آب، آموزشکده کشاورزی کرج، انجمن علوم خاك ایران، ۱۳۷۵. ص ۹۶.

سماوات. س. و م. کلباسی . ۱۳۷۱. اثر مواد اصلاح کننده فیزیکی خاك بر بعضی خصوصیات خاك و عملکرد گیاه. پایان نامه (کارشناسی ارشد) -- دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

سماوات، س . ۱۳۸۳. خلاصه مقالات اولین همایش علمی-کاربردی مدیریت بقایای گیاهی با تاکید بر نقش تخریبی سوزاندن- دفتر محیط زیست وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

شفیعیزرگر. ع. و ع. کاشی. ۱۳۷۵. بررسی صفات کمی و کیفی ارقام خیارسبز به تبعیت از موادآلی و معدنی در کشت پائیزه.. پایان نامه (کارشناسی ارشد) -- دانشگاه تربیت مدرس.

صیاد. غ. و ح. کاظمی . ۱۳۷۷. تاثیر مواد آلی بر روند اصلاح و بهسازی خاك‌های شور و قلیا (بررسی تاثیر مواد آلی در بهسازی خواص فیزیکی خاك‌های شور و قلیا با استفاده از مدل رایانه‌ای انتقال املاح.. پایان نامه (کارشناسی ارشد) -- دانشگاه تربیت مدرس.

صیادیان، ك.، ع. ا. طلیعی، ع. جام و س. سعادت. ۱۳۸۳. تأثیر روش‌های مختلف خاك‌ورزی در افزایش عملکرد گندم دیم. صفحات ۹۳ الی ۱۰۲ از ملکوتی، م. ج.، ز. خوگر و ز. خادمی (گردآورندگان). روش‌های نوین تغذیه گندم. وزارت جهاد کشاورزی، انتشارات سنا، تهران، ایران.

علوم خاک ایران ، تهران

لامعی هروانی.ج. ، م. اسماعیلی و ع. دماوندی . ۱۳۸۴. تاثیر لگوم های علوفه ای یک ساله به عنوان گیاه پوششی بر میزان ماده آلی و حاصلخیزی خاک. نهمین کنگره علوم خاک ایران ، تهران.

Annabi, M., S.Houot, C. Francou, M. Poitrenaud, and Y. Le Bissonnais. ۲۰۰۷. Soil aggregate stability improvment with urban compost of diffrent maturities. Soil Sci. Soc. Am J.۷۱:۴۱۳-۴۲۳.

Ebrahim, M. A. Ul-Hassan, M. Iqbal, and E. Elahi Valeem. ۲۰۰۸. Response of wheat growth and yield to various levels of compost and organic manure. Pak. J Bot. ۴۰(۵): ۲۱۳۵-۲۱۴۱.

Abstract

In order to study the effects of organic sources and their interactions with Nitrogen (urea) for decrease nitrogen using and increase the soil organic matter percent a split plot experiment with ۵ main plot and ۴ sub plot respectively were placed. Result showed that using nitrogen with ۴۸۳۳ Kg/ha yield without organic matter was the best treatments. The amount of nitrogen, phosphor and potash were ۱.۹, ۰.۳۴ and ۰.۳۷ in seed and ۰.۳۱, . ۰۴,.۰۳۰ respectively in leaf percent. In general on the base of the results use of manure in less amount and more frequently and soil test can be increased the deficit of urea.

مطالعه تغییرات ویژگی‌های شیمیایی آب تالاب بین‌المللی چغاخور طی بازه‌ی زمانی بیست ساله

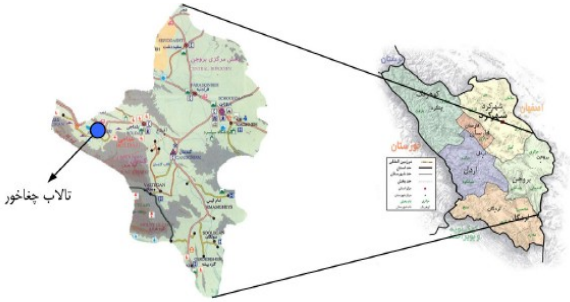
پروانه محقق [۱]، مهدی نادری [۲]، جهانگرد محمدی [۳]
۱- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه شهرکرد، ۲- دانشیار دانشگاه شهرکرد، ۳- دانشیار دانشگاه شهرکرد

چکیده
فرسایش خاک عامل مهمی در آلودگی منابع آب سطحی به خصوص تالاب‌ها می‌باشد. از آن‌جائی که تالاب‌ها از جمله اکوسیستم‌های با ارزش در سطح جهان هستند، حفظ ارزش‌های زیست‌محیطی در این عرصه‌ها مستلزم بررسی روند تغییرات و مطالعه علل این تغییرات در حوضه آبخیز می‌باشد. تحقیق حاضر جهت بررسی تغییرات برخی ویژگی‌های شیمیایی تالاب بین‌المللی چغاخور در بازه‌ی زمانی بیست ساله پایه ریزی شد. نتایج نشان داد غلظت کل نمک‌های محلول، قلیائیت و شوری آب تالاب روندی کاهشی داشته است در حالی‌که نسبت جذب سدیم طی بیست سال افزایش داشت. فراوانی کاتیون‌ها در تالاب سدیم> پتاسیم>کلسیم> منیزیم بوده و فراوانی آنیون‌ها نیز شامل سولفات > کلر می‌باشد. طبق سیستم طبقه‌بندی کیفیت آب ایالات متحده (۱۹۵۴)، کیفیت آب تالاب در کلاس C۲-S۱ قرار گرفته است. دلیل تغییرات شیمیایی آب را می‌توان آلودگی غیر نقطه‌ای ناشی از استفاده بی‌رویه از کودهای حاوی گوگرد و ورود آب‌های آلوده به فضولات حیوانی به تالاب معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: فرسایش خاک، تالاب، کیفیت آب

مقدمه
تالاب‌ها از جمله مهم‌ترین عرصه‌های حیاتی در جهان هستند که به دلیل تنوع زیستی منحصر به فرد، حجم زیست توده‌ی تولیدی بالا، نقش کنترلی در سیستم‌های هیدرولوژیک، تعدیل درجه حرارت، جلوگیری از سیل و طوفان، اهمیت چند جانبه جهانگردی و تفرجی و ارزش‌های بی‌شمار علمی، پژوهشی و اندوختگاه‌های بیوسفری جایگاه ویژه‌ای دارند(سلیمانی، ۱۳۹۰ و مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰). تالاب‌ها امروزه با طیف وسیعی از استرس‌ها مانند تغییر در رژیم هیدرولوژی، ورود رواناب‌های آلوده و تغییرات فیزیکی مانند تکه‌تکه شدن بوسیله جاده‌سازی مواجه‌اند که همه این عوامل بر اثر تغییرات کاربری اراضی در سال‌های اخیر تشدید شده و منجر به تغییرات غیر قابل جبرانی در اکوسیستم آن‌ها شده است (Akbal et al ۲۰۱۱.,). هدف کنوانسیون رامسر که در سال ۱۹۷۱ به امضای کشورهای متعهد از جمله ایران رسید، حفاظت و استفاده خردمندانه از تالاب‌ها از طریق اقدامات ملی و همکاری‌های بین‌المللی به منظور دستیابی به توسعه‌ی پایدار می‌باشد (سلیمانی، ۱۳۹۰). تالاب بین المللی چغاخور واقع در استان چهارمحال و بختیاری هر ساله زیستگاه ۲۷ گونه پرندگان آبزی و کنار آبزی می‌باشد. در سال‌های اخیر تغییرات عمده‌ای در تالاب چغاخور رخ داده است که از جمله آن‌ها می‌توان به کاهش سطح آب تالاب، افزایش رسوب‌گذاری، افزایش غلظت آلاینده‌های آلی و معدنی، افزایش عناصر غذایی گیاهی (Eutrification)، رشد جلبک‌ها و گیاهان آبزی و کاهش سطح اکسیژن و مرگ و میر آبزیان در ماه‌های خاصی از سال، اشاره نمود (آمار و اطلاعات سازمان مدیریت آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۹۰). با توجه به این که تالاب به عنوان یک سیستم هیدرولوژیکی پویا در کاهش آلودگی‌های غیر نقطه‌ای، کنترل سیل، بهبود کیفیت آب و هوا، ترسیب کربن و غیره می‌تواند نقش مهمی ایفا کند و از آن جائی‌که تالاب چغاخور برای اراضی پایین دست، منبع آب کشاورزی نیز محسوب می‌شود، بنابراین مطالعه‌ی روند تغییرات این تالاب و شناخت تحولات آن می‌تواند در برنامه‌ریزی مدیریت تالاب، ما را یاری رساند. بر همین اساس پژوهش حاضر با هدف بررسی روند تغییرات کیفی آب تالاب در یک دوره بیست ساله پایه‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها
تالاب بین‌المللی چغاخور با وسعتی حدود ۱۳۶۰ هکتار بزرگترین تالاب استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد که بین عرض جغرافیایی ۵۰ ۳۱ و۵۷ ۳۱ شمالی و طول جغرافیایی ۴۸۵۰ و۵۹۵۰ شرقی، قرار دارد و تا مرکز استان حدود ۷۰ کیلومتر فاصله دارد (شکل ۱). طبق آمار ایستگاه کلیماتولوژی آورگان واقع در حوضه، حداکثر مطلق دما در مرداد ماه به ۳۴ درجه و حداقل مطلق دما نیز در دی ماه به ۵/۱۹- درجه سانتی‌گراد می‌رسد. متوسط دمای سالانه منطقه برابر ۸/۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین مجموع بارش سالیانه در ایستگاه آورگان ۶۶۰ میلی‌متر می‌باشد (آمار و اطلاعات سازمان مدیریت آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۹۰) نمونه‌های آب از ایستگاه هیدرومتری پل ماری واقع در نقطه خروجی تالاب از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۱ به وسیله ظروف پلاستیکی ۲ لیتری و به روش انتگراسیون عمقی برداشته شده است (Rovira and Batalla ، ۲۰۰۶). پارامترهایی همانند: هدایت الکتریکی به وسیله دستگاه EC متر، اسیدیته به وسیله دستگاه pH متر، کربنات، بی‌کربنات بوسیله تیترومتری با اسیدسولفوریک در حضور معرف فنل فتالئین و متیل اورانژ، سولفات نیز به روش توربیدی‌متری و کل نمک‌های محلول (total dissolved salts) نیز با خشک کردن حجم معینی از آب و توزین ته مانده ظرف و نسبت آن به حجم آب اندازه گیری شدند (APHA،۱۹۸۹).



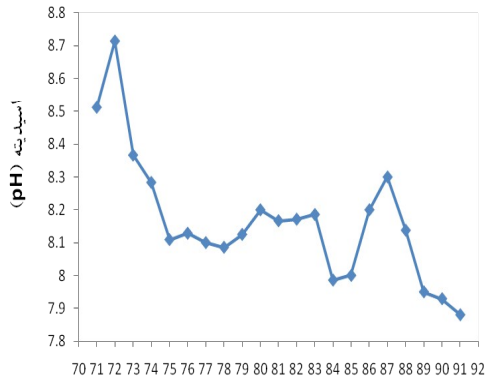
شکل شمارهٔ (۱): موقعیت جغرافیایی تالاب چغاخور در استان چهارمحال و بختیاری

نتایج و بحث

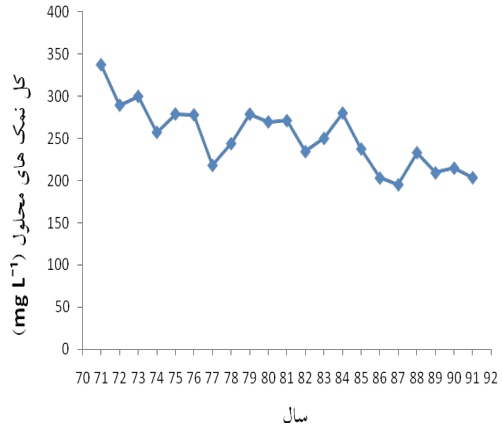
بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق محدوده اسیدیته آب تالاب چغاخور بین ۷/۷ تا ۷/۸ متغیر بود که با توجه به رنج استاندار آب آبیاری ایالت متحده آمریکا که بین ۵/۶ تا ۵/۸ می‌باشد در برخی سال‌ها اسیدیته تالاب از حد مجاز بالاتر رفته است ولی به طور کلی طی این بیست سال اسیدیته تغییرات چندانی نداشته است (شکل ۱). بارندگی به عنوان یک عامل شستشوی آلودگی‌ها و ورود آن‌ها به منابع آب سطحی و زیر زمینی نقش مهمی در افزایش میزان اسیدیته دارد (سلیمانی، ۱۳۹۰). غلظت کل نمک‌های محلول در آب تالاب در فاصله سال‌های ۷۱ تا ۹۱ کاهش یافته است (شکل ۲) شاید دلیل این امر کاهش میزان بارندگی در منطقه و در نتیجه کاهش ورود آب و نمک‌های محلول همراه با آن به تالاب باشد (Akbal et., al ۲۰۱۱.). لازم به ذکر است در کاربری‌های زراعی این منطقه عمده کود مصرفی، کودهای گوگردی است که آنیون سولفات می‌تواند در کاهش اسیدیته و همچنین رسوب برخی کاتیون‌ها و درنتیجه کاهش کل نمک‌های محلول نقش داشته باشد (Hara et al., ۲۰۰۴). متوسط نرخ شوری (هدایت الکتریکی) در کل این سال‌ها بین ۲۲۵ تا حداکثر ۵۰۰ میکروزیمنس بر متر متغیر است و بر اساس طبقه‌بندی شوری آب ایالات متحده (۱۹۹۵) از نظر شوری آب تالاب در حد متوسط می‌باشد، لازم به ذکر است روند شوری در حال کاهش‌می‌باشد. احتمال می‌رود این امر به دلیل افزایش غلظت سولفات آب طی این سال‌ها باشد که منجر به رسوب عناصری همانند کلسیم و منیزیم آب شده و غلظت املاح را کاهش داده است (شکل ۳ و ۵). از آن جائی‌که رودخانه‌های اصلی که به عنوان منبع تغذیه تالاب هستند از میان اراضی کشاورزی و کنار شهرها عبور می‌کنند و همچنین با توجه به استفاده بی‌رویه از کودهای حاوی گوگرد همانند گوگرد عنصری، سولفات پتاسیم، سولفات پتاسیم- منیزیم و همچنین ورود آب‌های آلوده به فضولات حیوانی و زه‌آب‌های کشاورزی از مناطق بالادست به تالاب می‌توان گفت شاید دلیل عمده افزایش میزان سولفات و به دنبال آن کاهش غلظت نمک‌های محلول در آب تالاب، همین عوامل باشند (Akbal et., al ۲۰۱۱.).

بر اساس شکل شماره ۴ قلیائیت روند نزولی نشان می‌دهد ولی نسبت جذب سدیم طی بیست سال افزایش نشان داد (شکل ۶). طبق گزارش سازمان آب منطقه‌ای چهارمحال و بختیاری فراوانی کاتیون‌ها در تالاب شامل سدیم> پتاسیم>کلسیم> منیزیم بوده و فراوانی آنیون‌ها نیز شامل سولفات > کلر می‌باشد. با ارجاع به سیستم طبقه بندی کیفیت آب توسط آزمایشگاه ایالات متحده (۱۹۵۴) و روند نتایج حاصله از این پژوهش، کیفیت آب تالاب در این بیست سال در کلاس C۲-S۱ قرار گرفته است که آب با شوری و سطح سدیم متوسط می‌باشد و می‌توان آن را جهت آبیاری گیاهان با تحمل شوری متوسط استفاده نمود. اما باید توجه داشت که با روند کنونی و افزایش غلظت سدیم احتمال خطر سدیمی شدن آب و تغییر این کلاس در آینده‌ای نزدیک وجود دارد.

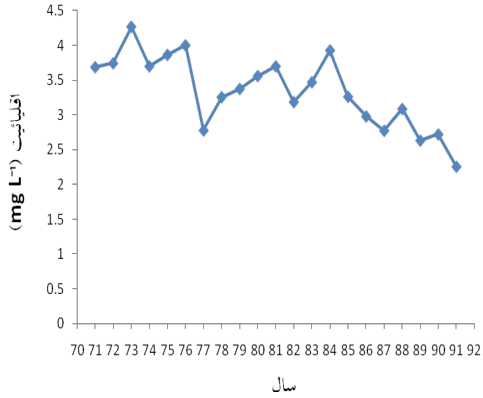
نوع مدیریت اراضی می‌تواند از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر کیفیت منابع آب سطحی و بخصوص کیفیت آب تالاب‌ها باشد. همزمان با افزایش جمعیت، الگوهای کاربری زمین تغییر می‌کند. بنابراین رواناب ناشی از بارندگی‌ها و نیز تخلیه پساب شهری، منجر به افزایش میزان مواد مغذی و دیگر آلاینده‌ها به داخل رودخانه‌ها و منابع آب سطحی می‌گردد (هارا و همکاران، ۲۰۰۴). بر اساس این پژوهش استفاده بی رویه از کودهای حاوی سولفات توسط کشاورزان محلی منجر به افزایش این آنیون در آب تالاب چغاخور در یک دوره بیست ساله شده است و همزمان تغییراتی در افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت کاتیون‌های محلول در آب نیز مشاهده شده است. علی رغم ثابت ماندن کلاس کیفیت آب این تالاب می‌توان پیش‌بینی کرد با روند کنونی خطر آلودگی آب و افزایش غلظت سدیم بر اثر رسوب عناصر کلسیم و منیزیم در حضور آنیون سولفات، وجود دارد.



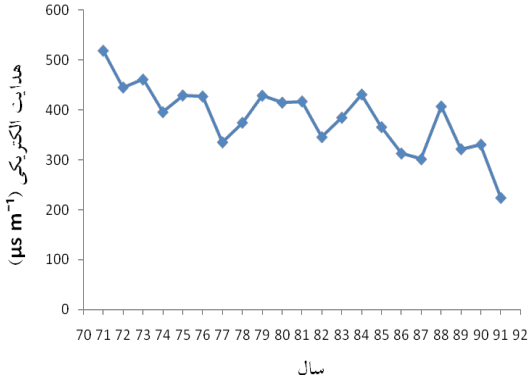
شکل ۲: غلظت کل نمک های محلول تالاب در بازه زمانی ۲۰ ساله



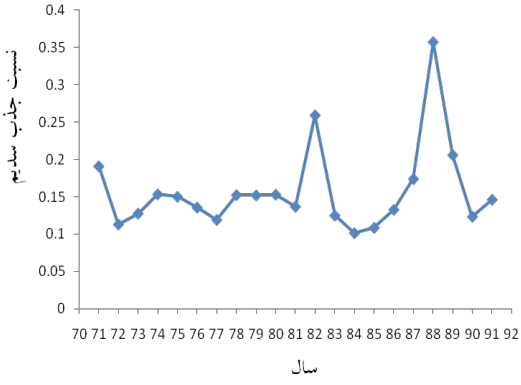
شکل ۱: اسیدیته آب تالاب چغاخور در بازه زمانی ۲۰ ساله



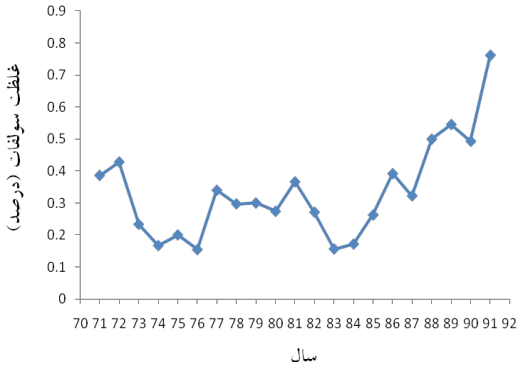
شکل ۴: قلیائیت آب تالاب چغاخور در بازه زمانی ۲۰ ساله



شکل ۳: هدایت الکتریکی آب تالاب در بازه زمانی ۲۰ ساله



شکل ۶: نسبت جذب سدیم آب تالاب چغاخور در بازه زمانی ۲۰ ساله



شکل ۵: غلظت سولفات آب تالاب چغاخور در بازه زمانی ۲۰ ساله

منابع

آمار و اطلاعات سازمان مدیریت آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۹۰.
سلیمانی، ا. ۱۳۹۰. بررسی اجمالی اهمیت تالاب‌ها با تأکید بر تالاب هامون. مطالعات زیر بنایی(گروه کشاورزی و منابع طبیعی). سازمان حفاظت از محیط زیست کشور.

مخدوم، م. درویش‌صفت، ا و جعفرزاده، ع. ۱۳۹۰ ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه تهران. چاپ ششم، ۳۰۴ صفحه.

Akbal F., Gürel L., Bahadır T., Güler I., Bakan G. and Büyükgüngör H. ۲۰۱۱. Water and sediment quality assessment in the mid-Black Sea coast of Turkey using multivariate statistical techniques. Environmental and Earth Science. ۶۴:۱۳۸۷-۱۳۹۵.

APHA. ۲۰۰۷. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters, ۲۰th ed. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, USA.

Rovira A. and Batalla R. ۲۰۰۶. Temporal Distribution of Suspended Sediment Transport in a Mediterranean Basin: The Lower Tordera (NE SPAIN). Geomorphology. ۷۹:۵۸-۷۱.

Hara Y., Takeneuchi K. and Okuda S. ۲۰۰۴. Urbanization linked with past agricultural land use patterns in the urban fringe of deltaic Asian mega-city: a case study in Bangkok. Landscape and urban planning. ۷۳(۱): ۱۶-۲۸.

Abstract

Soil erosion cause to pollution of surface water such as wetlands. Wetlands are known as important ecosystems in world and security of these arenas need to investigation of alternative procedure and also consideration of alternative reasons. Thus this experiment constructed to target of chemical factor investigation in choghakhur wetland for twenty years. Our results showed that total dissolved salts, alkalinity and electrical conductivity are decreased but sodium absorption ratio are increased in these years. Tray of water organization report of chahrmahal va bakhtiyari, abundance of cations in wetland was including sodium>potassium>calcium>magnesium and abundance of onions was sulfate>cholor. By referring to water classification of American system (۱۹۵۴), water quality of wetland was C۲-S۱. Reasons of chemical alternation of wetland water was related to apolitical use of manure containing soulphid and also import of water pollution to waste matter in wetland.

تأثیر کشت گندم بر شکلهای مختلف پتاسیم خاک (مطالعه موردی: اراضی داراب، جنوب شرقی فارس)

مهدی نجفی قیری [۱]، شاهرخ عسکری [۲]، اسماعیل فرخ نژاد [۲]، عبدالله ستوده [۲]
۱- استادیار دانشگاه شیراز ۲- کارشناسان دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

چکیده
شکل‌های مختلف پتاسیم بر اثر کشت گندم می تواند تحت تأثیر قرار گیرد. تعداد ۴۰ نمونه خاک سطحی و زیرسطحی و نمونه‌های دانه گندم از مزارع شهرستان داراب که تحت کشت گندم بودند برداشته شد. سپس ویژگی های مختلف فیزیکی و شیمیایی و شکلهای مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی و غیرتبادلی و مقدار پتاسیم دانه گندم اندازه گیری گردید. پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی در خاکهای مورد مطالعه به ترتیب در دامنه ۱۵-۷۰، ۹۱-۴۴۳ و ۳۹۶-۱۱۸۲ میلی گرم بر کیلوگرم بودند. ارتباط معنی داری بین شکلهای پتاسیم خاک و مقدار رس، کربنات کلسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی به دست آمد. اگر چه انتظار می رود که در مرحله پایانی رشد گندم مقدار پتاسیم به سهولت قابل استفاده کم باشد اما اغلب خاکهای مورد مطالعه دارای مقدار کافی پتاسیم بودند. برای خاکهای بافت ریز نشان داده شد که مقدار پتاسیم دانه با پتاسیم تبادلی خاک و درصد رس همبستگی مثبت و معنی داری دارد.

واژه های کلیدی: پتاسیم تبادلی، خاکهای آهکی، استات آمونیم، پتاسیم دانه گندم

مقدمه
شکلهای مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار گیرد. مهمترین این عوامل عبارتند از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند مقدار کربنات کلسیم، مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی، کانی شناسی خاک، شرایط تشکیل و تکامل خاکها، عمق خاک، وضعیت رژیم های رطوبتی و حرارتی خاکها و همچنین شرایط فیزیوگرافی اراضی می باشد (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۱؛ ناتاراجان و رنوکادوی، ۲۰۰۳؛ شارپلی، ۱۹۸۹). خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک دارای مقادیر قابل ملاحظه ای پتاسیم می باشند اما امروزه در نتیجه کشاورزی فشرده و استفاده از ارقام پرمحصول و همچنین عدم استفاده از کودهای پتاسیم بعضی از این خاکها دچار کمبود پتاسیم گردیده‌اند (بلالی و ملکوتی، ۱۳۷۷). این عنصر حدود ۳/۰ درصد از وزن دانه گندم را به خود اختصاص می دهد و از این نظر پس از نیتروژن مهمترین عنصر غذایی است که به مقدار زیاد توسط گیاه جذب می شود (زورب و همکاران، ۲۰۱۴). گندم از جمله گیاهانی می باشد که به مقدار زیاد به پتاسیم نیاز دارد و مقدار پتاسیم جذب شده در هر فصل رشد حدود ۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و تقریبا به اندازه نیتروژن می باشد. تقریبا ۷۰ درصد پتاسیم جذب شده به وسیله گندم در بخش رویشی و بقیه در دانه گندم وجود دارد (گرگوری و همکاران، ۱۹۷۹؛ زورب و همکاران، ۲۰۱۴). به هر حال تحقیقات نشان داده است که مقدار پتاسیم دانه رسیده گندم ارتباطی با وضعیت پتاسیم خاک نداشته و مقداری ثابت (حدود ۳/۰ درصد) می باشد (مرباخ و همکاران، ۲۰۰۰؛ زورب و همکاران، ۲۰۱۴).
با توجه با این نکته که معمولا در اراضی مناطق خشک و نیمه خشک مقدار کمی کود پتاسیم استفاده می شود آگاهی از وضعیت پتاسیم خاک و تغییراتی که در شکلهای مختلف پتاسیم پس از برداشت گندم اتفاق می افتد می تواند در مدیریت کاربرد این عنصر بسیار مفید باشد. بنابراین هدف از این پژوهش تعیین شکل های مختلف پتاسیم در زمان برداشت گندم در خاکهای شهرستان داراب، تعیین فاکتورهای خاکی موثر بر مقدار پتاسیم خاک و بررسی ارتباط بین پتاسیم دانه گندم با شکلهای مختلف پتاسیم خاک می باشد. نتایج این پژوهش می تواند در مدیریت کاربرد کودهای پتاسیم با توجه به ویژگی های خاک و شکلهای مختلف پتاسیم خاک با اهمیت باشد.

مواد و روش‌ها
۴۰ نمونه خاک سطحی (۰-۲۰ سانتیمتر) و زیرسطحی (۲۰-۴۰ سانتیمتر) از مزارع تحت کشت گندم در منطقه داراب (جنوب شرق استان فارس) که در محدوده طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۰۶۷ تا ۱۱۱۵ متر از سطح دریاهای آزاد قرار گرفته با استفاده از مته نمونه برداری برداشته شد. نمونه های گیاهی گندم نیز جهت اندازه گیری درصد پتاسیم دانه از مزارع مورد نظر برداشت گردید. نمونه برداری در زمان برداشت یا نزدیک به برداشت گندم صورت گرفت (مرحله رسیدن کامل دانه). نمونه های خاک پس از هواخشک شدن و عبور از الک ۲ میلیمتری جهت اندازه گیری ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و شکل های مختلف پتاسیم به آزمایشگاه منتقل گردید. آزمایش های مختلف فیزیکی و شیمیایی شامل توزیع اندازه ذرات خاک (روول، ۱۹۹۴)، پ هاش (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، کربنات کلسیم معادل (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، قابلیت هدایت الکتریکی (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، ظرفیت تبادل کاتیونی (چاپمن، ۱۹۶۵) و مقدار کربن آلی (نلسون و سومرز، ۱۹۹۶) روی نمونه‌ها صورت گرفت. اندازه‌گیری شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی

و غیرتبادلی به روش هلمک و اسپارکز (۱۹۹۶) انجام شد. پتاسیم محلول در عصاره اشباع خاک، پتاسیم تبادلی خاک با استات آمونیم یک نرمال پ هاش ۷ و پتاسیم غیرتبادلی با اسید نیتریک یک نرمال جوشان اندازه‌گیری گردیدند. غلظت پتاسیم در عصاره‌ها با استفاده از دستگاه شعله سنج مدل ۴۰۵ Corning اندازه‌گیری گردید. پتاسیم تبادلی با کسر مقدار پتاسیم استخراج شده به وسیله استات آمونیم از پتاسیم محلول و پتاسیم غیرتبادلی با کسر مقدار پتاسیم استخراج شده به وسیله اسید نیتریک از استات آمونیم محاسبه گردید. همه اندازه‌گیری‌ها در سه تکرار صورت گرفت. درصد اشباع پتاسیم نمونه ها با تقسیم مقدار پتاسیم تبادلی به ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب درصد به دست آمد.

نمونه های دانه گندم نیز پس از جدا کردن از کاه و کلش آسیاب شده و در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد خاکستر گردید. خاکستر حاصل با اسید کلریدریک دو مولار عصاره گیری و سپس غلظت پتاسیم در آن با دستگاه شعله سنج مدل ۴۰۵ Corning اندازه گیری گردید. جهت آنالیز آماری نمونه‌ها از نرم افزارهای SPSS ۲۰ و Microsoft Office Excel ۲۰۱۳ و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌داری استفاده شد.

نتایج و بحث

الف) بررسی ویژگی های خاکهای مورد مطالعه

مقادیر ویژگی های مختلف خاکهای مورد مطالعه شامل توزیع اندازه ذرات، کربنات کلسیم معادل، ظرفیت تبادل کاتیونی، پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی و شکلهای مختلف پتاسیم در جدول ۱ آورده شده است. به طور کلی تفاوت معنی داری در ویژگی های خاک بین افق سطحی و زیرسطحی وجود ندارد.

جدول ۱ - ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی و مقادیر شکل های پتاسیم در خاکهای مورد مطالعه

ویژگی های خاک	خاک سطحی (۰-۲۰ سانتیمتر)			خاک زیرسطحی (۲۰-۴۰ سانتیمتر)		
	دامنه	میانگین	انحراف معیار	دامنه	میانگین	انحراف معیار
رس، %	۱۵-۵۲	a۳۳	۱۱	۱۵-۵۶	a۳۴	۱۲
سیلت، %	۲۰-۵۰	b۳۵	۸	۲۰-۵۰	a۳۴	۹
شن، %	۱۴-۶۳	a۳۲	۱۶	۱۴-۶۳	a۳۲	۱۶
کربنات کلسیم معادل، %	۳۶-۶۲	a۴۶	۶	۳۸-۵۷	a۴۶	۵
پ هاش	۶۰/۷-۲۱/۸	a۹۷/۷	۱۳/۰	۵۸/۷-۳۴/۸	a۹۸/۷	۱۵/۰
قابلیت هدایت الکتریکی، $dS\ m^{-1}$	۳/۰-۱/۴	a۰/۱	۱/۱	۳/۰-۵/۵	a۲/۱	۶/۱
ظرفیت تبادل کاتیونی، $cmol(+)\ kg^{-1}$	۳/۷-۰/۲۱	a۳/۱۱	۷/۳	۰/۷-۲/۲۰	a۱/۱۱	۶/۳
پتاسیم محلول، $mg\ kg^{-1}$	۱۵-۷۰	a۴۳	۱۴	۲۰-۶۰	a۳۹	۹
پتاسیم تبادلی، $mg\ kg^{-1}$	۹۷-۴۴۳	a۲۲۶	۸۷	۹۱-۳۹۴	b۲۱۳	۷۹
پتاسیم غیرتبادلی، $mg\ kg^{-1}$	۴۴۸-۱۱۸۲	a۷۵۸	۲۰۳	۳۹۶-۱۱۵۶	a۷۴۱	۲۰۶

. حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بین میانگین ها با آزمون دانکن می باشد

ب) شکل‌های مختلف پتاسیم در خاکهای مورد مطالعه

مقدار پتاسیم محلول در خاکهای مورد مطالعه در افق های سطحی به ۷۰ میلی گرم بر کیلوگرم و در خاکهای زیرسطحی به ۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم می رسد ولی اختلاف معنی داری بین آنها وجود ندارد. اگرچه مقدار پتاسیم محلول در این خاکها بالا می باشد اما این مقدار در دامنه مقدار پتاسیم محلول گزارش شده توسط نجفی قیری و همکاران (۲۰۱۱) برای خاکهای استان فارس می باشد که بیان کردند پتاسیم محلول در خاکهای استان فارس می تواند تا ۲۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم باشد که البته مقادیر بالاتر مربوط به خاکهای مناطق خشک بدون پتانسیل آبشویی عمقی و خاکهایی که کود پتاسیم دریافت کرده اند می باشد. به هر حال تفاوت معنی داری بین پتاسیم محلول در خاک سطحی و زیرسطحی وجود ندارد. ارتباط مثبت و معنی داری بین پتاسیم محلول و مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی به دست آمد (جدول ۲).

پتاسیم تبادلی که مانند پتاسیم محلول شکل به سهولت قابل استفاده این عنصر برای گیاه می باشد دارای مقادیر از ۹۷ تا ۴۴۳ میلی گرم بر کیلوگرم در خاکهای سطحی و از ۹۱ تا ۳۹۴ میلی گرم بر کیلوگرم در خاکهای زیرسطحی بود. خاکهای سطحی دارای مقدار پتاسیم تبادلی بیشتری نسبت به خاکهای زیرسطحی بودند که این می تواند به دلیل امکان هوادیدگی بیشتر کانی ها ی پتاسیم دار در خاکهای سطحی و همچنین اضافه شدن کودهای حاوی پتاسیم و مواد آلی که سرشار از پتاسیم هستند در خاکهای سطحی باشد. نجفی قیری و همکاران (۲۰۱۱) مقدار پتاسیم تبادلی را در خاکهای استان فارس در افقهای سطحی و زیر سطحی به ترتیب تا ۴۷۴ و ۴۱۱ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. پتاسیم تبادلی ارتباط مثبت و معنی داری با مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی و ارتباط منفی با کربنات کلسیم معادل و شن داشت که البته با نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران همخوانی دارد (نبی الهی و همکاران، ۲۰۰۶؛ نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۱؛ سینها و بیسواس، ۲۰۰۳).

پتاسیم غیرتبادلی که شکل به کندی قابل استفاده پتاسیم برای گیاه است نیز در خاکهای سطحی و زیر سطحی به ترتیب از ۴۴۸ تا ۱۱۸۲ و از ۳۹۶ تا ۱۱۵۶ میلی گرم بر کیلوگرم تغییر می کند و تفاوتی بین خاکهای سطحی و زیرسطحی وجود ندارد. ارتباط مثبت و معنی داری بین پتاسیم غیرتبادلی و مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی به دست آمد در حالیکه این ارتباط با مقدار شن و کربنات کلسیم معادل منفی و معنی دار بود. ارتباط معنی دار به دست آمده بین شکلهای مختلف پتاسیم (جدول ۲) نشانگر این موضوع می تواند باشد که این شکل ها در مرحله رسیدن کامل گندم به تعادل نسبی رسیده اند؛ اگرچه انتظار است که در مراحل پایانی رشد گندم از مقدار پتاسیم محلول و تبادلی نسبت به پتاسیم غیرتبادلی کاسته شده باشد.

جدول ۲- ضریب همبستگی بین ویژگیهای خاک و شکلهای پتاسیم

ویژگی ها	سیلت	شن	کربنات کلسیم معادل	قابلیت هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیرتبادلی	اشباع پتاسیم
رس	۲۸/۰	-۸۶/۰**	-۲۲/۰	۳۳/۰*	۸۰/۰**	۳۰/۰*	۸۱/۰**	۸۵/۰**	۷۷/۰**
سیلت	۱	-۷۳/۰**	۲۵/۰	۴۱/۰**	-۰۲/۰	۰۸/۰	۱۴/۰	۲۵/۰	۱۰/۰
شن		۱	۰۲/۰	-۴۵/۰**	-۵۱/۰**	-۱۷/۰	-۶۵/۰**	-۷۳/۰**	-۵۷/۰**
کربنات کلسیم معادل			۱	۰۳/۰	-۵۱/۰**	-۵۶/۰**	-۴۴/۰**	-۴۵/۰**	-۴۰/۰**
قابلیت هدایت الکتریکی				۱	۰۳/۰	۰۵/۰	۱۳/۰	۱۹/۰	۰۵/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی					۱	۶۴/۰**	۷۵/۰**	۶۹/۰**	۵۹/۰**
پتاسیم محلول						۱	۵۵/۰**	۵۸/۰**	۶۵/۰**
پتاسیم تبادلی							۱	۸۷/۰**	۹۷/۰**
پتاسیم غیرتبادلی								۱	۹۲/۰**

معنی دار در سطح به ترتیب ۵ و ۱ درصد با آزمون دانکن :، ***

ج) ارتباط درصد پتاسیم دانه گندم با شکلهای پتاسیم خاک

بررسی مقدار پتاسیم در نمونه های دانه گندم برداشت شده از ۲۰ مزرعه مطالعاتی نشان داد که ۳۲/۰ تا ۴۵/۰ درصد (میانگین ۳۸/۰ درصد) از وزن دانه را پتاسیم به خود اختصاص می دهد. پژوهشگران (مرباخ و همکاران، ۲۰۰۰؛ زورب و همکاران، ۲۰۱۴) بیان می کنند که مقدار پتاسیم موجود در دانه رسیده گندم صرفنظر از مقدار پتاسیم خاک و تیمارهای کودی پتاسیم حدود ۳/۰ درصد از وزن خشک می باشد و افزایش پتاسیم خاک فقط سبب افزایش پتاسیم در قسمتهای رویشی گیاه می شود که البته با نتایج به دست آمده مطابقت ندارد. اگرچه ارتباط معنی داری بین مقدار پتاسیم دانه گندم و شکل های پتاسیم بدست نیامد اما برای خاکهای بافت ریز (رس> ۳۰ درصد) نشان داده شد که مقدار پتاسیم دانه با پتاسیم تبادلی خاک (* r = ۶۰/۰) و درصد رس خاک (* r = ۵۸/۰) همبستگی مثبت و معنی داری دارد. این بدان معنی است که برای خاکهای سنگین استات آمونیم می تواند عصاره گیر مناسبی جهت تخمین وضعیت پتاسیم خاک و مقدار پتاسیم قابل استفاده گیاه در منطقه مورد مطالعه باشد. از طرف دیگر می توان گفت که با دانستن مقدار رس خاک در خاکهای ریزبافت می توان مقدار پتاسیم جذب شده به وسیله گیاه را تخمین زد که این می تواند در توصیه مصرف کودهای پتاسیم حائز اهمیت باشد. به هر حال ذکر این نکته ضروری است که این نتایج را نمی توان به سایر مناطق تعمیم داد و به نظر می رسد که تغییر در عواملی مانند وضعیت رژیم رطوبتی و حرارتی خاک (اقلیم)، تکامل خاک و وضعیت فیزیوگرافی اراضی و نوع مواد مادری می تواند حائز اهمیت باشد (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۱).

منابع

بلالی م.ر. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۷۷. مطالعه تغییرات پتاسیم تبادلی در خاک های کشاورزی ایران. خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۳. صفحه های ۵۹ تا ۷۰.

Chapman, H.D. ۱۹۶۵. Cation exchange capacity. In: Black, C.A., (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۲. Madison (WI): America Society of Agronomy. pp. ۸۹۱-۹۰۱.

Gregory, P., D. Crawford and M. McGowan. ۱۹۷۹. Nutrient relations of winter wheat: ۱. Accumulation and distribution of Na, K, Ca, Mg, P, S and N. The Journal of Agricultural Science, ۹۳(۰۲): ۴۸۵-۴۹۴.

Helmeke, P.A., and D.L. Sparks. ۱۹۹۶. Methods of soil analysis, part ۳: Chemical methods. America Society of Agronomy, Madison, WI.

Merbach, W., Garz, J., Schliephake, W., Stumpe, H., Schmidt, L. ۲۰۰۰. The long-term fertilization experiments in Halle (Saale), Germany — introduction and survey. Journal of Plant Nutrition and Soil Science ۱۶۳, ۶۲۹-۶۳۸.

Nabiollahy, K., Khormali, F., Bazargan, K. and Ayoubi, Sh. ۲۰۰۶. Forms of K as a function of clay mineralogy and soil development. Clay Miner., ۴۱: ۷۳۹-۷۴۹.

Najafi-Ghiri, M., A. Abtahi, H.R. Owliaie, S.S. Hashemi, and H. Koohkan. ۲۰۱۱. Factors affecting potassium pools distribution in highly calcareous soils of southern Iran. Arid Land Research and Management, ۲۵: ۳۱۳-۳۲۷.

Natarajan, S., and A. Renukadevi. ۲۰۰۳. Vertical distribution of forms of potassium in major soil series of Tamil Nadu. Acta Agronomica Hungarica. ۵۱(۳): ۳۳۹-۳۴۶.

Nelson, D.W., and L.E. Sommers. ۱۹۹۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. P. ۹۶۱-۱۰۱۰. In D. L. Sparks et al. (ed.) Methods of Soil Analysis, Part III, ۳rd Ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI.

Rowell, D.L. ۱۹۹۴. Soil Science: Methods and applications. Longman Scientific and Technical, UK.

Salinity Laboratory Staff. ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. ۶۰. Washington (DC): United States Department of Agriculture (USDA).

Sharpley, A.N. ۱۹۸۹. Relationship between potassium forms and mineralogy. Soil Science Society of American Journal, ۵۲: ۱۰۲۳-۱۰۲۸.

Sinha, A. K. and Biswas, S. ۲۰۰۳. Distribution of different forms of potassium in surface and subsurface horizons of some well established soils of West Bengal under the order Inceptisols. J. of Interacademicia., ۷ (۳): ۲۸۶-۲۹۱.

Zorb, C., Senbayram, M. and Peiter, E. ۲۰۱۴. Potassium in agriculture-status and perspectives. Journal of Plant Physiology, ۱۷۱(۹): ۶۵۶-۶۶۹.

Abstract

Different forms of potassium (K) may be affected by wheat cultivation. Forty surface and subsurface soil samples and grain samples from wheat-cultivated fields of Darab province were sampled. Then different soil physicochemical properties and different K forms including soluble, exchangeable and non-exchangeable and also K content in wheat grains were determined. The content of solutions, exchangeable and non-exchangeable K in the studied soils ranged ۱۵-۷۰, ۹۱-۴۴۳ and ۳۹۶-۱۱۸۲ mg kg-۱, respectively. Significant relationships were obtained between soil K forms and clay, calcium carbonate and CEC. Although it is expected that content of easily available K was low at late stage of wheat growth, most soils had sufficient K. It was shown that K content of wheat grain was correlated with soil exchangeable K and clay content in fine-textured soils.

مقایسه اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر جذب عناصر کم مصرف و عملکرد اسفناج

صدیقه صفرزاده شیرازی [۱]، مریم مرادی [۲]، سید محمد سروش کاظمی [۳]
۱-استادیار بخش علوم خاک دانشگاه شیراز، ۲- دانشجوی کارشناسی سابق بخش علوم خاک دانشگاه شیراز، ۳- دانشجوی کارشناسی بخش علوم خاک دانشگاه شیراز

چکیده
به منظور بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و جذب عناصر کم مصرف بوسیله اسفناج آزمایش گلخانه ای به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد، ورمی کمپوست (۱ درصد)، کود گاوی (۲ درصد)، کود گوسفندی (۲ درصد)، جلبک اسپیرولینا در چهار سطح (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم)، و کود شیمیایی نیتروژن و فسفر در دو سطح متفاوت به صورت (نیتروژن ۸۰ و فسفر ۱۰، و نیتروژن ۱۵۰ و فسفر ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) بود. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین وزن خشک اسفناج به ترتیب در تیمار ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جلبک اسپیرولینا و کود گوسفندی بدست آمد. با کاربرد سطح ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جلبک اسپیرولینا، جذب روی، آهن، و منگنز بوسیله اسفناج نسبت به شاهد افزایش معنی دار یافت.

واژه های کلیدی: اسفناج، جلبک اسپیرولینا، جذب عناصر کم مصرف، کود آلی، کود شیمیایی.

مقدمه
کودهای شیمیایی از عوامل اصلی حاصلخیزی خاک به شمار می روند و استفاده از کودهای شیمیایی سریع ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی به نظر می رسد اما آلودگی خاک و آب ناشی از مصرف مواد شیمیایی و کاهش تولیدات کشاورزی در این زمینه مشکل ساز شده است (گلاین،۲۰۰۲). بنابراین برای رهایی از این مشکلات و مدیریت حاصلخیزی خاک مصرف کودهای آلی در خاک توصیه می شود (میرزایی و همکاران، ۲۰۰۹). استفاده از مواد آلی نظیر کودهای حیوانی در باروری خاکهای زراعی، از دیرباز در تمام نقاط جهان متداول بوده است. کاربرد کودهای آلی (لجن فاضلاب، کمپوست و کودگاوی) در خاك ها ی سنگین می تواند دانه بندی، تخلخل، نفوذپذیری، و تهویه را بهبود بخشد و در خاك های شنی به نگه داری آب و مواد غذایی کمك می کند (ابوشارر، ۱۹۹۶). مطالعات مختلف نشان داده است که ضایعات آلی مانند لجن فاضلاب، کمپوست زباله، و کود گاوی به طور طبیعی حاوی مقدار قابل ملاحظه ای از عناصر کم مصرف اند که به علت وجود مواد آلی زیاد به صورت کلات های آلی در آمده و باعث افزایش حلالیت و قابلیت جذب این عناصر در خاک می شوند (رضوی طوسی، ۲۰۰۰). جلبک اسپیرولینا از جمله ریز جلبک ها ی چند سلولی و رشته ای سبز آبی می باشد که امروزه مصرف زیادی به صورت خوراکی دارد (وونشاک، ۲۰۰۲). در کشور ما هنوز مطالعاتی در زمینه اثر این جلبک بر رشد گیاه انجام نشده است. از آنجایی که اسفناج یک نوع سبزی برگی است که برگ ها و ساقه های ظریف آن به صورت خام یا فرآوری شده مصرف میگردد (پرونز و نوز،۲۰۰۸)، بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر این جلبک بر رشد و ترکیب شیمیایی اسفناج (جذب عناصر آهن، منگنز، مس و روی) و مقایسه آن با سایر کود های شیمیایی و آلی متداول انجام گرفت.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی اثر کودهای آلی مختلف و کود شیمیایی بر عملکرد و جذب عناصر غذایی بوسیله اسفناج آزمایشی گلخانه ای در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل و با سه تکرار انجام شد. خاك مورد نیاز از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری سری دانشکده واقع در منطقه باجگاه فارس جمع آوری شد و پس از هوا خشك شدن، از الك ۲ میلیمتری عبور داده شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ آورده شده است. تیمارهای آزمایش شامل شاهد، ورمی کمپوست (۱ درصد)، کود گاوی (۲ درصد)، کود گوسفندی (۲ درصد)، جلبک اسپیرولینا در چهار سطح (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم)، و کود شیمیایی نیتروژن و فسفر در دو سطح متفاوت به صورت (نیتروژن ۸۰ و فسفر ۱۰، و نیتروژن ۱۵۰ و فسفر ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) بود. برخی از ویژگی های کود های مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. جهت انجام آزمایش مقدار ۲ کیلوگرم خاک وزن شده و درون گلدانهای سه کیلوگرمی ریخته شد. تیمارهای کودی با خاک گلدان ها مخلوط شده و ۱۰ عدد بذر اسفناج (رقم viroflay) در هر گلدان کاشته شد. پس از یک هفته گیاهان تنک شده و ۵ عدد اسفناج در هر گلدان باقی ماندند. حدود ۸ هفته بعد از کاشت، برخی ویژگی‌های رویشی گیاه اندازه‌گیری شدند. سپس گیاهان از محل طوقه قطع شدند. تجزیه آماری و مقایسه میانگین داده‌ها، به وسیله برنامه کامپیوتری Minitab انجام شد.

جدول۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده

ویژگی	بافت خاک	پ‌ها ش	قابلیت هدایت الکتریکی	ر س	ماده آلی	م س	روی	منگنز	آهن
			($ds\ m^{-1}$)		(درصد)		میلی گرم در کیلوگرم		
	رسی سیلتی	۸/۷	۷۴/۰	۳۸	۸/۱	۴/۱	۱/۱	۵/۱۲	۶/۵

جدول۲- ویژگی های کودهای بکار برده شده

نوع کود	نیتروژن	ماده آلی	قابلیت هدایت الکتریکی	پ هاش	روی	آهن	منگنز	مس
	%	%	($ds\ m^{-1}$)		mgkg^{-1}			
کود گاوی	۰۵/۱	۲۲	۱/۴	۹۶/۷	۳/۱۸۳	۹۶۷	۲۸۹	۶/۱۴
کود گوسفندی	۶۳/۰	۱۲	۷/۹	۶۰/۷	۷/۵۰	۸۸۳	۱۲۷	۷/۳
ورمی کمپوست	۹۶/۰	۱۹	۴۵/۱	۷۲/۶	۸/۳۰۵	۱۰۸۷	۳۸۳	۴/۲۱
جلبک اسپیرولینا	۶/۴	۸۵	۱/۷	۳۵/۵	۱/۲۸	۲۲۹	۱۸	۵/۰

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی اسفناج در تیمار ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جلبک اسپیرولینا مشاهده شد، البته این تیمار با برخی تیمارهای دیگر اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳)، کمترین وزن خشک اسفناج نیز با کاربرد کود گوسفندی بدست آمد که با سطوح ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جلبک اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). شاید دلیل کاهش عملکرد اسفناج در تیمار کود گوسفندی و سطوح بالای جلبک را بتوان به شوری بالای این مواد نسبت داد (جدول ۲). با کاربرد سطح ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جلبک اسپیرولینا، جذب روی، آهن، و منگنز بوسیله اسفناج نسبت به شاهد افزایش معنی دار یافت اما کاربرد کود گوسفندی، کود گاوی، و ورمی کمپوست سبب افزایش این عناصر در اندام هوایی اسفناج نسبت به تیمار شاهد شد اما این افزایش معنی دار نبود. با افزودن تیمارهای مختلف در جذب مس بوسیله گیاه تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). مامو و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که با افزایش کاربرد ورمی کمپوست در خاک، غلظت عناصر روی و مس در خاک نسبت به شاهد افزایش می یابد. رضایی نژاد و افیونی (۱۳۷۹) بیان کردند که کود های آلی باعث افزایش معنی دار مواد آلی خاک گردیده و قابلیت جذب روی، آهن، فسفر و نیتروژن خاک را افزایش می دهند. بررسی های کلباسی و همکاران (۱۹۷۸) نشان داد که در خاك های آهکی، روی به صورت کربنات ر وی رسوب کرده و از دسترس گیاه خارج می شود. به همین دلیل، کمبود روی قابل جذب نیز یکی از مشکلات اصلی تغذیه گیاه در خاك های اصفهان بوده و به نظر می رسد کاربرد کود های آلی با افزایش ماده آلی خاك بتواند تا حد زیادی در رفع این کمبود مؤثر باشد .افزایش مقدار آهن و روی قابل جذب خاك در اثر کاربرد کود های آلی، علاوه بر این که به وجود مقدار قابل ملاحظه این فلزات در کود های آلی مربوط می شود، تجزیه مواد آلی کود ها، تشکیل اسید های آلی و افزایش اسید کربنیك خاك را به دنبال داشته که در نهایت با کاهش پ هاش خاک می تواند بر قابلیت جذب عناصر کم مصرف نظیر آهن و روی اثر بگذارد. بنابراین پیشنهاد می شود که آزمایش های بیشتری در زمینه اثر این کودها بر پ هاش و مقدار ماده آلی خاک انجام شود و برهمکنش تلفیقی این کودها نیز بررسی شود.

جدول ۳- اثر تیمارهای جلبک، کود شیمیائی، ورمی کمپوست و کود گوسفندی، و گاوی بر وزن خشک (گرم در گلدان) و جذب عناصر غذایی (میلی گرم در گلدان) بوسیله اسفناج

تیمار	وزن خشک	روی	آهن	منگنز	مس
شاهد	ab۳۳/۲	b۲۴/۰	b۹۵/۰	b۱۹/۰	a۰۰۷/۰
جلبک اسپیرولینا (۵۰۰ mgkg^{-1})	a۴۵/۲	a۳۸/۴	a۰۵/۱۴	a۶۶/۲	a۰۸/۰
جلبک اسپیرولینا (۱۰۰۰ mgkg^{-1})	bcd ۴/۱	b۰۶/۰	b۲۶/۰	b۰۷/۰	a۰۰۲/۰
جلبک اسپیرولینا (۲۵۰۰ mgkg^{-1})	abc۶۳/۱	b۰۸/۰	b۳۵/۰	b۰۸/۰	a۰۰۳/۰
جلبک اسپیرولینا (۵۰۰۰ mgkg^{-1})	cd۱۳/۱	b۰۷/۰	b۳۶/۰	b۱۱/۰	a۰۰۵/۰
کود شیمیایی نیتروژن و فسفر (۸۰ mgkg^{-1} و ۱۰)	abc۷۲/۱	b۰۸/۰	b۴۲/۰	b۱۱/۰	a۰۰۲/۰
کود شیمیایی نیتروژن و فسفر (۱۵۰ mgkg^{-1} و ۲۰)	abc۶۶/۱	b۱۶/۰	b۷۶/۰	b۱۸/۰	a۰۰۴/۰
کود گوسفندی	d۵۹/۰	ab۲۸/۱	ab۱۴/۴	ab۹۶/۰	a۰۶۴/۰
کود گاوی	ab۲۴/۲	ab۵۶/۰	ab۱۲/۲	ab۵/۰	a۰۱۲/۰
ورمی کمپوست	abc۰۳/۲	ab۴۷/۰	ab۰۲/۳	ab۹/۰	a۰۱۶/۰

.در سطح ۵ درصدمعنی‌دار نمی‌باشند LSD میانگین هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری با آزمون

منابع

رضایی نژاد، ی. و م. افیونی. ۱۳۷۹. اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر غذایی به وسیله ذرت و عملکرد آن. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهارم. صفحه ۱۹-۲۷.

Abusharer, T. M. ۱۹۹۶. Modification of hydraulic properties of a semiarid soil in relation to seasonal application of sewage sludge and electrolyte producing compounds. Soil Technol. ۹: ۱-۱۳.

compounds in some Manitoba soils. Can J. Soil Sci. ۱۲۵: ۵۵-۶۴.

Glyn M. F.۲۰۰۲. Mineral nutrition, production and artemisin content in artemisia annual. Acta Holticulture, ۴۲۶: ۷۲۱-۷۲۸.

Kalbasi M., Racz G. J., and Lewen-Rudgers L. A. ۱۹۷۸. Reaction products and solubility of applied zinc

Mamo M., Rozen C. J. Halbach T. R., Moncrief J. F. ۱۹۹۸. Corn yield and nitrogen uptake in sandy soil amended with vermicompost and municipal solid wastes compost. Production agriculture ۱۱:۴۶۰-۴۷۵.

Mirzaei R., Kambozia j., Sabahi H., and Mahdavi A. ۲۰۰۹. Effect of organic fertilizers on soil physiochemical properties and biomass yield of tomato. Iranian Journal of Crop Researches ۷: ۲۵۷-۲۶۷.

Prohens J., and Nuez F. ۲۰۰۸. Handbook of Plant Breeding, Vegetables I. Springer Science- Business Media, LLC. USA.

Razavi Toosi, A. ۲۰۰۰. Interaction effects of compost, compost leachate and Mn on growth and chemical composition of spinach and rice seedling. M.Sc. Thesis, College of Agriculture, Shiraz University, Iran.

Vonshak A. ۲۰۰۲. Spirulina platensis : Physiology, cell biology and biotechnology. Yaylor and francis group, ۱: ۱-۱۷.

Abstract

A greenhouse experiments was conducted to investigate the effect of chemical and organic fertilizers on yield and micronutrient uptake of spinach and arranged in a completely randomized design with three replications. Treatments consisted of blank, vermicompost (۱%), cow manure (۲%), sheep manure (۲%), four levels of spirulina (۵۰۰, ۱۰۰۰, ۲۵۰۰, ۵۰۰۰ mg $kg^{-۱}$), and three levels of N and P fertilizers (N and P ۸۰, ۱۰, N, P ۱۵۰, ۲۰). Results showed that highest and lowest dry weights were observed in ۵۰۰ mg $kg^{-۱}$ level of spirulina and sheep manure, respectively. With application of ۵۰۰ mg $kg^{-۱}$ level of spirulina, Zn, Fe, and Mn uptake by spinach was significantly increased as compared to control.

مقایسه مقدارفلزات سنگین در سری‌های مختلف خاک منطقه‌ی لنجانات، اصفهان

شهربانو جورکش ورنوسفادرانی [۱]، محمدحسن صالحی [۲] ، رضا مهاجر [۳]
۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ۳- استادیار و عضو هیئت علمی، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور مرکز شهرکرد

چکیده
فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌های خاک هستند. برخی از فلزات سنگین به مقدار جزیی برای موجودات زنده لازم است اما مقدار زیاد این فلزات برای حیات موجودات زنده، خطرناک است. هدف این تحقیق بررسی وضعیت آلودگی خاک‌های ۴ سری مختلف خاك (اصفهان، خمینی‌شهر، ابریشم و زاینده‌رود) در منطقه‌ی لنجانات اصفهان به عناصر کادمیم، سرب، نیکل و مس می‌باشد. در مجموع ۲۳۰ نمونه‌ی خاک از ۴ سری خاک برداشت شد. نتایج نشان داد که غلظت کادمیم در هر ۴ سری خاک بالاتر از حد مجاز است ولی این آلودگی در خاک‌های سری خمینی‌شهر بیش‌تر است. خاک‌های سری ابریشم از نظر سرب آلودگی نشان داد که احتمالا به دلیل نزدیکی معدن سرب و روی باما به این منطقه است. آلودگی اراضی زراعی به عناصری چون کادمیم و سرب و جذب این عناصر توسط گیاهان، میتواند این عناصر را وارد زنجیره‌ی غذایی کرده و باعث بیماریهایی نظیر سرطان گردد.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، سری خاک، منطقه‌ی لنجانات.

مقدمه
یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های خاک، فلزات سنگین می‌باشد. فلزات سنگین عناصری هستند که جرم اتمی آن‌ها از جرم اتمی آهن (۵۵/۸ g/mol) زیادتر باشد. موجودات زنده به مقدار جزیی به برخی از فلزات سنگین نیاز دارند اما مقدار زیاد این عناصر می‌تواند برای حیات موجود زنده مخرب باشد (افیونی و عرفان‌منش، ۱۳۸۷). فلزات سنگینی چون کادمیم، سرب و مس که در کلوئیدهای خاک ذخیره می‌شوند بسیار خطرناک هستند و با ورود به چرخه‌ی غذایی، زیان‌های جبران‌ناپذیری را به جای می‌گذارند. جذب و تمرکز بیش از حد کادمیم در بدن موجب تخریب کلیه‌ها، افزایش فشار خون و برونشیت می‌شود (اکبری‌شمسی‌خان، ۱۳۸۵). عوارض ناشی از سرب بر روی سلامتی انسان، اختلال بیوسنتز هموگلوبین و کم خونی، آسیب به کلیه، اختلال سیستم عصبی و کاهش قدرت یادگیری است(صالحی، ۱۳۸۹ و مهاجر و همکاران، ۲۰۱۳). مصرف بالای نیکل، شانس ابتلا به سرطان ریه، بینی، حنجره و پروستات را افزایش می‌دهد. بدن انسان می‌تواند میزان مس زیادی را تحمل کند ولی مقدار بیش از حد آن باعث آسیب به کبد و کلیه می‌شود (پائیز و جونز، ۱۹۹۷).
خیرآبادی (۱۳۸۹) گزارش داد که از عوامل اصلی افزایش غلظت مس در اراضی کشاورزی، استفاده از آفت‌کش‌ها و سموم است. خسروی دهکردی (۱۳۸۷) بیان کرد که میانگین غلظت روی، مس و نیکل از میانگین غلظت جهانی کمتر است. وی بیان کرد که در خاک سطحی شهر اصفهان میانگین غلظت کادمیم کل و سرب کل به ترتیب ۱/۸و ۳۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، در خاک سطحی کشاورزی ۱/۱ و ۳۳/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم، در خاک سطحی منطقه صنعتی ۱/۸ و ۳۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم از میانگین غلظت جهانی بالاتر است. ناظمی و خسروی (۱۳۹۰) در تحقیقی که انجام دادند مشاهده کردند که با افزایش فاصله محل نمونه‌برداری از بزرگراه، میزان سرب در خاک کاهش یافته است در حالی که در مورد سایر فلزات، چنین نبوده است. رحمانی (۱۳۸۹) گزارش داد که غلظت کادمیم کل در بعضی از خاک‌های اراضی کشاورزی اصفهان در محدوده‌ی بحرانی قرار دارد. ویبیان کرد که افزایش درازمدت و تدریجی غلظت کادمیم در خاک‌های زراعی در اثر استفاده از کودهای فسفاته با غلظت کادمیم فراتر از حد مجاز است.
کشاورزی و دامداری یکی از شغل‌های اصلی ساکنین منطقه‌ی لنجانات اصفهان را تشکیل می‌دهد. فرآورده‌های مهم کشاورزی این منطقه، برنج، گندم، سیب‌زمینی، پیاز و چغندر قند می‌باشد. در این منطقه، صنایع بزرگی چون ذوب‌آهن، مجتمع فولاد مبارکه و سیمان سپاهان احداث گردیده است، همچنین در این منطقه معدن سرب و روی باما هم وجود دارد. بنابراین،این تحقیق برای بررسی آلودگی سریهای خاک این منطقه به برخی از فلزات سنگین صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها
موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه حدفاصل عرض‌های جغرافیایی "۱۳/۴۱ '۲۰ °۳۲ تا "۵۸/۶۶ '۳۹ °۳۲ شمالی و طول‌های جغرافیایی "۲۶/۲۳ '۱۷ °۵۱ تا "۳۵/۵۰ '۴۰ °۵۱ شرقی در جنوب غربی اصفهان قرار دارد (شکل ۱). خاك‌های غالب این منطقه، شامل سریهای خمینی‌شهر، اصفهان، ابریشم و زاینده‌رود میباشد.

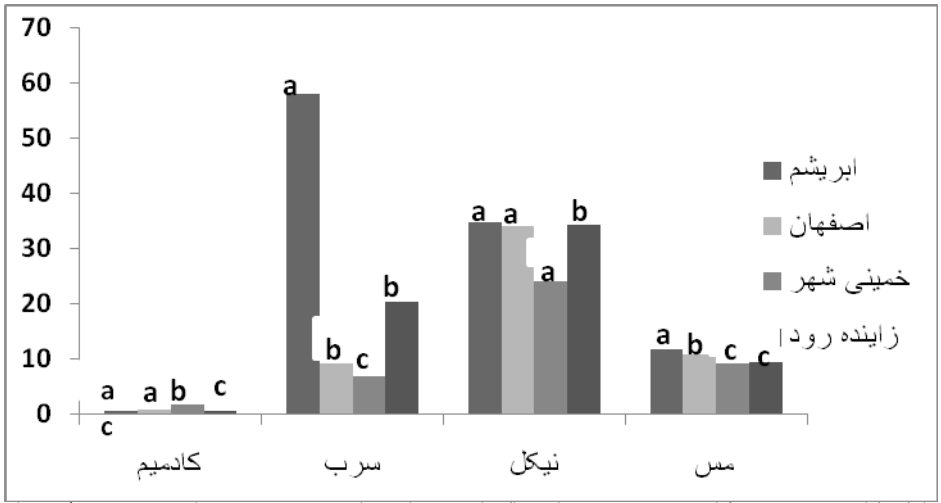


شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

نمونه‌برداری از هر یك از ۴ سری خاک، به صورت تصادفی از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری انجام گرفت و موقعیت نمونه‌ها با دستگاه GPSثبت گردید. نمونه‌های خاک ابتدا هوا خشک شد و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. عناصر سنگین نمونه‌های خاک شامل سرب، کادمیم، نیکل و مس با اسیدنیتریک ۴ مولار عصاره‌گیری شد و مقدار آن‌ها در عصاره با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید (رودریگز مارتین و همکاران، ۲۰۰۶). توصیف آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Statistica صورت گرفت.

نتایج و بحث

شکل ۲ نمودار میانگین غلظت عناصر کادمیم، سرب، نیکل و مس را در افق سطحی چهار سری خاک نشان میدهد.



شکل ۲ -نمودار غلظت کادمیم، سرب، نیکل و مس در سری‌های خاک ابریشم، اصفهان، خمینی‌شهر و زاینده‌رود (حروف متفاوت، بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد برای هر عنصر می‌باشند).

میانگین غلظت مس در سری ابریشم از سایر سری‌ها بالاتر است. همچنین میانگین غلظت نیکل در سه سری اصفهان، خمینی‌شهر و ابریشم تقریبا برابر می‌باشد و در سری زاینده‌رود از سه سری دیگر پایین‌تر است. میانگین کادمیم در سری خمینیشهر با سه سری دیگر و نیز بین سری زاینده‌رود و سری اصفهان، اختلاف معنیداری وجود دارد. منشاء این عنصر در خاک‌های سری خمینیشهر میتواند کودهای شیمیایی مورد استفاده در اراضی کشاورزی باشد و همچنین منشاء این عنصر در خاک‌های دو سری اصفهان و ابریشم میتواند وجود معدن سرب و روی باما در نزدیکی این دو سری خاک باشد. بین میانگین هر ۴ سری برای عنصر سرب اختلاف معنیدار وجود دارد. منشاء این عنصر در سری ابریشم میتواند وجود معدن باما در نزدیکی این سری باشد. میانگین سری زاینده‌رود با ۳ سری دیگر اختلاف معنیداری برای نیکل وجود دارد.میانگین مس بجز میانگین سری خمینیشهر با سری زاینده‌رود در سایر سریها اختلاف معنیداری نشان میدهد.

در سری اصفهان ۲۶/۷ درصد نمونه‌ها غلظت کادمیم بالاتر از حداکثر غلظت قابل قبول کشور سوئیس (۰/۸ mg/kg) داشتند. در سری خمینی‌شهر ۹۶/۲۵ درصد نمونه‌ها غلظت کادمیم بالاتر از حداکثر غلظت قابل قبول مشخص شده در کشور سوئیس (۰/۸ mg/kg) دارند. در سری زاینده‌رود ۲ درصد نمونه‌ها غلظت کادمیم بالاتر از حداکثر غلظت قابل قبول مشخص شده در کشور سوئیس (۰/۸ mg/kg) دارند. در سری ابریشم ۲۴ درصد نمونه‌ها غلظت کادمیم و همچنین ۲۵ در صد نمونه‌ها غلظت سرب بالاتر از حداکثر غلظت قابل قبول مشخص شده این دو عنصر در کشور سوئیس به ترتیب (۰/۸ mg/kg) و (۵۰ mg/kg) دارند.

با توجه به نتایج، هر چهار سری از نظر کادمیم آلوده هستند ولی خاک‌های سری خمینی‌شهر آلودگی شدیدتری را نشان میدهد. با توجه به بالا بودن میزان عناصر در غبارات اتمسفری (جورکش و همکاران، ۱۳۹۰؛ نمازی و صالحی، ۱۳۹۱)، ته‌نشست غبارات اتمسفری این منطقه می‌تواند یکی از عوامل افزایش غلظت کادمیم در خاک‌های منطقه‌باشد.

نتایج نشان می‌دهد که سری خاک‌های سری ابریشم از نظر سرب نیز آلوده هستند. با توجه به نزدیکی خاک‌های این سری به معدن سرب و روی باما این آلودگی می‌تواند مربوط به این معدن باشد. رسوب ذرات معلق ناشی از این معدن و دیگر کارخانجات موجود در این منطقه می‌تواند از علل آلودگی این خاک‌ها به عنصر سرب باشد. جورکش و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند که غلظت کادمیم و سرب در غبارهای اتمسفری از نمونه‌های خاک این منطقه و همچنین نسبت به غلظت این دو عنصر در برخی از مطالعات دیگر در نقاط مختلف جهان بالاتر است. دنکوب (۱۳۸۹) بیان کرد که غلظت سرب در خاک‌های اصفهان می‌تواند تحت‌تاثیر زمین‌شناسی منطقه و منابع انسانی آن مانند انتشارات اتمسفری (دود حاصل از اگزوز وسایل نقلیه و انتشارات صنعتی) باشد.

دو عنصر مس و نیکل در هیچ کدام از خاک‌های ۴ سری، آلودگی نشان ندادند. البته غلظت نیکل با توجه به نتایج (سری اصفهان: ۳۴/۰۹ mg/kg، سری خمینی‌شهر: ۳۴/۲۶ mg/kg، سری زاینده‌رود: ۲۴/۱۵ mg/kg و سری ابریشم: ۳۴/۷۹ mg/kg) بالا و نزدیک به حداکثر قابل قبول مشخص شده در کشور سوئیس (۵۰/۰۰ mg/kg) می‌باشد. دنکوب (۱۳۸۹) گزارش داد که در منطقه‌ی مطالعاتی خود در اصفهان بیش‌ترین غلظت نیکل در اراضی با کاربری کشاورزی است که احتمالا مصرف کودهای شیمیایی و استفاده از لجن فاضلاب می‌تواند از علل افزایش این عنصر در این اراضی باشد.

آلودگی اراضی زراعی به عناصری چون کادمیم و سرب و جذب این عناصر توسط گیاهان، این عناصر را وارد زنجیره‌ی غذایی کرده و باعث افزایش بیماریهای مختلف از جمله سرطان می‌شود (مهاجر و همکاران، ۲۰۱۳). مطالعه غلظت عناصر در گیاهان و نیز غبارات اتمسفری در جهات مختلف باد این منطقه، می‌تواند دیدگاه بهتری از منشاء این عناصر در اختیار دهد.

میانگین‌های عناصر در سریهای مختلف تفاوت‌های معنیداری نشان میدهد (جدول ۱). بدین صورت که میانگین کادمیم در سری خمینی‌شهر با سه سری دیگر اختلاف معنی‌داری دارد، همچنین بین سری زاینده‌رود و سری اصفهان هم اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بین میانگین سری زاینده‌رود با ۳ سری دیگر اختلاف معنی‌داری برای نیکل وجود دارد. میانگین مس بجز میانگین سری خمینی‌شهر با سری زاینده‌رود در سایر سریها اختلاف معنی‌داری نشان میدهد.

جدول ۱- مقایسه میانگین مقدار فلزات سنگین بین چهار سری خاک [۱]

	کادمیوم	سرب	نیکل	مس
سری ابریشم با سری اصفهان	۰۶/۰	۰۰/۰ns	۴۲/۰	۰۲/۰ns
سری ابریشم با سری خمینی‌شهر	۰/۰۰ns	۰/۰۰ns	۰/۵۴	۰/۰۰ns
سری ابریشم با سری زاینده‌رود	۰/۸۹	۰/۰۰ns	۰/۰۰ns	۰/۰۰ns
سری اصفهان با سری خمینی‌شهر	۰/۰۰ns	۰/۰۰ns	۰/۷۷	۰/۰۰ns
سری اصفهان با سری زاینده رود	۰/۰۱*	۰/۰۲*	۰/۰۰ns	۰/۰۰ns
سری خمینی‌شهر با	۰/۰۰ns	۰/۰۰ns	۰/۷۶	۰/۰۰ns

سری زاینده‌رود

را نشان میدهند. ** در سطح ۱ درصد معنی‌دار * در سطح ۵ درصد معنی‌دار P-value اعداد جدول [۱]

منابع

اکبری‌شمسی‌خان، م. ۱۳۸۵. زمین‌شناسی پزشکی منطقه باغ برج جیرفت. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.

افیونی، م. عرفان‌منش، م. ۱۳۸۷. آلودگی محیط زیست(آب،خاک وهوا). انتشارات ارکان دانش.

جورکش، ش. صالحی، م.ح. اسفندیارپوربروجنی، ع. ۱۳۹۱. بررسی غلظت برخی از فلزات سنگین در غبارهای اتمسفری منطقه‌ی لنجانات اصفهان. همایش ملی سنجش و مدلسازی محیط، دانشگاه تهران، تهران.

خسروی دهکردی، ا. ۱۳۸۷. توزیع فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی، شهری و صنعتی اصفهان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

خیرآبادی، ح. ۱۳۸۹. بررسی منشاء عناصر سنگین در خاک و تعیین خطر آنها بر سلامت انسان در خاک‌های سطحی استان همدان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

دنکوب، ز. ۱۳۸۹. ارتباط مکانی پذیرفتاری مغناطیسی با غلظت کل برخی فلزات سنگین در خاک‌های سطحی منطقه اصفهان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

رحمانی، ح.ر. ۱۳۸۹. کودهای فسفره و آلودگی کادمیم حاصل از آن در اراضی کشاورزی. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود.

صالحی، ب.۱۳۸۹. عوامل آلودگی خاک. www.roostanews.ir

ناظمی، س. خسروی، ا. ۱۳۸۹. بررسی وضعیت فلزات سنگین در خاک، آب و گیاه اراضی سبزیکاری. فصلنامه دانش و تندرستی، شماره ۴، صفحات ۳۱-۲۷.

نمازی، ن. صالحی، م.ح. ۱۳۹۱. توزیع برخی از عناصر سنگین موجود در غبارات اتمسفری، منطقه لنجانات اصفهان در دو فصل پاییز و زمستان. سومین کنگره‌ی سراسری عناصر کمیاب ایران، دانشگاه علوم پزشکی کاشان.

FOEFL (Swiss Federal Office of Environment, Forest and Landscape). ۱۹۹۸. Commentary onthe ordinance relating to pollutants in soils (VBBo of July ۱, ۱۹۹۸).

Mohajer R. Salehi M.H. Mohammadi J. Emami M.H and Azarm T. ۲۰۱۳. The status of lead and cadmium in soils of high prevalenct gastrointestinal cancer region of Isfahan. Journal of Research in Medical Sciences ۱۸ (۱۳):۲۱۰-۲۱۴.

Pais I. and Jones J.B. ۱۹۹۷. The Handbook of Trace Elements. St. Lucie Press.Boca Raton, Florida, pp.۱-۲۲۳.

Rodriguez Martin J.A., Lopez Arias M. and GrauCorbi J.M. ۲۰۰۶. Heavy metals contents in agricultural topsoils in the Ebro basin (Spain). Application of the multivariate geoestatistical methods to study spatial variations. Journal of Environmental Pollution, ۱۴: ۱۰۰۱-۱۰۱۲.

Abstract

Heavy metals are major pollutants in soil.some of heavy metals are essential for life, but excessive amount of these metals are harmful for organisms. The aim of this study was to evaluate heavy metals content in ۴ dominant soil series (Isfahan, Khomeynishahr, Abrishamand Zayanderood) in Lenjanat area, Isfahan.۲۳۰ topsoil samples were collected from soil series. The results showed that the concentration of cadmium in all soil series is above the threshold value. Pollution in Khomeynishahr series is higher than the others. Abrisham series has also lead contamination probably due to the vicinity of these soils to lead mine. Contamination of the soils to cadmium and lead and their entrance to food chain via the absorption of these elements by plants increase the risk of cancers in human.

سهم خاکدانه‌های ریز و درشت بر قابلیت استفاده فسفر در تعدادی از خاک‌های آهکی استان چهار محال و بختیاری

مرتضی شیرمحمدی [۱]، علیرضا حسین پور [۲]، شهرام کیانی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲ - استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده
در این مطالعه سهم خاکدانه‌های ریز و درشت بر قابلیت استفاده فسفر ، در ۱۰ نمونه خاک آهکی تعیین شد. بدین منظور با استفاده از روش الک خشک هر خاک به دو گروه، خاکدانه‌های ریز(کوچکتر از ۲۵/۰ میلی‌متر) و خاکدانه‌های درشت(بزرگتر از ۲۵/۰ میلی‌متر) تقسیم شد. دامنه تغییرات خاکدانه‌های ریز در رنج ۷/۴۵-۲/۱۲ و خاکدانه‌های درشت ۷/۸۷-۳/۵۴ درصد بود. مقدار فسفر قابل استفاده در خاکدانه‌های ریز، درشت و کل خاك با روش اولسن تعیین شد. دامنه تغییرات مقدار فسفر اولسن در خاکدانه‌های ریز ۳/۹۴ - ۲/۱۵، در خاکدانه‌های درشت ۹/۶۸ - ۱/۱۰ و در خاك کل ۶/۸۴- ۱۵میلی‌گرم در کیلوگرم بود. در تمام خاک‌ها به جز خاک‌های شماره ۳، ۴ و ۶ مقدار فسفر اولسن در خاکدانه‌های ریز به صورت معنی‌دار بیشتر از خاکدانه های درشت بود. حضور شکل‌های لبایل فسفر در ذرات ریز موجب نگرانی زیست محیطی می‌شود، چون چنین ذراتی دارای پتانسیل ورود به روان‌آب‌ها از طریق فرسایش خاک می‌باشند.

واژه های کلیدی: اندازه خاکدانه، فسفر قابل استفاده، خاک‌های آهکی.

مقدمه
فسفر قابل استفاده عبارت است از مقدار فسفری که طی رشد گیاه وارد فاز محلول خاک شده و جذب گیاه می‌گردد. مقدار فسفر قابل استفاده گیاه تابع ویژگی‌های خاک و گیاه است(رئیسی، ۱۳۹۲). در خاک‌های آهکی به دلیل فراوانی کربنات کلسیم و نوع مواد مادری تثبیت فسفر یک امر مهم بشمار می‌آید. به همین دلیل در این خاک‌ها مقادیر زیادی کود فسفره مصرف می‌شود که باعث تجمع فسفر در این خاک‌ها می‌شود. تجمع فسفر در خاک‌ها، می‌تواند سبب آلودگی محیط زیست شود (سمواتی، ۱۳۸۴).

راه‌های عمده کاهش فسفر از خاک شامل آبشویی، جذب توسط گیاه و فرسایش می‌باشد. معمولاً میزان فسفر از بین رفته در اثر فرسایش بیشتر از میزان فسفری است که به وسیله گیاه مصرف می‌شود. فسفر قابل جذب مصرف شده به وسیله گیاه می‌تواند از فسفر ذخیره شده در خاک تأمین شود در حالی که فسفر از بین رفته به وسیله فرسایش را فقط افزایش کودهای فسفری می‌تواند جبران کند(سالاردینی، ۱۳۷۴). یکی از عوامل مؤثر در فرسایش خاک، پایداری خاکدانه‌ها و عوامل مؤثر در تغییر آن است. خاک‌هایی که دارای خاکدانه‌های قوی بوده و سهم خاکدانه های درشت در آن‌ها زیاد است، خاک‌های پایدار در برابر فرسایش می‌باشند. خاکدانه‌ها بر اساس اندازه به دو گروه اصلی، خاکدانه‌های درشت با قطر بزرگتر از ۲۵۰ میکرون و خاکدانه‌های ریز با قطر کوچکتر از ۲۵۰ میکرون تقسیم بندی می‌شوند(آمزکتا و همکاران، ۲۰۰۳). بررسی‌ها نشان داده که در اثر ضربه قطرات باران، ذرات با قطر ۶۳ تا ۲۵۰ میکرون بیش از همه جدا می‌شوند(رفاهی، ۱۳۸۲). همچنین مورگان اظهار می‌دارد موادی که با جریان سطحی انتقال می‌یابند عمدتاً از مواد ریز به قطر ۱/۰ تا ۳/۰ میلیمتر تشکیل می‌شوند.

خاکدانه‌ها نقش بارزی در فرآیندهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند. بنابراین بر نگهداری عناصر غذایی در خاک اثر می‌گذارند و وضعیت مطلوب‌تری را برای رشد گیاه در خاك فراهم می‌کند(جیائو و همکاران،۲۰۰۶). وانگ و همکاران (۲۰۰۱) پیشنهاد کردند که خاکدانه‌سازی مطلوب در خاک در اثر اعمال مدیریت، در بعضی موارد، قابلیت استفاده فسفر بکار برده را افزایش می‌دهد و ارزیابی دقیق قابلیت استفاده فسفر در خاک‌ها به طور فزاینده‌ای از لحاظ حاصلخیزی زمین‌های کشاورزی و حفظ محیط زیست اهمیت دارد.

لینکوئیست و همکاران (۱۹۹۷) عنوان کردند که چون اندازه خاکدانه با جذب سطحی فسفر، گنجایش بافری خاک و آزاد شدن فسفر از خاک رابطه دارد این احتمال وجود دارد که خاکدانه‌ها اثرات کوتاه و بلندمدت بر فسفر قابل استفاده گیاه داشته باشند. این موضوع از سوی برخی دیگر از محققین نیز عنوان شده است به طوری که؛ ویلیامز و ساندرز (۱۹۵۶) بیان داشتندکه آزادشدن فسفر

برای گیاهان و استخراج آن توسط عصاره‌گیرهای مختلف به اندازه ذرات و شکل شیمیایی فسفر، وابسته است. پس باید بر این نکته که مقدار فسفر در ذرات با اندازه مختلف به چه میزان است توجه ویژه‌ای نمود.

گئیسلر و همکاران (۲۰۱۱) نیز چالش اصلی در مدیریت تغذیه گیاهان زراعی را نگهداشت غلظت فسفر در محلول خاک در حالت بهینه برای تولید محصول دانسته‌اند و معتقدند که فسفر قابل استفاده علاوه بر اینکه عملکرد محصول را محدود نمی‌کند، تلفات فسفر را که می‌تواند اثر منفی روی کیفیت آب داشته باشد را نیز به حداقل می‌رساند.

تائو و همکاران (۲۰۰۸) مطالعه‌ای را در مورد اثر اندازه خاکدانه بر قابلیت استخراج فسفر روی دو خاک یکی با میزان فسفر کم و دیگری با مقدار فسفر زیاد انجام دادند و خاکدانه‌ها را در شش کلاس ۲۱۲/۰>، ۵/۰ - ۱، ۲/۰- ۵/۰، ۲- ۱، ۴ -۲ و ۵/۶ - ۴ میلی‌متر جدا کردند. نتایج بدین صورت بود که با کاهش اندازه خاکدانه مقدار فسفر قابل استخراج توسط مهلیچ-۱، برای هر دو خاک افزایش یافت، به طوری‌که خاکدانه‌های با اندازه ۲۱۲/۰> میلی‌متر بیشترین و ۸/۴ میلی‌متر کمترین مقدار فسفر قابل استخراج را داشتند.

با توجه به مطالب بیان شده می‌توان گفت که اندازه خاکدانه می‌تواند بر قابلیت استفاده فسفر مؤثر باشد. و از آن‌جا که درباره بررسی اثر اندازه خاکدانه بر قابلیت استفاده فسفر تاکنون در ایران مطالعه‌ای صورت نگرفته، لذا هدف از تحقیق حاضر مقایسه نقش خاکدانه‌های ریز و درشت بر قابلیت استفاده فسفر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه به منظور مقایسه اثر خاکدانه‌های ریز و درشت بر قابلیت استفاده فسفر، تعداد ۱۰ نمونه خاک از خاک‌های تحت کشت در استان چهار محال و بختیاری انتخاب شدند. برای جداسازی خاکدانه‌ها به اندازه‌های مختلف از روش الک خشک (زانگ و همکاران،۲۰۰۳) استفاده شد. بدین منظور از دستگاه شیکر الک با سری الک‌های استاندارد استفاده شد. به این ترتیب که ۵۰ گرم خاک خشک را روی الک ۴ میلی‌متری ریخته و به مدت ۲ دقیقه تکان داده شد. اندازه الک‌ها به ترتیب ۴، ۲، ۱ و ۲۵/۰ میلی‌متر بود. در پایان هر آزمایش وزن خاک باقی‌مانده روی هر الک توزین شد و بر این اساس توزیع اندازه ذرات در حالت خشک تعیین گردید. جهت انجام مطالعه روی خاکدانه‌ها، خاکدانه‌های کوچکتر از ۲۵/۰میلی‌متر و بزرگ تر از ۲۵/۰میلی‌متر جمع‌آوری شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به روش‌های متداول و فسفر قابل استفاده به روش اولسن، در خاکدانه‌های ریز(کوچکتر از ۲۵/۰ میلی‌متر) و خاکدانه‌های درشت(بزرگتر از ۲۵/۰ میلی‌متر) و خاك اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث

درصد خاکدانه‌های ریز و درشت در جدول ۱ و مقادیر فسفر قابل استفاده در خاکدانه‌های ریز و درشت و خاك کل در جدول ۲ آورده شده است.

جدول۱ درصد توزیع خاکدانه‌ها در خاك

	%خاکدانه ها	
خاك	%درشت	%ریز
۱	۶۴.۳	۳۵.۷
۲	۷۳.۱	۲۶.۹
۳	۷۴.۸	۲۵.۲
۴	۶۵.۷	۳۴.۳
۵	۷۳.۵	۲۶.۵
۶	۸۷.۸	۱۲.۲
۷	۶۳.۶	۳۶.۴
۸	۶۱.۸	۳۸.۲
۹	۷۴.۹	۲۵.۱
۱۰	۵۴.۳	۴۵.۷

جدول ۲ مقادیر فسفر قابل استفاده در خاکدانه‌های ریز ، درشت و کل خاك (میلیگرم در کیلوگرم)

خاک	کل خاك	خاکدانه ریز	خاکدانه درشت
۱	ab۲۱.۹ (۲.۵۷)	a۲۲.۷ (۲.۴۶)	b۱۹.۷(۲.۸۲)
۲	ab ۳۶.۵ (۵.۱۴)	a ۳۹ (۴.۵۳)	b۳۳.۹ (۵.۱۹)
۳	ab۳۶.۳ (۳.۸۹)	a۳۴.۹ (۳.۶۱)	a۳۸.۴ (۴.۳۲)
۴	ab ۲۹.۶ (۴.۴۶)	a۲۹.۴ (۴.۳۲)	a۲۸.۷ (۴.۸۸)
۵	ab۲۱.۶ (۳.۰۴)	a۲۴.۳ (۳.۲۷)	b۱۸.۹ (۲.۷۴)

۶	ab۲۱.۵ (۴.۱۶)	(۴.۴۸) a۲۳	(۳.۹۶) a۲۰.۸
۷	ab۲۸.۷ (۲.۵۸)	(۲.۴۱) a۳۱.۳	(۲.۸۶) b۲۷.۷
۸	ab ۱۶.۳ (۱.۳۱)	(۱.۳۷) a۱۷.۸	(۱.۰۳) b۱۲.۴
۹	a۱۵ (۱.۷۴)	(۱.۷۳) a۱۵.۲	(۱.۱۸) b۱۰.۱
۱۰	(۳.۵۷) b ۶۸.۹ (۴.۴۱)	(۴.۹۸) a۹۴.۳	c۸۴.۶
میانگین	۳۱.۲	۳۳.۲	۲۷.۹

حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین خاکدانه‌های ریز و درشت در سطح احتمال ۵% می‌باشد. هر کدام از داده‌های ارائه شده در جدول میانگین سه تکرار می‌باشد. اعداد داخل پرانتز درصد فسفر قابل استفاده از فسفر کل میباشد.

نتایج نشان داد که دامنه تغییرات مقدار فسفر عصاره گیری شده با روش اولسن در خاکدانه‌های ریز ۳/۹۴ - ۲/۱۵، در خاکدانه‌های درشت ۹/۶۸ - ۱/۱۰ و در خاک کل ۶/۸۴- ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. هم در خاکدانه‌های ریز و هم خاکدانه‌های درشت کمترین مقدار فسفر قابل استفاده در خاک ۹ و بیشترین مقدار در خاک ۱۰ وجود دارد. در خاکدانه‌های ریز مقدار فسفر قابل استفاده در ۸ خاک بیش از ۲۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک می‌باشد. اما در خاکدانه‌های درشت ۶ خاک مقدار فسفر قابل استفاده بیش از ۲۰ پی پی ام دارند. علت بالا بودن فسفر قابل استفاده در بیشتر خاک‌های مورد مطالعه را می‌توان به کوددهی مستمر فسفر در خاک نسبت داد. با مقایسه مقدار فسفر قابل استفاده در خاکدانه‌های ریز و درشت مشاهده می‌شود که در خاک‌های شماره ۱، ۲، ۵، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ مقدار فسفر اولسن در خاکدانه‌های ریز به صورت معنی داری بیشتر از خاکدانه‌های درشت می‌باشد. این شاید به دلیل وجود مکان‌های سطحی بیشتر در خاکدانه‌های ریز باشد.

تجمع شکل‌های لبایل فسفر در خاکدانه های ریز بدلیل مستعد بودن این ذرات برای فرسایش آبی و بادی ایجاد نگرانی می کند. وجود شکل‌های فسفری که به صورت سست به این ذرات متصل اند خطر هدرروی فسفر به منابع آبی را افزایش می‌دهد. در نهایت می‌توان گفت، شناخت توزیع فسفر در خاکدانه‌های با اندازه مختلف می‌تواند شاخص خوبی برای پیش بینی خطر آلودگی آب‌ها توسط فسفر باشد.

منابع

رفاهی، ح. ۱۳۸۲. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران.

رئیسی، ط. ۱۳۹۲. اثر ریزوسفر لوبیا و گندم بر قابلیت استفاده، جزءبندی و سینتیک آزادسازی فسفر در خاک‌های آهکی تیمار شده با لجن فاضلاب شهری. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهرکرد.

سالار دینی، ع. ۱۳۷۴. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

سمواتی، م. ۱۳۸۴. تعیین اجزای مختلف فسفر معدنی و ارتباط آن‌ها با قابلیت جذب فسفر در تعدادی از خاک‌های استان همدان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان.

Amezketa, E., Arguos, R., Carranza, R. and Urgel, B. ۲۰۰۳. Macro and micro aggregate stability of soils determined by a combination of wet seving and laser-ray differection. Spanish Journal of Agriculture Research, ۴ (۱): ۸۳-۹۴.

Geisseler D., Linsler D., Piegholdt C., Andruschkewitsch R., Raupp J. and Ludwig B. ۲۰۱۱. Distribution of phosphorus in size fractions of sandy soils with different fertilization histories. Journal of Plant Nutrition and Soil Science ۱۷۴:۸۹۱-۸۹۸.

Jiao Y., Whalen J.K. and Hendershot W.H. ۲۰۰۶. No-tillage and manure applications increase aggregation and improve nutrient retention in a sandy-loam soil. Geoderma ۱۳۴:۲۴-۳۳.

Linquist B.A., Singleton P.W., Yost R.S. and Cassman K.G. ۱۹۹۷. Aggregate size effects on the sorption and release of phosphorus in an Ultisol. Soil Science Society of America Journal ۶۱: ۱۶۰-۱۶۶.

Wang X., Yost R.S. and Linquist B.A. ۲۰۰۱. Soil aggregate size affects phosphorus desorption from highly weathered soils and plant growth. Soil Science Society of America Journal ۶۵:۱۳۹-۱۴۶.

Williams E.G. and Saunders W.M.H. ۱۹۵۶. Distribution of phosphorus in profiles and particle-size fractions of some Scottish soils. Journal of Soil Science ۷:۹۰-۱۰۸.

Zhang M.K., He Z.L. Calvert D.V., Stoffella P.J., Yang X.E.and Li Y.C. ۲۰۰۳. Phosphorus and heavy metal attachment and release in sandy soil aggregate fractions. Soil Science Society of America Journal ۶۷:۱۱۵۸-۱۱۶۷.

Abstract

The objective of the present research was to determine contribution of micro and macro aggregate in available P in ۱۰ calcareous soils. Micro aggregate (< ۰.۲۵ mm) and macro aggregate (> ۰.۲۵ mm) were separated by dry sieving. The micro-aggregates ranged from ۱۲.۲ to ۴۵.۷% and macro-aggregate from ۵۴.۳ to ۸۷.۷%of the whole soil. Available P in micro and macro aggregate, as well as, whole soil was determined by Olsen method. Amount of Olsen P in micro aggregates, macro aggregates and whole soil ranged from ۱۵.۲ - ۹۴.۳, ۱۰.۱-۶۸.۹ and ۱۵- ۸۴.۶ mg kg^{-1}, Respectively. In all soils except soil ۳, ۴ and ۶, amount of Olsen P amount in micro aggregates was significantly higher than the macro aggregates. By increasing the P content, particularly of the smaller sized aggregats it is likely that the eroded material would favour greated P loss.

ارزیابی سینتیک آزادسازی فسفر در خاک‌های ریزوسفری گندم

طاهره رئیسی [۱]، علیرضا حسین پور [۲]
۱- دانش‌آموخته دکتری خاکشناسی دانشگاه شهرکرد و پژوهشگر مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد

چکیده
شرایط شیمیایی و زیستی خاک‌های ریزوسفری متفاوت از خاک غیرریزوسفری می‌باشد. اطلاعات در مورد مقدار آزادسازی فسفر در خاک‌های ریزوسفری تیمار شده با لجن فاضلاب شهری محدود می‌باشد. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی اثرهای ریزوسفر گندم (*Triticum aestivum*. L) بر سینتیک آزادسازی فسفر در ده خاک آهکی تیمار شده با لجن فاضلاب شهری از استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از ریزوباکس تحت شرایط گلخانه اجرا شد. سینتیک آزادسازی فسفر از خاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری گندم بوسیله عصاره‌گیری متوالی با بی‌کربنات سدیم در یک دوره از ۲ تا ۸۴۰ ساعت در دمای ۱± ۲۵ درجه سلسیوس بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین مقدار فسفر استخراج شده بعد از ۸۴۰ ساعت از خاک‌های ریزوسفری (۳۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاکهای غیرریزوسفری (۳۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. همچنین، نتایج نشان داد که تابع نمایی و معادله‌های الوویچ ساده می‌توانند روند آزاد شدن فسفر از خاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری را به‌خوبی تشریح کنند.

واژه های کلیدی: بی‌کربنات سدیم، لجن فاضلاب شهری، عصاره‌گیری متوالی

مقدمه
فسفر یکی از مهمترین عناصر غذایی است که در غلظتهای خیلی کم در محلول خاک وجود دارد و جذب آن توسط گیاه منجر به کاهش بیشتر این عنصر در ناحیه نزدیک به ریشه میشود (بتاچاریا و ۲۰۰۳ ,.et al). غلظت یون‌های فسفر در فاز محلول توسط گونه‌بندی فسفر و یک دامنه واکنش با فاز جامد خاک (جذب-واجذبی یا انحلال-رسوب) تعیین می‌شود. همه‌ی عوامل فوق وابسته به عوامل مهمی از قبیل پ-هاش، غلظت کاتیون‌های فلزی نظیر کلسیم، آهن و آلومینیوم، و غلظت لیگاندهای آلی و معدنی رقابت کننده با یون‌های فسفر می‌باشد (هینسینگر، ۲۰۰۱). ریشه گیاهان از طریق تغییر سه عامل ذکر شده (پ-هاش، غلظت کاتیون-های فلزی و غلظت لیگاندهای آلی و معدنی) در نتیجه‌ی جذب و یا تراوش آنها منجر به ایجاد تغییراتی در تعادلات شیمیایی فسفر در خاک می‌شود و از این طریق تحرک و قابلیت دسترسی فسفر معدنی خاک را تحتتأثیر قرار می‌دهد (هینسینگر، ۲۰۰۱).
یکی از منابع آلی حاوی مقادیر ارزشمند فسفر، پسماندهای آلی نظیر لجن فاضلاب میباشند (اسمیت، ۱۹۹۶). استفا ه ا لجن فاضلا به عنوا یکی ا اه‌ها مؤثر افزایش با خا ها مناطق خشك نی‌مه‌خشك شناخته شده است (حجازی مهریزی و همکاران، ۲۰۱۳). در تعدادی از تحقیقات، سینتیک آزادسازی فسفر از خاک در غیاب ریشه گیاه در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب شهری مطالعه و با استفاده از چندین رابطه شامل معادله مرتبه صفر؛ معادله مرتبه اول؛ معادله پخشیدگی پارابولیک؛ الوویچ ساده و معادله تابع توانی توصیف شده است (تور و باهل، ۱۹۹۹؛ حسین‌پور و پاشامختاری، ۲۰۰۸ و گرگین و ۲۰۱۱ ,.et al). اما اطلاعات کمی در مورد اثر لجن فاضلاب بر ویژگی‌های آزادسازی فسفر در خاک‌های ریزوسفری وجود دارد. بررسی و درک اثر متقابل میان ریشه گیاه، کودهای آلی حاوی فسفر و مقدار آزادسازی فسفر از جمله مسائلی است که کمتر مورد توجه محققان قرار گرفته و به بررسی آن پرداخته شده است. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی اثر ریزوسفری گندم بر مقدار آزادسازی فسفر در ریزوباکس اجرا شد.

مواد و روش‌ها
ده نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری از خاک‌های دشت شهرکرد جمع آوری شد. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه هوا خشک شده و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند. خصوصیات خاک شامل بافت خاک با روش پیپت، پ- هاش در سوسپانسیون ۲:۱ آب مقطر به خاک، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره ۲:۱ آب مقطر به خاک، ماده آلی با روش اکسایش تر، و کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی تعیین گردید. جهت انجام این پژوهش از لجن فاضلاب شهری از تصفیه‌خانه فاضلاب شهرکرد استفاده شد. لجن فاضلاب، هوا خشک شد و از الک ۵/۰ میلیمتری عبور داده شد و پاره‌ای ویژگیهای لجن فاضلاب مورد استفاده ازجمله پ-هاش، قابلیت هدایت الکتریکی، کربن آلی، همچنین، فسفر قابل استفاده به روش اولسن، فسفر کل به روش هضم با اسیدنیتریک و پرکلریک، فسفرآلی به روش سوزاندن، نیتروژن کل به روش کجلدال ، روی، مس، کادمیوم، نیکل و سرب کل به روش اسید نیتریک ۴ مولار اندازه‌گیری شدند.
به منظور تهیه خاک ریزوسفری، یک آزمایش گلخانه‌ای در سه تکرار انجام شد. برای مطالعه ریزوسفر گندم از ریزوباکس استفاده شد. ریزوباکس به سه بخش، شامل بخش مرکزی یا قسمت ریزوسفری (طول ۳۲ میلیمتر) و قسمت‌های غیرریزوسفری (به طول ۵۰ میلی‌متر در دوطرف خاک ریزوسفری) تقسیم شد. دو قسمت خاک غیرریزوسفری از قسمت ریشه و خاک ریزوسفری توسط یک

پوشش نایلونی با قطر منافذ معیین جدا شد. به منظور تیمار خاک‌ها با لجن فاضلاب، معادل یک درصد وزنی (W/W) لجن فاضلاب عبور داده شده از الک نیم میلی‌متری به خاک‌ها اضافه و اختلاط لجن فاضلاب و خاک بوسیله مخلوط کردن با یک اسپاتولا انجام شد. رطوبت خاک‌ها به حد ظرفیت مزرعه رسانده و یک ماه پس از اعمال تیمارها، خاک‌ها به ریزوباکس‌ها منتقل شدند. برای کشت گیاه، بذرهای گندم (*Triticum aestivum*. L) رقم بکراس روشن به تعداد چهار بذر در قسمت مرکزی ریزوباکس‌ها کشت شدند. بخش هوایی گیاهان ۸ هفته بعد از کاشت برداشت شد. ریزوباکس‌ها در پایان فصل رشد باز شدند و از هر ریزوباکس دو نمونه خاک، یکی از قسمت ریشه و دیگری از بخش توده‌ی خاک (خاک غیرریزوسفری) برداشت شد.

بررسی آزاد شدن فسفر در نمونه خاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری گندم با استفاده از روش عصاره‌گیری متوالی (successive extraction) با محلول بی‌کربنات سدیم انجام شد. بدین منظور، ۱ گرم خاک از نمونه‌ها، همراه با ۲۰ میلی‌لیتر بیکربنات سدیم ۵/۰ مولار با ۵/۸ =پ- هاش در لوله‌های سانتریفیوژ به صورت جداگانه ریخته شد. نمونه‌ها داخل انکوباتور در دمای ۱± ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. خاک‌ها در زمان‌های ۲ تا ۸۴۰ ساعت پس از افزودن محلول‌ها، عصاره‌گیری شدند. در فواصل زمانی مشخص سوسپانسیون صاف گردید. غلظت فسفر عصاره‌ها به روش رنگ‌سنجی تعیین شد. پس از پایان دوره آزمایش و جمع‌آوری داده‌ها، معادله‌های مرتبه صفر، مرتبه اول، الوویچ ساده شده، تابع توانی و پخشیدگی پارابولیک (جدول ۱) بر مقدار تجمعی فسفر آزاد شده برازش و ثابت‌های معادله‌ها برآورد شد. سپس، بر اساس ضریب تعیین و خطای استاندارد تخمین، بهترین مدل یا مدل‌ها برای توصیف آزاد شدن فسفر انتخاب و ضرایب این معادله‌ها گزارش شد. خطای استاندارد تخمین از رابطه زیر محاسبه شد (حسین‌پور و پاشامختاری، ۲۰۰۸):

$$SE = \{ (P_t - P^*)^2 / n-2 \}^{0.5} \quad (1)$$

که در آن: P_t و P^* به‌ترتیب مقدار فسفر آزاد شده و برآورد شده به‌وسیله مدل در زمان t و n تعداد نقاط آزمایشی است. در نهایت اثر ریزوسفر بر مقدار فسفر آزاد شده با آزمون تی تست جفت شده بررسی شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرمافزار استاتیستیکا ۱۰ اجرا شد.

جدول ۱- معادلههای سینتیکی مورد استفاده در بررسی آزاد شدن فسفر

مدل سینتیکی	فرمول
مرتبه صفر	$a-k.t=(P._-P_t)$
مرتبه اول	$\ln(P._-P_t)=a-k_1t$
پخشیدگی پارابولیک	$P_t = a + Rt^{0.5}$
تابع توانی	$P_t = a \times t^b$
الوویچ ساده شده	$P_t= 1/\ln(\ )+1/\ lnt$

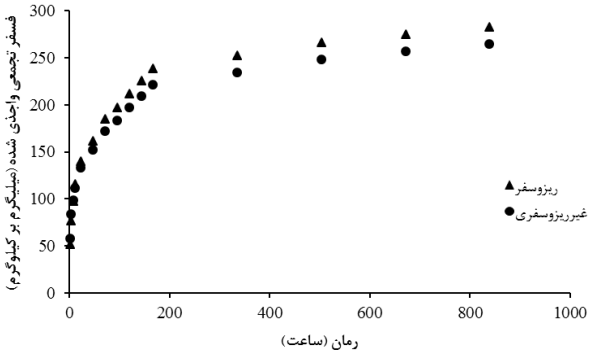
و b ،R ،k_1 ،k. مقدار فسفر آزادشده پس از ۸۴۰ ساعت (میلی‌گرم بر کیلوگرم)؛ :P. ؛(میلی‌گرم بر کیلوگرم) t مقدار فسفر آزاد شده در زمان :Pt در a در معادله الوویچ ساده شده معادل با ln( )/زمان (ساعت)؛ (۱ :t عرض از مبدأ معادلههای و :a ثابت‌های سرعت معادلههای سینتیکی؛ : ۱/ .نظر گرفته شده است

نتایج و بحث

دامنه مقدار رس و سیلت در خاک‌های مورد مطالعه به ترتیب از ۳/۱۳ تا ۵۵ و از ۲۵ تا ۵۶ درصد، دامنه کربنات کلسیم معادل از ۱۶۲ تا ۴۷۵ گرم بر کیلوگرم خاک و مقدار کربن آلی از ۱/۳ تا ۹/۱۳ گرم بر کیلوگرم خاک می‌باشد. خاک‌های مورد مطالعه قلیایی (دامنه پ. هاش از ۹/۷ تا ۱/۸) و غیرشور (دامنه هدایت الکتریکی از ۲۶/۰ تا ۶۱/۰ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. بنابراین، می‌توان گفت خاکهای بررسی شده دارای دامنه وسیعی از نظر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی مطالعه شده می‌باشند. لجن فاضلاب مورد استفاده داری پ- هاش کمی قلیایی و شوری نسبتاًزیادی بود. مقدار کربن آلی این ترکیب ۲۰ درصد بود که میتواند اثر مطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک داشته باشد. مقدار نیتروژن کل، فسفرکل و فسفر قابل استفاده این منبع آلی به ترتیب ۷/۵، ۸۵/۱ و ۰۸/۰ درصد بود. همچنین مقدار روی و مس کل لجن فاضلاب به ترتیب ۱۳۷۰ و ۷۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. بنابراین انتظار می‌رود این منبع آلی حداقل بخشی از نیاز گیاه به این عناصر کم نیاز را تامین کند. مقدار کل کادمیوم و سرب موجود در این منبع آلی به ترتیب ۹۷/۰ و ۲۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

نمودار تجمعی مقدار فسفر واجذبی شده از خاک ریزوسفری و غیرریزوسفری شماره ۱ توسط عصاره‌گیری متوالی با بیکربنات سدیم به عنوان تابعی از زمان عصاره‌گیری در شکل ۱ نشان داده شده است. بقیه خاک‌ها نیز روندی مشابه با خاک شماره ۱ را نشان دادند. روند آزاد شدن فسفر با زمان شامل دو بخش بود. بررسی نمودار واجذبی فسفر توسط عصاره‌گیر بیکربنات سدیم نشان داد که سرعت واجذبی فسفر از این خاک‌ها (چه ریزوسفری و چه غیرریزوسفری) در مراحل اولیه سریع و سپس کند بود. شارپلی و آهوجا (۱۹۸۳) گزارش کردند که واجذبی فسفر در طول دوره‌های کوتاه، فرایندی با انرژی فعالسازی پایین بود. این پژوهشگران پیشنهاد کردند که به دلیل پایین بودن انرژی فعالسازی در طول دوره‌های کوتاه، احتمالاً مرحله تعیین کننده سرعت واجذبی فسفر در این دوره‌ها، سرعت پخشیدگی فسفر آزاد شده از غشاءهای آبی احاطه کننده ذرات خاک به خارج است. در طول مراحل اولیه رهاسازی،

فسفر نگهداشت شده در مکانهای با انرژی فعالسازی پایین رها می‌شود. این در حالی است که در طول مراحل آخر، فسفر نگهداشت شده در مکان‌های با انرژی فعالسازی بالا واجذبی می‌شود.



شکل ۱ - مقدار تجمعی فسفر واجذب شده با زمان از خاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری گندم در خاک‌های تیمار شده

گرگین و et al. (۲۰۱۱) سرعت واجذبی فسفر در خاک‌های تیمار شده با کود آلی را با استفاده از عصاره‌گیر بی‌کربنات سدیم مطالعه کردند. آنها در بررسی منحنی واجذبی فسفر دو شیب (سرعت واکنش) مشاهده کردند. واجذبی سریع اولیه که تا ۲۴۰ دقیق اولیه ادامه داشت و سپس واجذبی کند ثانویه که تا ۴۳۲۰ دقیقه ادامه داشت.

مقدار فسفر تجمعی واجذبی شده از خاک ریزوسفری و غیرریزوسفری توسط عصاره‌گیری متوالی با بیکربنات سدیم در جدول ۲ آورده شده است. صرف‌نظر از نوع خاک، نتایج مقایسه میانگین اثر ریزوسفر نشان داد که پس از گذشت ۱۶۸ و ۸۴۰ ساعت از شروع آزمایش و در بازه زمانی ۸۴۰-۱۶۸ ساعت مقدار فسفر استخراج شده توسط عصاره‌گیری متوالی با بیکربنات سدیم از خاکهای ریزوسفری بطور معنی‌داری (P ۰۱/۰) بیشتر از مقدار فسفر واجذب شده از خاکهای غیرریزوسفری بود. دامنه مقدار فسفر استخراج شده بعد از ۸۴۰ ساعت از خاکهای ریزوسفری از ۲۱۳ (خاک ۱۰) تا ۵۰۵ (خاک ۹) میلی‌گرم بر کیلوگرم و از خاک‌های غیرریزوسفری از ۲۲۲ (خاک ۱۰) تا ۴۴۸ (خاک ۹) میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

بررسی نتایج نشان داد که میانگین مقدار فسفر آزاد شده از خاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری پس از ۸۴۰ ساعت همبستگی معنی‌داری با مقدار سیلت (r =۰/۵۸*)، پ-هاش (r =۵۵/۰*) و فسفر قابل استفاده اولیه خاک‌ها (r =۷۶/۰**) داشت. همچنین، مقدار فسفر آزاد شده پس از ۸۴۰ ساعت همبستگی بالایی با هدایت الکتریکی (r =۵۳/۰) داشت. کاهش غلظت فسفر در خاک مجاور ریشه، نیروی لازم برای پخشیدگی فسفر به سمت ریشه را تأمین نموده و علاوه‌براین تعادل جذب-واجذبی و رسوب- انحلال را بر هم زده و منجر به دسترسی بیشتر گیاه به منابع فسفر کمتر قابل دسترس گردیده است. همچنین، بررسی نتایج نشان داد که شرایط شیمیایی و بیولوژیکی ریزوسفر نیز متفاوت از محیط غیرریزوسفری بود. در آزمایش حاضر، مقادیر پ-هاش در خاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری تفاوت چندانی نداشتند ولی مقدار فعالیت میکروبی در خاک‌های ریزوسفری بالاتر از خاک‌های غیرریزسفری بود. هم‌چنین جزءبندی فسفر در خاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری متفاوت بود. مازاد بر این، مقدار کربن آلی محلول در خاک‌های ریزوسفری بالاتر از خاک‌های غیرریزوسفری بود (نتایج آورده نشده است). طبق تحقیقات گذشته اسیدهای آلی از رسوب هیدروکسی آپاتایت جلوگیری می‌کنند. در واقع یک مکانیسم برای ممانعت از رسوب هیدروکسی آپاتایت و پایداری کانیها کلسیم فسفات با سطح انرژی بالاتر، جذب اسیدهای آلی روی سطوح کریستال‌ها و بلوک کردن مکانهای فعال که به عنوان هسته برای رشد کریستال-های جدید عمل می‌کردند، می‌باشد (کوپرباند و گود، ۲۰۰۲ و گراسل و اینسکیپ، ۱۹۹۲). مازاد براین، در خاک ممکن است کلسیم توسط مادهآلی که وابستگی بالایی برای کاتیون‌ها دارد، کمپلکس شده و بنابراین برای تشکیل کانی‌های با درجه کریستاله خوب غیر قابل دسترس گردد (هانسن و استروان، ۲۰۰۳). هم‌چنین، رامکنز و et al. (۱۹۹۶) گزارش کردند که قسمت زیادی از کربن آلی محلول در خاک‌های با پ-هاش نزدیک خنثی در شکل کمپلکس شده با کلسیم می‌باشد.

جدول ۲ - مقدار فسفر آزاد شده (میلیگرم بر کیلوگرم) از خاکهای ریزوسفری و غیرریزوسفری گندم در خاکهای تیمار شده با لجن فاضلاب شهری

خاک	۸۴۰-۱۶۸ ساعت		ساعت ۲-۸۴۰		۲-۱۶۸ ساعت	
	غیرریزوسفر	ریزوسفر	غیرریزوسفر	ریزوسفر	غیرریزوسفر	ریزوسفر
۱	۴۱	۴۷	۲۶۲	۲۸۶	۲۲۱	۲۳۹
۲	۴۴	۴۵	۲۴۴	۲۶۴	۲۰۰	۲۱۹
۳	۵۸	۶۱	۲۹۹	۳۱۵	۲۴۱	۲۵۴
۴	۳۷	۴۷	۲۷۲	۲۸۵	۲۳۵	۲۳۸

۵	۴۳	۵۱	۲۸۵	۲۴۲	۲۴۲
۶	۴۰	۴۸	۲۵۸	۲۷۷	۲۱۸	۲۲۹
۷	۸۱	۹۳	۴۲۸	۴۳۵	۳۴۷	۳۴۲
۸	۴۲	۳۹	۳۴۸	۳۵۲	۳۰۶	۳۱۳
۹	۷۸	۹۰	۴۴۸	۵۰۵	۳۷۰	۴۱۵
۱۰	۲۸	۲۵	۲۲۲	۲۱۳	۱۹۴	۱۸۸
میانگین	۴۹B	۵۵A	۳۰۷B	۳۲۳A	۲۵۷B	۲۶۸A

.حروف متفاوت برای هر ویژگی نشاندهنده تفاوت معنیدار میانگینها در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشند

در ادامه معادلههای سینتیکی بر داده‌های آزادسازی فسفر با زمان برازش شدند. دامنه تغییرات R^2 و SE معادلههای سینتیکی مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. نتایج نشان دادند که در خاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری، معادله‌های الوویچ ساده و تابع نمایی می‌توانند سرعت آزادشدن فسفر را به خوبی، تشریح کنند. تشریح موفقیت آمیز سینتیک آزادسازی فسفر به‌وسیله معادله الوویچ ساده (تور و باهل ۱۹۹۹، گرگین و et al., ۲۰۱۱) و تابع توانی (گرگین و et al., ۲۰۱۱) در گذشته گزارش شده است.

جدول ۳- ضرایب تشخیص و خطای استاندارد برآورد (میلی‌گرم بر کیلوگرم) معادلات استفاده شده در حاک‌های ریزوسفری و غیرریزوسفری

خاک		مرتبه صفر		مرتبه اول		تابع توانی		پخشیدگی پارابولیک		الویچ ساده شده	
		میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه
ریزوسفر	R^2	۶۲/۰	۶۷/۰- ۵۳/۰	۹۰/۰	۹۲/۰- ۸۷/۰	۹۵/۰	۹۷/۰- ۹۲/۰	۸۴/۰	۸۷/۰- ۷۶/۰	۹۹/۰	۹۹/۰- ۹۸/۰
	SE	۵۶	۸۶-۳۸	۳۹	۴۶-۲۷	۲۰	۳۱-۱۴	۳۶	۵۷-۲۶	۹	۱۳-۶
غیرریزوسفر	R^2	۶۲/۰	۶۵/۰- ۵۲/۰	۸۹/۰	۹۲/۰- ۸۶/۰	۹۶/۰	۹۷/۰- ۹۱/۰	۸۳/۰	۸۶/۰- ۷۵/۰	۹۹/۰	۹۹/۰- ۹۸/۰
	SE	۵۱۷۲-۳۷		۳۷	۵۲-۲۷	۱۷	۲۸-۱۱	۳۳	۴۷-۲۴	۸	۱۴-۴

منابع

حجازی مهریزی، م.، شریعتمداری، ح. و افیونی، م. ۱۳۹۲. اثرات تجمعی و باقی‌مانده لجن فاضلاب شهری بر شکل‌های معدنی فسفر و ارتباط آنها با قابلیت دسترسی فسفر در یک خاک آهکی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، جلد ۱۷، شماره‌ی ۶۴، صفحه‌های ۳۳ تا ۴۳.

Bhattacharyya P., Datta S.C. and Dureja P. ۲۰۰۳. Interrelationship of pH organic acids and phosphorus concentration in soil solution of rhizosphere and non-rhizosphere of wheat and rice crops. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۴: ۲۳۱-۲۴۵.

Cooperband L.R. and Good L.W. ۲۰۰۲. Biogenic phosphate minerals in manure: mplications for phosphorus loss to surface waters. Environment Science and Technolgy, ۳۶:۵۰۷۵-۵۰۸۲.

Gorgin N., Fekri M. and Sadegh L. ۲۰۱۱. Impact of organic-matter application on phosphorus-desorption kinetics in two agricultural soils in southeastern Iran. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۲:۵۱۴-۵۲۷.

Grossl P. and Inskeep W. ۱۹۹۲. Kinetics of octacalcium phosphate crystal growth in the presence of organic acids. Journal of The Geochemical Society and The Meteoritical Society, ۵۶:۱۹۵۵-۱۹۶۱.

Hansen J.C. and Strawn D.G. ۲۰۰۳. Kinetics of phosphorus release from manure-amended alkaline. Soil Science, ۱۶۸:۸۶۹-۸۷۹.

Hinsinger P. ۲۰۰۱. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected *by* root-induced chemical changes:a review. Plant and Soil, ۲۳۷:۱۷۳-۱۹۵.

Hosseinpur A. and Pashamokhtari H. ۲۰۰۸. Impact of treated sewage sludge application on phosphorus release kinetics in some calcareous soils. Environmental Geology, ۵۵:۱۰۱۵-۱۰۲۱.

Hosseinpur A.R., Biabanaki F.S. and Alikhani H. ۲۰۱۱. Impact of poultry manure application on Phosphorus desorption in some calcareous soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۲:۲۰۸-۲۱۹.

Riimkens P.F., Bril J. and Salomons W. ۱۹۹۶. Interaction between Ca^{2+} and dissolved organic carbon: implications for metal mobilization. Applied Geochemistry, ۱۱:۱۰۹-۱۱۵.

Sharpley A.N. and Ahuja L.R. ۱۹۸۳. A diffusion interpretation of soil phosphorus desorption. Journal of Soil Science, ۱۳۵ ۳۲۲-۳۲۶.

Smith S.R. ۱۹۹۶. Agricultural recycling of sewage sludge and the environment. CAB International, Wallingford.
Toor G.S. and Bahl G.S. ۱۹۹۹. Kinetics of phosphate desorption from different soils as influenced by application of poultry manure and fertilizer phosphorus and its uptake by soybean. Bioresource Technology, ۶۹:۱۱۷-۱۲۱.

Abstract

Rhizosphere has different chemical and biological properties from bulk soils. Information about phosphorus (P) release in the rhizosphere soils of bean is limited. Therefore, the objective of this research was to evaluate the rhizospheric effects of bean (*Triticum aestivum*. L) on P release kinetics in ۱۰ calcareous soils amended with municipal sewage sludge (MSS) under greenhouse conditions in a rhizobox. The kinetics of P release in the bulk and the rhizosphere soils were determined by successive extraction with ۰.۵ M $NaHCO_3$ in a period of ۲ to ۸۴۰ h at ۲۵ ± ۱ ℃. The results of kinetics study showed that mean of released P after ۸۴۰ h of extraction period in the rhizosphere soils (۳۲۳ mg kg^{-1}) was significantly greater than the bulk soils (۳۰۷ mg kg^{-1}). Release kinetics of P from the rhizosphere and the bulk soils conformed fairly well to power function and simplified Elovich, models.

پاسخ دانهال‌های پسته به زئولیت غنی‌شده با کلسیم تحت تنش شوری

مرضیه رعیت پیشه [۱]، وحید مظفری [۲]
۱- کارشناسی ارشد علوم خاک از دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

چکیده
این آزمایش با چهار سطح شوری (۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلیمولار کلرید سدیم) و سه سطح زئولیت غنی شده با کلسیم (۰، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی) به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و در محیط کشت پرلیت انجام شد. نتایج نشان داد، با افزایش شوری وزن خشک اندام هوایی و ریشه به‌ترتیب ۲۳ و ۳۴ درصد کاهش یافت. شوری نسبت K/Na اندام هوایی و ریشه و نسبت Ca/Na اندام هوایی را نیز کاهش داد، به‌گونه‌ای که نسبت K/Na اندام هوایی در سطح ۱۰ درصد وزنی زئولیت، با افزایش شوری به ۱۵۰ میلی‌مولار ۶۸ درصد و در سطح ۲۰ درصد وزنی زئولیت با افزایش شوری به ۷۵ میلی‌مولار حدود ۵/۵۳ درصد کاهش یافت. در ارتباط با Ca/Na اندام هوایی این کاهش در سطح ۲۰ درصد وزنی زئولیت کمتر بود. در شوری‌های بالا، کاربرد ۱۰ درصد وزنی زئولیت غنی‌شده با کلسیم باعث بهبود این نسبت‌ها، در مقایسه با سطح بدون زئولیت گردید. نسبت Ca/Na ریشه تحت تأثیر شوری قرار نگرفت.

واژه های کلیدی: پسته، زئولیت، کلرید سدیم، نسبت عناصر

مقدمه
پسته (*Pistacia vera* L.) گیاهی نیمه‌گرمسیری و یکی از مهم‌ترین محصولات باغی ایران بوده که از اهمیت اقتصادی ویژه‌ای برخوردار است (Razavi, ۲۰۰۵). اکثر باغ‌های پسته با آب‌های شور و با کیفیت پایین آبیاری می‌شوند (Hojjat Nooghi and Mozafari, ۲۰۱۲). در پژوهش‌های انجام‌شده، پسته یک گیاه مقاوم به شوری معرفی شده است (Behboudian et al., ۱۹۸۶; Pichioni et al., ۱۹۹۰)، ولی میزان عملکرد این گیاه در شوری بالا به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. گراتان و گریو (۱۹۹۹) اظهار داشتندکه شوری می‌تواند به‌طور مستقیم جذب عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار دهد، به‌طوری‌که سدیم جذب پتاسیم را کاهش می‌دهد. میزان بالای کلسیم نیز یک اثر کاهنده بر اثرات سمی کلرید سدیم داشته و سبب بالا بردن نسبت پتاسیم به سدیم می‌گردد و درنهایت منجر به کاهش اثر سمیت سدیم می‌شود (Cramer et al., ۱۹۸۵; Rabie and Almadini, ۲۰۰۵). اضافه کردن کلسیم به محیط، به‌دلیل کاهش نسبت جذب سدیم، اثرات منفی نمک NaCl را که احتمالاً ناشی از تخریب ساختمان خاک می‌باشد، کاهش می‌دهد. استفاده از زئولیت غنی‌شده از عناصر خاص (آمونیوم، کلسیم، پتاسیم)، در پرورش گیاهان در کشورهای مختلف جهان با استقبال گسترده‌ای روبه‌رو شده است. مصرف زئولیت باتوجه به ارزانی، کاربرد آسان و وجود منابع زیاد آن در کشور به‌سرعت درحال افزایش است. زئولیت‌ها سه ویژگی اصلی دارند که سود زیادی را در اهداف کشاورزی ایجاد می‌کنند: ۱_ ظرفیت تبادل کاتیونی بالا ۲_ ظرفیت نگه‌داری آب بالا در کانال‌های آزاد ۳_ ظرفیت جذب بالای عناصر. این مواد به‌دلیل خاصیت تبادل کاتیونی، می‌تواند عناصر کاتیونی را به‌صورت مخزنی در کانال‌های ساختاری خود نگه داشته و به‌تدریج در اختیار گیاه قرار دهد (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۸). منابع عظیمی از کانی‌های زئولیت در ایران یافت شده است. با وجود این‌که تحقیقاتی بر روی اثر زئولیت طبیعی بر رشد برخی گیاهان انجام شده ولی اطلاعاتی درمورد اثر زئولیت غنی‌شده، بر گیاه پسته تحت شرایط شوری در منابع وجود ندارد. هدف اصلی این تحقیق بررسی اثر زئولیت غنی‌شده با کلسیم بر روی رشد دانهال پسته تحت تنش شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها
آزمایشی در محیط کشت پرلیت و به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح کلرید سدیم (۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار) و سه سطح زئولیت غنی‌شده با کلسیم (۰، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی) بودند. زئولیت مورد استفاده در این آزمایش به‌وسیله نیترات کلسیم اشباع گردید (Hamidpour et al., ۲۰۱۰). طبق نقشه طرح، در ۱۲ گلدان مقدار یک کیلوگرم پرلیت (سطح زئولیت صفر)، در ۱۲ گلدان ۹۰۰ گرم پرلیت به‌همراه ۱۰۰ گرم زئولیت غنی شده (سطح زئولیت ۱۰ درصد) و در ۱۲ گلدان دیگر ۸۰۰ گرم پرلیت به‌همراه ۲۰۰ گرم زئولیت غنی‌شده (سطح زئولیت ۲۰ درصد) پس از مخلوط نمودن پرلیت و زئولیت ریخته شد. بذرهای پسته رقم بادامی ریز زرند از مؤسسه تحقیقات پسته کشور تهیه گردید. برای آبیاری از محلول غذایی هوگلند استفاده شد (Hoagland and Arnon, ۱۹۵۰). در هر گلدان تعداد ۵ بذر جوانه زده کشت گردید. هنگامی که نهال‌های پسته چهاربرگی شدند ، آبیاری گلدان‌ها با محلول غذایی هوگلند آغاز و تا انتهای دوره آزمایش (بیست و چهار هفته پس از کاشت) ادامه یافت. جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸

ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و سپس توزین شدند. عناصر غذایی اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل سدیم، پتاسیم و کلسیم بودند که در عصاره ریشه و اندام هوایی به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد. عناصر سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر و کلسیم به‌روش تیتراسیون اندازه‌گیری شدند (امامی، ۱۳۷۵).

نتایج و بحث

وزن خشک اندام هوایی

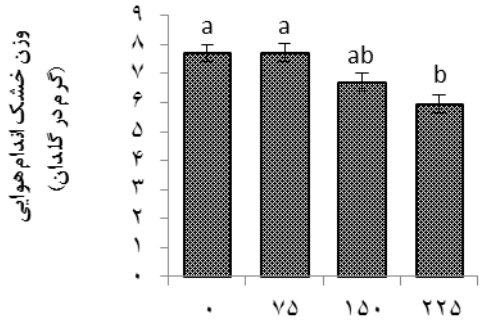
نتایج نشان داد، اثر تیمار شوری بر میزان وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار گردید ولی زئولیت غنی‌شده با کلسیم بر وزن خشک اندام هوایی تأثیر معنی‌داری نداشت. با افزایش شوری وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت که این کاهش در بالاترین سطح شوری (۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم) مشاهده شد و وزن خشک اندام هوایی را با کاهش ۲۳ درصدی مواجه ساخت (شکل ۱). کاهش در وزن خشک اندام هوایی گیاه می‌تواند به این دلیل باشد که احتمالاً افزایش شوری در محیط کشت گیاه باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک شده و سلول‌های ریشه نتوانسته‌اند آب مورد نیاز گیاه را جذب کنند. بنابراین در گیاه جذب برخی عناصر معدنی محلول در آب نیز محدود شده و درنتیجه کاهش در رشد و نمو گیاه به‌دلیل نقص در سوخت و ساز گیاه می‌باشد (Cicek and Cakirlar, ۲۰۰۲).

نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی

نتایج نشان داد که در تمام سطوح زئولیت، با افزایش شوری نسبت K/Na در اندام هوایی کاهش یافت. با توجه به جدول ۲، در سطح صفر زئولیت با افزایش شوری به ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار، این نسبت به‌ترتیب ۴۸ و ۸۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. در سطح ۱۰ درصد وزنی زئولیت با افزایش شوری به ۱۵۰ میلی‌مولار این نسبت ۶۸ درصد و در سطح ۲۰ درصد وزنی زئولیت با افزایش شوری به ۷۵ میلی‌مولار حدود ۵/۵۳ درصد کاهش مشاهده شد (جدول ۱). نسبت پتاسیم به سدیم بالا می‌تواند به‌عنوان یک معیار انتخاب تحمل به شوری در بسیاری از گونه‌ها حساس به شوری باشد. غلظت سدیم در برگ ممکن است برای حفظ تورژسانس گیاه مفید باشد ولی سدیم نمی‌تواند جانشین مناسبی برای پتاسیم محسوب شود زیرا پتاسیم به‌طور اختصاصی برای سنتز پروتئین و فعالیت آنزیمی ضروری است (Marschner, ۱۹۹۵). با اینکه جذب پتاسیم توسط نمک کاهش می‌یابد، ولی غلظت بالای پتاسیم در استرومای کلروپلاست برای حفظ توازن فتوسنتزی در شرایط شور ضروری است. در بافت‌های گیاهی بالا بودن نسبت K^+/Na^+ به‌عنوان یکی از ساز و کارهای فیزیولوژیکی مهم در ایجاد تحمل به شوری در برخی از گونه‌های گیاهی مورد توجه قرار گرفته است (Grieve and Walker, ۱۹۸۳). طی مطالعات انجام شده توسط سپاسخواه و مفتون (۱۹۸۵) و بر روی پسته، نجفیان و همکاران (۲۰۰۸) و اورعی و همکاران (۲۰۰۸) بر روی بادام و تاتینی (۱۹۹۵) بر روی زیتون، عنوان کردند که نسبت بالای پتاسیم به سدیم در شاخساره به‌عنوان شاخص مقاومت پایه‌ها در شرایط تنش شوری محسوب می‌شود.

نسبت کلسیم به سدیم اندام هوایی

نتایج همچنین نشان داد که در تمام سطوح زئولیت با افزایش شوری نسبت Ca/Na در اندام هوایی کاهش یافت (جدول ۲) که این کاهش در سطح ۲۰ درصد وزنی زئولیت کمتر بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که در سطح صفر زئولیت، با افزایش شوری به ۱۵۰ میلی‌مولار این نسبت حدود ۹۴ درصد و در ۱۰ درصد وزنی زئولیت حدود ۵/۷۸ درصد کاهش مشاهده گردید. در سطح ۲۰ درصد وزنی زئولیت نیز با افزایش شوری به ۷۵ میلی‌مولار، این نسبت ۷۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۲).



شکل ۱: مقایسه میانگین تأثیر سطوح شوری بر وزن خشک اندام هوایی دانهال‌های پسته
.میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند†

جدول ۱_ مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری و زئولیت بر نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی دانهال‌های پسته

شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم)	سطوح زئولیت (درصد وزنی)			
	۰	۱۰	۲۰	میانگین
	نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی			
۰	^{a}۰۴/۱۷	^{a}۰۴/۱۶	^{b}۲۳/۱۳	A ۴۳/۱۵
۷۵	^{c}۹۲/۸	^{a}۰۷/۱۷	^{d}۱۴/۶	B ۷۱/۱۰
۱۵۰	^{e}۸۲/۲	^{de}۰۹/۵	^{de}۰۸/۴	C ۰۰/۴
۲۲۵	^{e}۶۲/۲	^{e}۲۳/۲	^{e} ۱۲/۳	C ۶۵/۲
میانگین	B ۸۵/۷	A ۱۱/۱۰	B ۶۴/۶	

جدول ۲_ مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری و زئولیت برنسبت کلسیم به سدیم اندام هوایی دانهال‌های پسته

شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم)	سطوح زئولیت (درصد وزنی)			
	۰	۱۰	۲۰	میانگین
	نسبت کلسیم به سدیم اندام هوایی			
۰	^{a}۱۷/۳	^{a}۰۶/۳	^{b}۸۸/۱	A ۸۳/۵
۷۵	^{bc}۶۶/۱	^{bc}۶۴/۱	^{b}۸۶/۱	B ۱۱/۲
۱۵۰	^{bc}۶۳/۱	^{de} ۱۵/۱	^{b}۹۲/۱	C ۹۳/۰
۲۲۵	^{bc}۵۰/۱	^{bc}۶۴/۱	^{bc} ۴۸/۱	C ۷۲/۰
میانگین	B ۶۹/۱	A ۶۴/۲	A ۸۶/۲	

وزن خشک ریشه

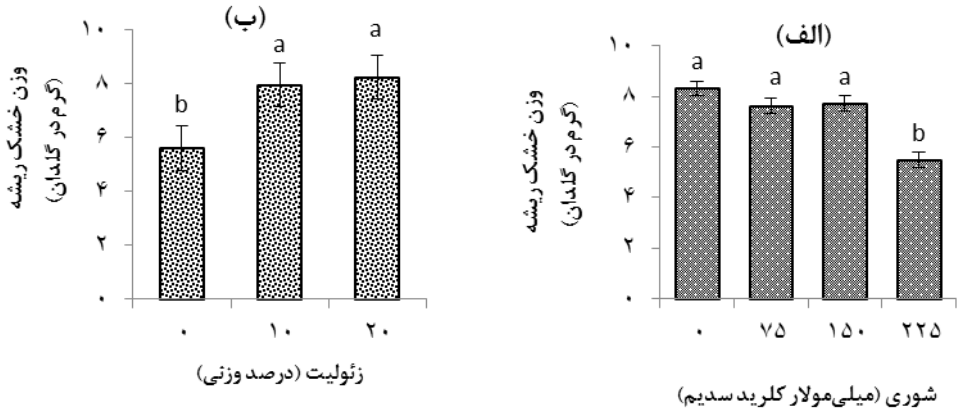
بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، با افزایش شوری تا ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، وزن خشک ریشه با کاهش معنی‌داری مواجه نشد ولی در بالاترین سطح شوری (۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم)، با کاهش ۳۴ درصدی نسبت به شاهد روبه‌رو گردید (شکل ۲_الف). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین اثر زئولیت نشان داد که با کاربرد این تیمار، میزان وزن خشک ریشه افزایش یافت، بدین صورت که با کاربرد ۲۰ درصد وزنی زئولیت، بیشترین افزایش در وزن خشک ریشه مشاهده شد، به‌طوری‌که ۴۲ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل ۲_ب).

نسبت پتاسیم به سدیم ریشه

نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد (جدول ۳)، در سطح صفر و ۱۰ درصد زئولیت با افزایش به ۷۵ میلی‌مولار نسبت K/Na کاهش یافت، به‌طوری‌که در سطح صفر زئولیت این نسبت حدود ۴۸ درصد و در سطح ۱۰ درصد وزنی زئولیت ۴۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. هم‌چنین بین سطوح ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار شوری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

نسبت کلسیم به سدیم ریشه

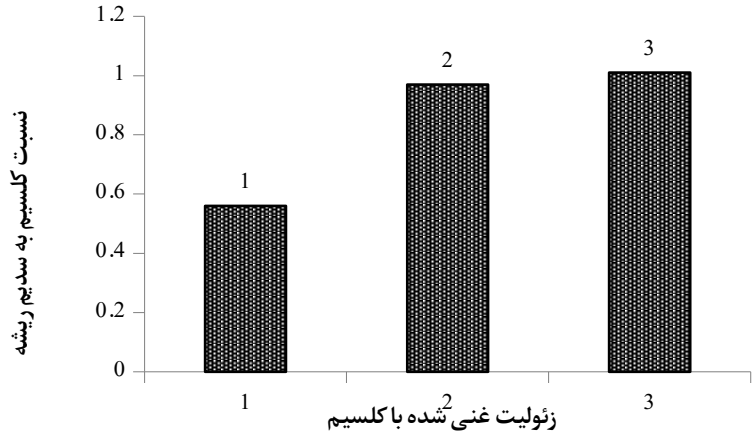
نسبت Ca/Na ریشه تحت تأثیر شوری قرار نگرفت و تنها تحت تأثیر زئولیت غنی‌شده با کلسیم معنی‌دار گردید. با افزایش زئولیت به ۱۰ درصد وزنی این نسبت حدود ۷۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت، گرچه بین سطوح ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳).



شکل ۲: مقایسه میانگین تأثیر سطوح شوری (الف) و زئولیت غنی‌شده با کلسیم (ب) بر وزن خشک ریشه دانهال‌های پسته
.میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند†

جدول ۳_ مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری و زئولیت بر نسبت پتاسیم به سدیم ریشه دانهال‌های پسته

شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم)	سطوح زئولیت (درصد وزنی)			
	۰	۱۰	۲۰	میانگین
	نسبت پتاسیم به سدیم ریشه			
۰	[a]۱۷/۳	[a]۰۶/۳	[b]۸۸/۱	A ۷۰/۲
۷۵	[bc]۶۶/۱	[bc]۶۴/۱	[b]۸۶/۱	B ۷۲/۱
۱۵۰	[bc]۶۳/۱	[de]۱۵/۱	[b]۹۲/۱	B ۵۷/۱
۲۲۵	[bc]۵۰/۱	[bc]۶۴/۱	[bc]۴۸/۱	B ۵۴/۱
میانگین	A ۹۹/۱	A ۸۷/۱	A ۷۹/۱	



شکل ۳: مقایسه میانگین تأثیر زئولیت غنی‌شده با کلسیم بر نسبت کلسیم به سدیم ریشه دانهال‌های پسته
.میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند†

منابع

اسفندیاری، آ.، تقوی، ت.، بابالار، م. و دلشاد، م. ۱۳۸۸. تأثیر استفاده از زئولیت خام و زئولیت غنیشده با NH۴+ بر عملکرد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی در شرایط کاهش نیتروژن و کشت بدون خاك. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع شیمیایی)، جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه‌های ۴۱ تا ۵۱.

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه برگ. جلد اول، نشریه فنی شماره ۹۲۸، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

Behboudian, M.H., Walker, R.R. and Torokfaivy, E. ۱۹۸۶. Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio. Scientia Horticulturae, ۲۹: ۲۵۱-۲۶۱.

Cicek, N. and Cakilar, H. ۲۰۰۲. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize Cultivars. Journal of Plant Physiology, ۲۸: ۶۶-۷۴.

Grattan, S.R. and Grieve, C.M. ۱۹۹۹.Salinity-mineral nutrient relation in horticultural crops. Journal of the American Society for Horticultural Science, ۷۸(۱-۴): ۱۲۷-۱۵۷.

Grieve, A. M., and Walker, R. R. ۱۹۸۳. Uptake and distribution of chloride sodium and potassium ions in salt-treated citrus plants. Australian Journal of Agricultural Research, ۳۴: ۱۳۳-۱۴۳.

Hamidpour, M., Afyuni, M., Kalbasi, M., Khoshgoftarmanesh, A.H., Vasilis, J. and Inglezakis. ۲۰۱۰. Mobility and plant-availability of Cd(II) and Pb(II) adsorbed on zeolite and bentonite. Applied Clay Science, ۴۸(۳): ۳۴۲-۳۴۸.

Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. ۱۹۵۰. The water-culture method for growing plant without soil. California Agricultural Experiment Station, ۳۴۷: ۱-۳۴.

Hojjat Nooghi, F. and Mozafari, V. ۲۰۱۲. Effects of calcium on elimination the negative effects of salinity in pistachio (*pistacia vera* L.) seedling. Australian Journal of Crop Science, ۶(۴): ۷۱۱-۷۱۶.

Marschner, H. ۱۹۹۵. *Mineral nutrient of higher plants*. ۲nd, Academic Press, New York. ۸۸۹ pages.

Najafian, S. H., Rahemi, M. and Tavallali, V. ۲۰۰۸. Effeect of salinity on tolerance of two bitter almond rootstocks American. Eurasianj. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, ۳(۲): ۲۶۴-۲۶۸.

Oraei, M,. Tabatabaei, S. J., Fallahi, E. and Imani, A. ۲۰۰۸. The effect of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentration of almond (*Prunus dulcis* Mill). Journal of Horticultural Science and Biotechnology, ۲۳: ۱۳۱-۱۴۰.

Pichioni, G.A. and Miyamoto, S. ۱۹۹۰. Salt effects on growth and uptake of pistachio rootstock seedling. Journal of tha American Society for Horticultural Science, ۱۱۵: ۶۴۷-۶۵۳.

Razavi, S. ۲۰۰۵. Pistachio production : Iran vs the World. Anti-Counterfeiting Trade Agreement, ۷۲۶: ۲۲۵-۲۳۰.

Sepaskhah, A. R. and Maftoun, M. ۱۹۸۵. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. Journal of Horticultural Science and Biotecnology, ۶۳: ۱۵۷-۱۶۲.

Tattini, M. ۱۹۹۵. Ionic relations of aeroponically-grown olive genotypes during salt stress. Plant and Soil, ۱۶۱: ۱۵۶-۲۵۱.

Abstract

This experiment with four salinity levels (۰, ۷۵, ۱۵۰ and ۲۲۵ mM sodium chloride) and three levels of calcium-enriched zeolite (۰, ۱۰ and ۲۰ wt%) performanced to factorial in a completely randomized with three replications design in perlite medium. The results indicated that, Shoot and root dry weight respectively ۲۳ and ۳۴ percent decreased with increasing salinity. Salinity also reduced K/Na ratio of shoot and root and Ca/Na ratio of shoot, so that K / Na ratio of shoot at ۱۰ wt% zeolite, with increasing salinity to ۱۵۰ mM NaCl, ۶۸% and at ۲۰ wt% zeolite with increasing salinity to ۷۵ mM to about ۵۳/۵% decreased. In connection with the Ca/Na ratio of shoot, this reduction in the level of ۲۰ wt% zeolite was lower. Ratio of Ca/Na of root was not affected by salinity. In high salinity, the use of ۱۰%w of calcium-enriched zeolite could improve this ratio, compared with the non-zeolite. The ratio of Ca/Na of root was not affected by salinity.

اثر ورمی‌کمپوست و پومیس بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی سه خاک با بافت مختلف

زهرا دلفروز [۱]، محمدرضا نیشابوری [۲]، داود زارع حقی [۳]
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز ،۲-استاد گروه علوم خاك دانشکده کشاورزی-۱
دانشگاه تبریز و ۳- استادیار گروه علوم خاك دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده
تعیین اثر اصلاح‌کننده‌های مختلف بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و معرفی بهترین اصلاح‌کننده به خصوص در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک امری ضروری است. هدف از این پژوهش بررسی اثر ورمی‌کمپوست و پومیس بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی سه خاک با بافت لوم‌شنی، لوم‌رسی و لوم‌سیلتی می‌باشد. آزمایش در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نمونه‌های دست‌خورده تهیه‌شده از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری این خاک‌ها به مدت ۴ ماه در محدوده بین FC تا FC۵/۰و دمای ۲۰ تا ۲۵درجه سانتی گراد با ورمی‌کمپوست و پومیس معادل صفر،۳ و ۶ درصد وزنی مخلوط و انکوبه شدند. مطابق نتایج تیمار ۶% ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار OC% و EC در هر سه خاک گردید. پومیس نیز باعث افزایش OC% در دو خاک لوم‌رسی و لوم‌شنی و افزایش معنی‌دار pH در هر سه خاک گردید.

واژه های کلیدی: اصلاح‌کننده خاک، پومیس، هدایت الکتریکی، ورمی‌کمپوست

مقدمه
برای بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و بالا بردن رشد و محصول گیاهان می‌توان از مواد اصلاح‌کننده خاک استفاده نمود. کاربرد این مواد معمولا باعث کاهش فشردگی خاک، افزایش آب قابل استفاده و افزایش تهویه و نیز کاهش اثرات تنش خشکی و افزایش عملکرد گیاهان و پایداری تولیدات کشاورزی، افزایش کربن آلی و تقویت وضعیت تغذیه‌ای خاک می‌شود(ملکلیان و همکاران،۲۰۱۲). ماده آلی یکی از مولفه‌های بسیار مهم زیست‌بوم‌های کشاورزی به شمار می‌رود. خواص زیستی، شیمیایی و فیزیکی و حاصلخیزی خاک به طور تنگاتنگ با میزان کربن خاک در ارتباط می‌باشد(گانت و همکاران، ۱۹۹۵).منابع متداول ومحدود موادآلی، به خصوص در کشاورزی متراکم جوابگوی نیازروزافزون خاک به ماده‌آلی نیست. تهیه ورمیکمپوست ضایعات کشاورزی و صنعتی به عنوان یک ماده سازگار با طبیعت و افزودن راحت آن به خاك باعث کاهش آلودگی محیط زیست وتثبیت کربن وهمچنین افزایش فعالیت ریزجانداران درخاك می‌شود(آرنادوهمکاران، ۲۰۰۰). پومیس یک اصلاح‌کننده معدنی خاک است که سبب آسان‌تر شدن شخم و افزایش تهویه و نگهداری آب می‌شود. پومیس در مقادیر خاصی با خاک مخلوط شده و هدایت آب و هوا را ارتقا می‌بخشد(ساهین و همکاران، ۲۰۰۵). pH معیاری از اسیدیته یا قلیاییت خاک است و مشخص کننده وضعیت شیمیایی خاک بوده و به عنوان یک راهنما جهت پیش‌بینی کمبودهای احتمالی عناصر یا سمیت آن‌ها مطرح می‌باشد. شوری خاک که معمولا با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی(EC) خاک به دست می‌آید، یک مساله جدی در بسیاری از اراضی جهان است که به شدت می‌تواند رشد گیاهی و استفاده از زمین را تحت تاثیر قرار دهد(نیشابوری، ریحانی‌تبار، ۱۳۸۹).
تعیین اثرگذاری اصلاح‌کننده‌های مختلف بر pH ،OC% و EC خاک و معرفی بهترین اصلاح‌کننده به خصوص در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک با ماده آلی کم و pHو ECاولیه بالا امری ضروری است(نیشابوری، ریحانی‌تبار، ۱۳۸۹). بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر دو اصلاح‌کننده ورمی‌کمپوست و پومیس با مقادیر مختلف مصرف بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌ها شامل درصد کربن‌آلی، واکنش خاک(pH) و هدایت الکتریکی(EC) درسه خاک با بافت مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها
در این پژوهش نمونه‌های دستخورده تهیه شده از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری سه خاک با کلاس بافتی لوم‌شنی، لوم‌سیلتی و لوم‌رسی از اراضی شهرستان خواجه واقع دراستان آذربایجان‌شرقی هواخشك گردیده، جهت انکوباسیون با ورمی‌کمپوست و پومیس از الك ۷۶/۴میلیمتری عبورداده شد. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و اصلاح‌کننده‌های مورد استفاده مطابق روش‌های مرسوم توصیه شده(کلوت،۱۹۸۶؛ پیج،۱۹۸۵) اندازه‌گیری شد(جدول ۱).اصلاح‌کننده‌های ورمی‌کمپوست و پومیس پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، معادل صفر،۳ و ۶ درصد وزنی با مقدار خاک لازم مخلوط و به طوریکنواخت در تشت‌های پلاستیکی به قطر ۳۶ و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر با جرم مخصوص ظاهری برابر ۱/۳۵۵cm۳ /g پرشده و در محدوده بین FC و ۵/۰ FCو دمای ۲۰- ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ماه نگهداری شدند. در پایان مدت انکوباسیون از خاک داخل تشت‌ها نمونه‌های دستخورده تهیه شده و کربن آلی به روش والکلی- بلک اصلاح‌شده و pH و EC نیز در عصاره‌های ۱:۲ خاک و آب مقطر به دست آمد. پژوهش در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه نوع خاک و فاکتور دوم شامل پنج

سطح اصلاح‌کننده(نوع و مقدار) بودند. مقایسه‌های میانگین با آزمون دانکن چند دامنه در سطح احتمال ۱%انجام پذیرفت. برای تجزیه‌های آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SPSSو Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

.جدول ۱ برخی از خصوصیات اندازه‌گیری شده خاک‌ها و اصلاح‌کننده‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد

جدول ۱- برخی از خصوصیات خاک‌ها و اصلاح‌کننده‌های مورد مطالعه.

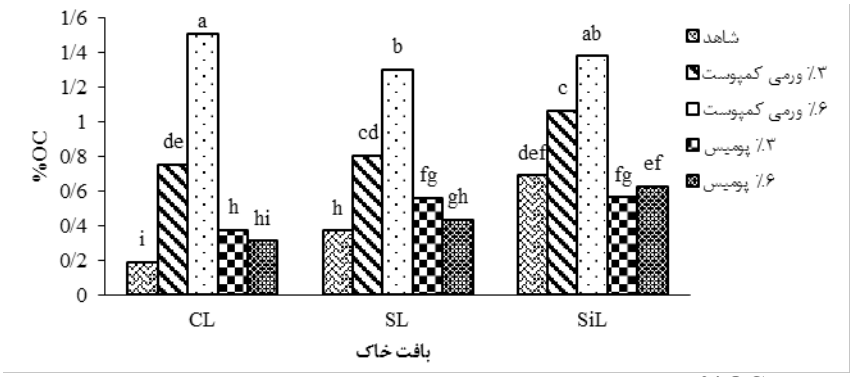
خاک و اصلاح کننده	clay %	silt %	sand %	$pH_{1:2}$	$EC_{1:2}$ (dS/m)	OC%	%CCE	.Gyps %
لوم رسی	۳۵/۳۰	۹۷/۳۶	۶۸/۳۲	۹۶/۶	۳۷/۲	۱۸/۰	۱۳	۲/۱۸
لوم شنی	۸۸/۱۹	۱۹/۱۸	۹۲/۶۱	۷۱/۷	۱۵۷/۰	۳۰/۰	۱/۱۴	۳/۲
لوم سیلتی	۹/۲۶	۶۳/۵۴	۴۶/۱۸	۴/۷	۱۳۱/۰	۵۴/۰	۳/۱۳	۱/۳
پومیس				۲۵/۹	۱۳۵/۰	۱۴/۰		
ورمی‌کمپوست				۴/۸	۸/۱۴*	۸۶/۲۴		

تعیین در عصاره اشباع*

نتایج تجزیه واریانس نشان دادکه اثرات اصلی بافت وسطوح اصلاح کننده و همچنین اثرات متقابل آنها بر روی تمامی پارمترهای اندازه گیری شده شامل درصد کربن آلی، واکنش خاک(pH) و هدایت الکتریکی خاک(EC) در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید.

۱- مقایسه میانگین کربن آلی

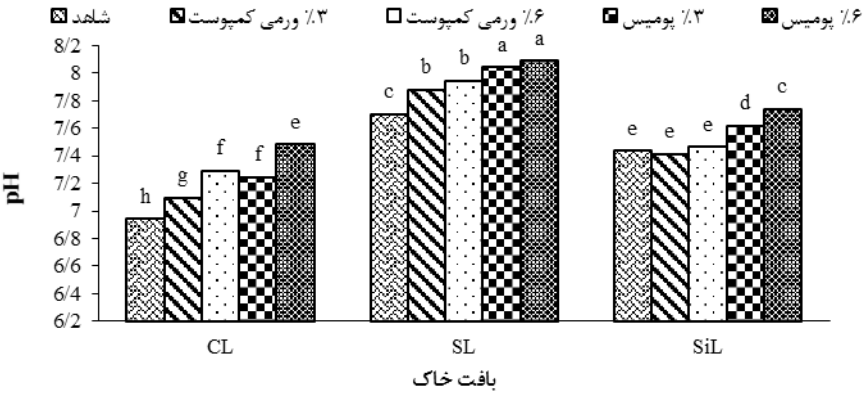
مقایسه میانگین اثرات متقابل بافت خاک در اصلاح‌کننده بر OC% در شکل ۱ نشان داده شده است. در تمامی خاک‌ها بیش‌ترین افزایش معنی‌دارOC% نسبت به خاک شاهد و سایر تیمارها مربوط به تیمار ۶% ورمی‌کمپوست می‌باشد. تیمار ۳% ورمی‌کپوست نیز در رتبه بعدی قرار دارد. آگلیدس و لوندرا(۲۰۰۰) افزایش معنی‌دار در مقادیر کربن آلی را از ۱/۱ درصد در تیمار شاهد به ۲/۶ درصد بعد از افزودن ۳۰۰ تن بر هکتارکمپوست ضایعات شهری و لجن فاضلاب به یک خاک لومی مشاهده نمودند. تیمارهای پومیس نیز در دو خاک لوم رسی و لوم شنی باعث افزایش OC% نسبت به خاک شاهد شده‌اند که این افزایش در مورد ۳% پومیس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. در خاک لوم سیلتی این تیمارها سبب کاهش غیر معنی‌دار OC% نسبت به تیمار شاهد گشته‌اند. قاعدتاً با توجه به اینکه پومیس مصرفی دارای مقدار اندکی کربن آلی است(جدول ۱)، انتظار بر این بود که افزودن آن به خاک منجر به افزایش OC% نشود. اما نتایج نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار مقدارکربن آلی در تیمارهای حاوی پومیس ۳% در دو خاک لوم‌رسی و لوم شنی است. افزایش در میزان کربن آلی خاک در اثر بکارگیری پومیس احتمالاً به شرایط بیولوژیکی حاکم در طول دوره انکوباسیون مربوط می‌شود. ایجاد شرایط بهینه از نظر دما و رطوبت در حین دوره انکوباسیون وجود بقایای گیاهی تجزیه نشده در خاک و تجزیه و تبدیل آن‌ها همچنین رشد جلبک و سایر میکروارگانیسم‌ها و متابولیت‌های ناشی از آن‌ها باعث گردید که مقادیر OC% در این تیمارها افزایش جزئی داشته باشد. ملکیان و همکاران(۲۰۱۲) در یک خاک لوم رسی افزایش غیرمعنی‌داری OC% را در اثر اعمال سطوح مختلف پومیس(۱/۰، ۲/۰ و ۳/۰درصد) بین تیمارها و با خاک شاهد گزارش کردند.



.OC%شکل ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل بافت خاک و اصلاح‌کننده بر
.حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد

۲- مقایسه میانگین واکنش خاک(pH)

مقایسه میانگین اثرات متقابل بافت خاک در اصلاح‌کننده بر pHدر شکل ۲ نشان می‌دهد خاک لوم رسی pH کمتری نسبت به دو خاک دیگر دارد. وجود ۲/۱۸ درصد گچ و EC بالا در این خاک هرگونه فعالیت و هیدرولیز کربنات را کم کرده و مانع افزایش pH می‌شود. در تمامی خاک‌ها کلیه اصلاح‌کننده‌ها سبب افزایش pH شدند. بیش‌ترین افزایش معنی‌دار مربوط به تیمارهای ۶% پومیس می‌باشد. تیمارهای ۳% پومیس و ۶% ورمی‌کمپوست در رتبه بعدی قرار دارند. افزایش pH در تیمارهای مختلف پژوهش حاضر می‌تواند به علت pH بالای اصلاح‌کننده‌های مورد استفاده نسبت به خاک باشد. pH۱:۲ ورمی‌کمپوست و پومیس به ترتیب ۴/۸ و ۲/۹ اندازه‌گیری شده است و لذا افزودن این دو در خاک می‌تواند منجر به افزایش pH تیمارها شود. هرنارد و همکاران(۱۹۸۶) گزارش کردند که اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک‌های مختلف با آزادسازی کاتیون‌های بازی پتاسیم، کلسیم ومنیزیم سبب افزایش pH نسبت به تیمار شاهد گشته است. بر خلاف نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر ملکیان و همکاران(۲۰۱۲) گزارش نمودندکه بکارگیری پومیس در یک خاک لوم رسی اثر معنی‌داری بر میزان pH آن نداشت. ذبیحی و همکاران(۱۳۹۲) هم گزارش کردند با کاربرد پومیس به مقدار ۱۰۰ تن در هکتار در یک خاک رسی شور و سدیمی، به دلیل خاصیت جذب کاتیونی پومیس و آزادسازییون H^+، مقدار pH خاک به میزان ۳۷/۰ واحد نسبت به شاهد کاهش و مقادیر یافت. در پژوهش یاد شده، مقادیر ۵۰ تن بر هکتار پومیس منجر به افزیش غیر معنی‌دار pH نسبت به خاک شاهد شده است که علت آن اشاره نگردیده است.



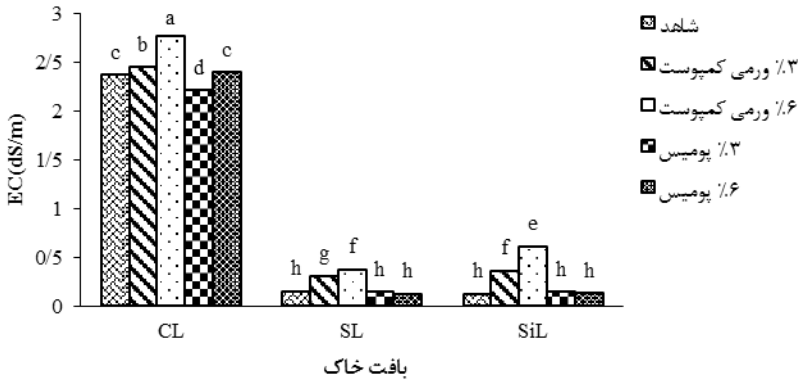
شکل۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل بافت خاک و اصلاح‌کننده بر pH.

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

۳- هدایت الکتریکی(EC)

مقایسه میانگین اثرات متقابل بافت خاک در اصلاح‌کننده بر ECدر شکل ۳ نشان می‌دهد در همه خاک‌ها تیمار ۶% و ۳% ورمی‌کمپوست سبب بیش‌ترین افزایش معنی‌دار میزان EC خاک شده‌اند. تیمارهای پومیس نیز غالبا تاثیر معنی‌داری بر EC خاک نداشته‌اند. تنها در تیمار ۳% پومیس در خاک لوم رسی سبب کاهش EC نسبت به خاک شاهد شده است.

EC ورمی‌کمپوست مورد استفاده برابر با ۸/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بود(جدول ۱). طبیعی است که خاک‌های تیمار شده با این اصلاح‌کننده به طور معنی‌داری EC بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشته باشند. علاوه بر این شاید باگذشت زمان و انکوباسیون درشرایط رطوبتی وحرارتی مناسب انحلال و آزادسازی تدریجی املاح حاصل از تجزیه ورمی‌کمپوست سبب افزایش EC خاک نیزگردیده است. یافته‌های تارماراج و همکاران(۲۰۱۰) نشان داد کاربرد ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش در یک خاک لوم شنی سبب افزایش معنی‌دار EC آن خاک شد. مطابق نتایج ملکیان و همکاران(۲۰۱۲) افزایش سطوح مصرف پومیس در یک خاک لوم رسی باعث کاهش غیر معنی‌دار EC آن خاک نسبت به شاهد شد که این یافته با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد.



جدول۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل بافت خاک و اصلاح‌کننده بر EC.
حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

منابع

ذبیحی، ف.، نیشابوری، م. ر. و دلالیان، م. ۱۳۹۲. تاثیر پلی‌آکریل‌آمید، پومیس و کمپوست زباله شهری بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک رسی شور- سدیمی. نشریه آب و خاک ۲۳(۳). صفحات ۷۹ تا ۹۲.

نیشابوری، م.ر.، و ریحانی‌تبار، ع. ۱۳۸۹. تفسیر نتایج آزمون خاک(ترجمه). انتشارات دانشگاه تبریز.

Aggelides S.M. and Londra P.A. ۲۰۰۰. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Bioresource Tech ۷۱:۲۵۳-۲۵۹.

Arnaud C., Saint-Denis M., Narbonne J.F., Solerand P. and Ribera D. ۲۰۰۰.Influences of different standardized test methods on biochemical responses in the earthworm *Eiseniafetidaandrei*. Soil Biolology and Biochemistry ۳۲:۶۷-۷۳.

Gaunt G.L., Neue H.U., Cassmsn K. G., Olk D.C., Arah J.R.M., Witt C., Ottow J.C.G., and Grant I.F. ۱۹۹۵. Microbial biomass and organic matter turnover in wetland rice soils. Biology and Fertility of Soils ۱۹:۳۳۳-۳۴۲.

Hernand S., Lobo M.C., and Polo A. ۱۹۸۹.effect of the application of municipal refused compost on the physical and chemical properties of a soil. The Sci of the total Environ ۸۱: ۵۸۹-۵۹۶.

Klute A.۱۹۸۶. Methods of Soil Analysis.Par ۱.Physical and Mineralogical Methods.۲nd.edAgron.Monogr. ۹. ASA-SSSA, Madison, WI.

Malekian A., Valizadeh E., Dastoori M., Samadi S., and Bayat V. ۲۰۱۲b.Soil water retention and maize (*Zea mays* L.) growth as effected by different amounts of Pumice. Aust J Crop Sci ۶(۳):۴۵۰-۴۵۴.

Page A.L(ed). ۱۹۸۵. Methods of Soil Analysis. Par ۲.Chemical and Microbiological Methods.Agronomy No. ۹. American Society of agronomy, Madison, WI.

Sahin U., Ors S., Ercisli S., Anapali O., and Esitken A., ۲۰۰۵. Effect of pumice amendment on physical soil properties andstrawberry plant growth. J Central Euro Agric ۶(۳): ۳۶۱-۳۶۶.

Tharmaraj K., Ganesh P., Kolanjinathan K., Suresh Kumar R.andAnandan A. ۲۰۱۰. Influence of vermiwash and vermicompost on physicochemical properties of black gram cultivated soil. Inter J ReceScien Res ۳:۰۷۷-۰۸۳.

Abstract

The effect of different amendments on soil chemical properties and introduce the best amendments, especially in arid and semi-arid soils is essential. The aim of this study was to investigate the effects of vermicompost and pumice on some of soil chemical properties in three sandy loam, clay loam and silty loam soils. An experiment was conducted as factorial arrangement based on completely randomized design with ۳ replications. Disturbed samples collected from ۰-۲۰ cm depth of these soils were mixed with vermicompost and pumice with rates of ۰, ۳ and ۶% by weight and incubated at ۰.۵FC- FC moisture content and at temperature of ۲۰-۲۵ C for ۴ months. Results

showed vermicompost treatments increased %OC and EC significantly in three soils. Pumice increased %OC in clay loam and sandy loam soils and it also significantly increased pH in three soils.

تعیین حد بحرانی عناصر پر مصرف در خیار گلخانه ای

محمود صلحی [۱]، علیرضا مرجوی [۱]، حمید ملاحسینی [۱]
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

چکیده
به منظور تعیین حد بحرانی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، نمونه های خاک از گلخانه‌های مناطق مختلف با غلظت های مختلف از محدوده کم تا زیاد نمونه برداری شد. با استفاده از روش کیت نلسون میانگین کل تکرارها مربوط به یک خاک و میانگین کل هر تعداد خاک اختصاص داده شده به هر عنصر را در دو دسته بندی تیمار و شاهد محاسبه شده سپس عملکرد نسبی هر تیمار نسبت به شاهد محاسبه شد با رسم نمودار نقطه ای بیشترین نقاط موجود در نمودار در منطقه اول و سوم خط افقی و عمودی رسم شده واقع شودحد بحرانی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در کشت گلخانه ای خیار به ترتیب برابر ۶/۱ در صد و ۸۰ و ۳۲۰ میلی گرم بر کیلو گرم در خاک تعیین شد. در ضمن مقایسه عناصر در میوه و برگ در حالت بدون هر عنصرکودی کمتر از حالتی بود که کود کامل دریافت نموده اند.

واژه های کلیدی: حد بحرانی، عناصر پر مصرف، خیار گلخانه‌ای.

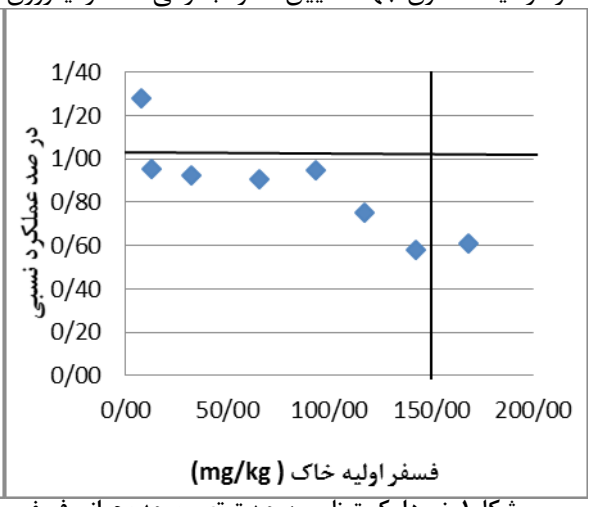
مقدمه
در سالهای اخیر به علت استقبال تولید کنندگان به تولید خارج از فصل ، سطح زیر کشت محصولات گلخانه ای به طور چشمگیری افزایش یافته است، واستان اصفهان با داشتن حدود ۸۰۰ هکتار گلخانه و سهم بیش ۶۰۰ هکتار از آن به تولیدخیار گلخانه ای سهم زیادی از تولید این محصول را به خود اختصاص داده است. در این راستا متاسفانه در راه حصول سود بیشتر از طریق تولید و عرضه بیشتر ،استعمال کودهای شیمیایی تک عنصری وکمپلکس از انواع وارداتی و داخلی رایج شده است.تولیدات گلخانه ای ،خصوصا صیفی جات بدلیل اینکه عمدتا در خارج از فصل زراعی عرضه می شوند دارای سود اقتصادی بالایی هستند و انگیزه بدست آوردن سود بیشتر ،عاملی است که کشاورزان را راغب میکند کود شیمیایی بیشتری مصرف کنندکه باعث بروز مشکلات تغذیه ای در محصولات گلخانه ای (زیاد بود و کمبود عناصر غذایی) و آلودگیهای زیست محیطی به شرح زیر شده است.
۱-مصرف اضافی کودهای شیمیایی در خاک گلخانه ها بدون توجه به مقدار و نسبت عناصر غذایی خاک باعث بروز کمبود و سمیت بعضی از عناصر می شود، بطوریکه غالب کشتهای خاکی محصولات گلخانه ای دارای کمبود کلسیم، آهن، منیزیم، منگنز و سمیت ناشی از شوری، تجمع نیترات، کادمیوم، منگنز، روی و غیره می باشند برای مثال نیترات در سیستم گوارش مصرف کنندگان تبدیل به نیتریت می شود و با گروههای آمین ترکیب جدید نیتروز آمین را بوجود می آورد وامروزه ترکییات نیتروز آمین به عنوان مهمترین ترکیبات موثردربروز سرطان شناخته شده اند.از طرف دیگر مصرف نیترات در کودکان باعث بروز بیماری مت هموگلوبیتا می شود که نهایتا به خفگی می انجامد همچنین تجمع کادمیوم ناشی از مصرف بی رویه کودهای فسفره در اندامهای گیاهی و ورود آن در جیره غذایی انسان ودام ،در ابتدا باعث آسیب به کلیه ها و کبد و در مراحل بعدی باعث آسیب به سایر اندامهای بدن از جمله بروز سرطان پروستات می شود.
۲- مصرف بی رویه کودهای شیمیایی خصوصاً ترکیبات نیتراته و فسفره در کشت های خاکی محصولات گلخانه ای باعث بروز آلودگی های زیست محیطی از جمله آبشویی نیترات به سفره های آب زیرزمینی و کانالهای انتقال آب و ایجاد بیماریهای دام و انسان و رشد بی رویه علفهای هرز و جلبکها در مسیرهای انتقال آب می شوند. لذا ملاحظه می شود عدم وجود برنامه های کود دهی محصولات گلخانه ای استان خصوصا در کشتهای خاکی که سطح قابل توجهی را به خود اختصاص میدهد باعث مصرف بی رویه کودهای شیمیایی بدون توجه به میزان قابل استفاده عناصردر خاک و دوره رشد گیاه شده و علاوه بر افزایش هزینه های تولید و عدم کارایی موثر در عملکرد باعث تولید محصول ناسالم وآلودگی زیست محیطی می شوند.
گیاهان نیاز به مقدار زیادی نیتروژن دارند و این عنصر در ساخت کلروفیل (رنگدانه سبز برگها) یا تبدیل کننده نور خورشید به انرژی مورد نیاز گیاه نقش دارد. کمبود نیتروژن باعث کاهش عمل فتوسنتز و تحت تاثیر قرار دادن رشد رویشی و تولید میوه می‌شود، بطوریکه گیاه ظاهری رنگ پریده و دوکی شکل پیدا می کند. برگهای جوان کوچک و سبز رنگ ولی برگهای مسن زرد رنگ و سپس می‌میرند و در صورت تداوم کمبود، زردی به برگهای جوان نیز توسعه می‌یابد، عملکرد کاهش، میوه‌ها رنگ پریده، کوتاه و ضخیم می‌شوند. عموماً در محصولاتی که میوه تولید میکنند مصرف زیادی نیتروژن باعث افزایش دوره رویشی و در نتیجه تولید گلهای ناقص شده که مقرون به صرفه نیست. لذا، توصیه میشود نیتروژن قابل جذب خاك را در زمان جوانه‌زنی یا نشاءکاری این محصولات در حد متوسط تأمین نمایند. بعد از اینکه در این گیاهان میوه تشکیل شد، افزایش رشد رویشی مضر نبوده و نیتروژن اضافی میتواند استفاده شود.(Huchmuth and Cordasco, ۲۰۰۱) میزان تقریبی برداشت ازت توسط خیار گلخانه ای به ازاء عملکرد ۳۰۰ تن در هکتار، ۵۰۰-۴۰۰ کیلوگرم می‌باشد (جعفر نیا،س و همایی،م.۱۳۸۵).

مواد و روش‌ها

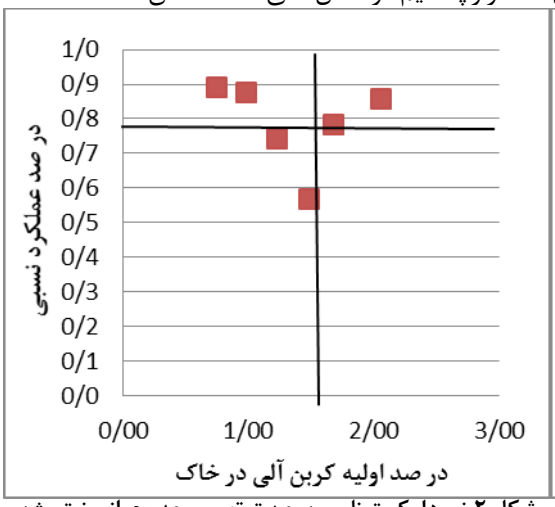
ابتدا یک گلخانه خاکی به مساحت تقریبی ۲۰۰۰ متر مربع واقع در شهرستان اصفهان جهت اجرای طرح انتخاب می‌شود سپس با توجه به محدوده متفاوت عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک گلخانه‌های خیار اقدام به جمع آوری نمونه از خاکهای مورد استفاده در گلخانه‌ها با غلظت‌های متفاوت با عناصر مذکورگردید بطوریکه پس از آنالیز این عناصر در خاکهای فوق، غلظت های مختلف از این عنصربین محدوده کم تا زیاد بدست آید. به منظور تعیین حد بحرانی آنها، خاکهای مورد استفاده در گلخانه ها طوری انتخاب می گردند که عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاکهای فوق، به ترتیب ۵ ،۸ودر ۱۱ غلظت مختلف از این عنصر بین محدوده کم تا زیاد بدست آید سرانجام برای هر غلظت تعداد ۶ گلدان باکوددهی کامل هر عنصر و در مجموع در سه تکرار هر عنصر به ترتیب تعداد ۴۸، ۳۰ و ۶۶، تیمار و ۶ گلدان باکوددهی بدون عناصر مورد نظر با سه تکرار مجموعا به ترتیب تعداد ۳۰، ۴۸ و ۶۶ گلدان شاهد آماده شد نشاء به روش معمول آماده و در گلدانها کشت می شوند. با استفاده از روش کیت نلسون نسبت به تعیین حدود بحرانی عناصر مذکور اقدام شد. بدین صورت که میانگین کل تکرارها مربوط به یک خاک و میانگین کل هر تعداد خاک اختصاص داده شده به هر عنصر را در دو دسته بندی تیمار و شاهد محاسبه شده سپس عملکرد نسبی هر تیمار نسبت شاهد محاسبه شد با رسم نمودار نقطه ای به طوری که میزان اولیه تعیین شده در آزمایشگاه هر عنصر در محور X ها و در صد عملکرد نسبی در محور Y ها با شد مطابق با اشکال مربوطه علامت + در نمودار رسم شده قرار داده می شود بطوری که خط افقی این + در حدود ۸۰ الی ۹۵ در صد عملکرد نسبی را پوشش بدهد و خط عمود آن طور ی گذاشته شده که بیشترین نقاط موجود در نمودار در منطقه اول و سوم همین علامت واقع شود که نهایتا محل برخورد خط عمودی با محور X ها همان نقطه بحرانی مربوط به آن عنصر است. بدین ترتیب حدود بحرانی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای کشت گلخانه ای در کشت خیار گلخانه ای خاک تعیین گردید. در ضمن مقایسه عناصر در میوه و برگ در حالت بدون هر عنصرکودی در خاک(تیمار) و در خاک با کود کامل(شاهد) در خاک مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

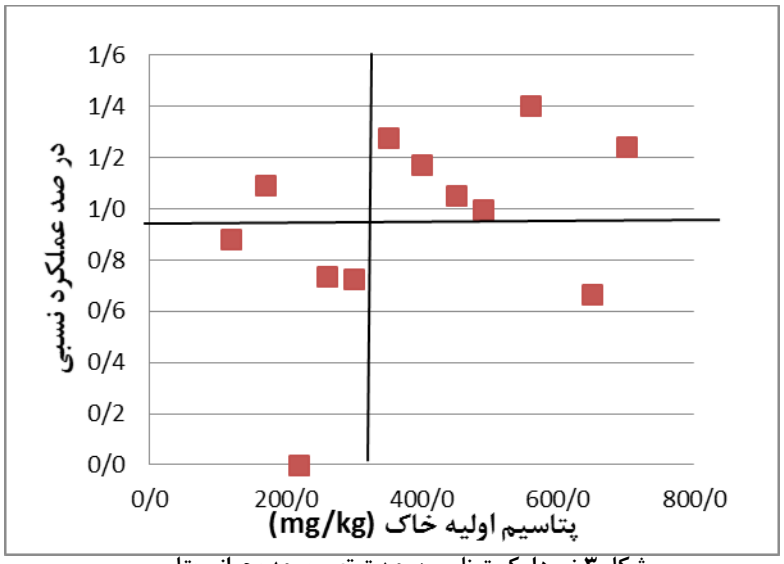
نمودار کیت نلسون جهت تعیین حدود بحرانی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در شکل های ۱ تا ۳ نشان داده شده است.



شکل۱ -نمودار کیت نلسون جهت تعیین حد بحرانی فسفر

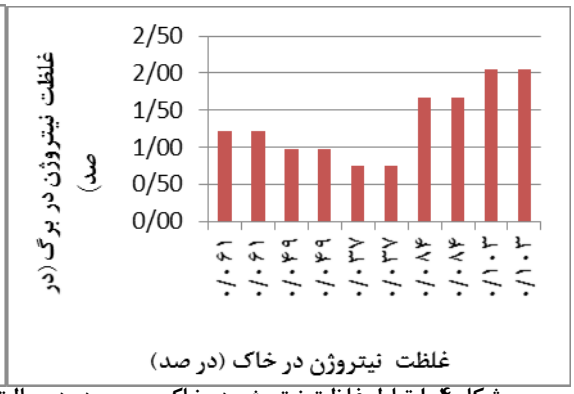


شکل ۲-نمودار کیت نلسون جهت تعیین حد بحرانی نیتروژن



شکل ۳-نمودار کیت نلسون جهت تعیین حد بحرانی پتاسیم

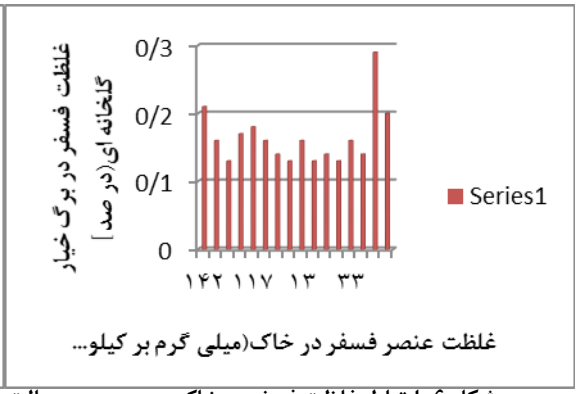
ارتباط غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، و پتاسیم در میوه و برگ خیار گلخانه ای در دو حالت که خاک با کود کامل تیمار شده و در حالتی که خاک بدون یک عنصر(نیتروژن، فسفر، پتاسیم) در شکل ۴ تا ۹ ارائه گردیده است.



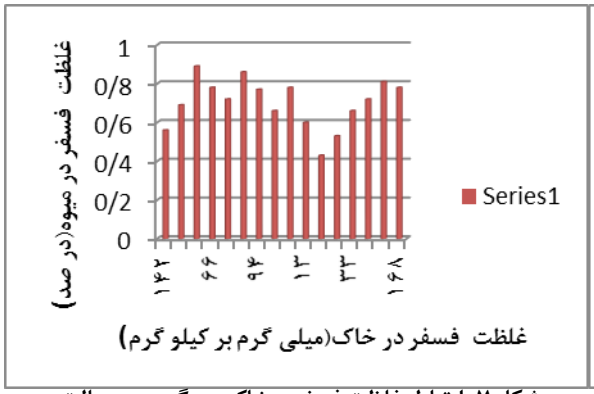
شکل ۴-ارتباط غلظت نیتروژن در خاک و میوه در دو حالت کود کامل و کود بدون نیتروژن



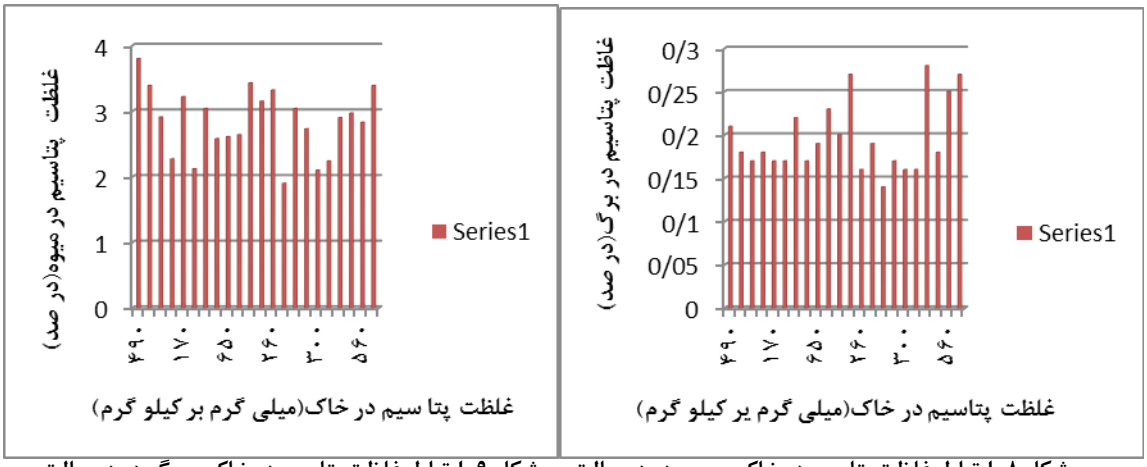
شکل ۵-ارتباط غلظت نیتروژن در خاک و برگ در دو حالت کود کامل و کود بدون نیتروژن



شکل ۶-ارتباط غلظت فسفر در خاک و میوه در دو حالت کود کامل و کود بدون فسفر



شکل ۷-ارتباط غلظت فسفردر خاک و برگ در دو حالت کود کامل و کود بدون فسفر



شکل ۸-ارتباط غلظت پتاسیم در خاک ومیوه در دو حالت کود کامل و کود بدون پتاسیم

شکل ۹-ارتباط غلظت پتاسیم در خاک و برگ در دو حالت کود کامل و کود بدون پتاسیم

با استفاده از روش کیت نلسون نسبت به تعیین حدود بحرانی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم اقدام شد. بدین صورت که میانگین کل تکرارها مربوط به یک خاک و میانگین کل هر تعداد خاک اختصاص داده شده به هر عنصر را در دو دسته بندی تیمار و شاهد محاسبه شده سپس عملکرد نسبی هر تیمار نسبت به شاهد محاسبه شد. در روش کیت نلسون نیاز به درصد عملکرد نسبی و میزان اولیه عنصر مورد نظر در خاک می باشد که عملکرد نسبی بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود.

۱۰۰× (عملکرد هرتیمار /عملکرد شاهد)=در صد عملکرد نسبی

میزان اولیه قابل جذب هر عنصر نیز که در آزمایشگاه تعیین شده است. با رسم نمودار نقطه ای به طوری که میزان اولیه تعیین شده در آزمایشگاه هر عنصر در محور X ها و در صد عملکرد نسبی در محور Y ها با شد مطابق با اشکال ذیل یک علامت + در نمودار رسم شده قرار داده می شود بطوری که خط افقی این + در حدود ۸۰ الی ۹۵ در صد عملکرد نسبی را پوشش بدهد و خط عمود آن طور ی گذاشته شده که بیشترین نقاط موجود در نمودار در منطقه اول و سوم همین علامت واقع شود که نهایتا محل برخورد خط عمودی با محور X ها همان نقطه بحرانی مربوط به آن عنصر است.

حدود بحرانی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم تعیین شده برای کشت گلخانه ای خیار به ترتیب برابر ۶/۱ در صد و ۸۰ و ۳۲۰ میلی گرم بر کیلو گرم در خاک تعیین شد. در ضمن نتایج نشان داد در ۸۰ در صد موارد مقایسه عناصر در میوه و برگ در حالت بدون هر عنصرکودی کمتر از حالتی بود که کود کامل دریافت نموده اند.ارجاع به منابع در داخل متن به‌صورت نام نویسنده و سال انتشار منبع در داخل پرانتز می‌باشد. در صورتی که نام نویسندگان از دو نفر بیشتر باشد، از عبارت "و همکاران" برای منابع فارسی و "et al.," برای منابع انگلیسی استفاده شود. منابع باید به‌صورت "Hanging" با فاصله‌ی ۵/۰ سانتی‌متر نوشته شوند. تمام منابع باید حالت جورچین (تنظیم حاشیه از دو طرف) داشته باشند.

منابع

جعفر نیا،س. همایی، م.۱۳۸۵ .راهنمای جامع و مصور کشت گلخانه ای خیار و گوجه گلخانه ای،انتشارات سخن گو

سیلسپور، م و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. مصرف عناصر کم‌نیاز (ریزمغذیها) در محصولات سبزی و صیفی گامی مؤثر در افزایش عملکرد و ارتقاء سلامت جامعه، مؤسسه تحقیقات خاك و آب، تهران، ایران.

سیلسپور، م. ملا حسینی، م. ج. ۱۳۸۴. تولید پایدار، ارتقای عملکرد و بهبود کیفیت بامدیریت مصرف بهینه کود در محصولات سبزی و صیفی ،نشریه فنی شماره ۴۸۶ ،مؤسسه تحقیقات خاك و آب، تهران، ایران.

Huchmuth G. and Cordasco. K. ۲۰۰۱. A summery of N and K researh with muskmelon in Florida.University of FLORIDA. Cooperative Extantion service. Institute of Food and Agriculture Science.

Hochmuth G. J., and Smajstrla A. G. ۱۹۹۷. Fertilizer application and management for micro (or drip) irrigated vegetables in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., ۱۱۸۱.

Papadopoulos A.P. (۱۹۹۱) Growing greenhouse seedless cucumbers in soi۱and in soilless media. Agriculture and Agri-Food Canada Publication ۱۹۰۲/E

Tamson, B., Parswell K. ۲۰۰۳. Symptoms of potassium deficiency in vegetables crops. Fertilization Knowledge. No: ۳.

Abstract

Now a day greenhouse vegetable production is possible during all of the year season. Green house productions are usually more economical so farmers show more tendency to produce greenhouse vegetable. In order to determine the macronutrient critical level in cucumber greenhouse, selection of soils is so that the soils with low to high range macronutrient concentration become available. Relative yield was cultivated for mean treated and nontreated pots. Kait -Nelson diagrams were prepared so that each element concentration plotted on X axis and relative yield on Y axis Finally the interaction of horizontal and vertical line distinguish the critical level of the referred elements. The macronutrients critical levels of soil for cucumber in greenhouse were۱.۶ per cent for nitrogen ۸۰ milligram per kilogram for phosphorous and ۳۲۰ milligram per kilogram for potassium.

برهمکنش ترشحات ریشه‌ای گیاه آفتابگردان و جاذبهای معدنی بر دسترسی زیستی آرسنیک در خاک‌های آلوده

سجاد شاهمرادی [۱]، مجید افیونی [۲]، محمدعلی حاج عباسی [۲]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- استاد دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
با توجه به تفاوت شیمی آرسنیک در محیط ریزوسفر و غیر ریزوسفری خاک آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل درقالب طرح کاملا تصادفی درسه سطح جاذب (بدون جاذب، سولفات آهن و براده آهن) در یک نوع خاک آلوده (۲۶۵۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم)با دومحیط متفاوت (محیط غیرریزوسفری وریزوسفرگیاه افتابگردان) با هدف بررسی تاثیر فعالیتهای ریشه‌ای آفتابگردان بر کارایی تثبیت کننده‌های آرسنیک اجراشد. پس ازپایان دوره ۶۰ روزه رشد آفتابگردان،نمونه‌برداری ازخاک انجامشد. براده آهن و سولفات آهن در هردو محیط ریزوسفر و غیر ریزوسفری سبب کاهش معنی‌دار آرسنیک محلول و تبادلی شدند. اما کاهش محتوای آرسنیک در دو فاز بررسی شده در محیط ریزوسفر شدیدتر بود. براده آهن در محیط ریزوسفر و سولفات آهن در محیط غیر ریزوسفری تاثیر بیشتری بر کاهش آرسنیک محلول داشتند. بنابراین سولفات آهن به عنوان بهترین جاذب درحضور ریشه گیاه آفتابگردان انتخاب شد.

کلمات کلیدی: آفتابگردان، ریزوسفر، آرسنیک

مقدمه
آرسنیک به عنوان یک عنصر سمی در بسیاری از کشورهای جهان شناخته شده است. غلظت این عنصر از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاکهای غیر آلوده تا ۳۰۰۰۰ میلی‌گرم در گیلوگرم در خاکهای آلوده متغییر است (Vaughan., ۱۹۹۳; Adriano.,۱۹۸۶). در قاره آسیا مسمومیت آرسنیك در حال تبدیل شدن به يك اپیدمی اضطراری است و بیش از صد میلیون نفر در مواجه با منابع آب و خاك با غلظت‌های بالای آرسنیك هستند. از جمله این مسمومیت‌ها می‌توان به بیماری کراتوزیس اشاره کرد(Mukherjee et al.,۲۰۰۶).شیمیآرسنیک در منطقه ریزوسفر نسبت به منطقه غیر ریزوسفری در خاک تفاوت دارد. بسته به نوع گیاه و فاکتورهای خاک، pHریزوسفرمی‌تواند حتی تا ۲ واحد نیز نسبت به محیط غیر ریزوسفری تفاوت داشته باشد. فاکتورهای ریزوسفری مانند pHخاک، وضعیت تغذیه‌ای گیاه، اسیدهای آلی و دی‌اکسیدکربنتولید شده توسط ریشه و میکروبها عامل‌های این تفاوت هستند(Marschner.,۲۰۰۳).ماریا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که توزیع فازهای مختلف آرسنیک در محیط ریزوسفر نسبت به محیط غیر ریزوسفری خاک تفاوت دارد. آنها نشان دادند که در ریزوسفر گیاه سرخس *P vittata L*. آرسنیک باند شده غیر اختصاصی و اختصاصی به ترتیب ۴۷ و ۶۲ درصد نسبت به محیط غیر ریزوسفر در خاک کاهش یافت(Maria et al., ۲۰۰۶). امروزه برای تثبیت آلاینده‌هایی مانند آرسنیک از جاذبهای مختلف مانند اکسیدها و نمک‌های آهن استفاده‌های متعددی شده است که نتایج رضایت بخشی در پی داشته است.یانگ کیم و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که غلظت آرسنیک در خاک‌های اطراف معادن میونگ‌بونگ و دادوک در کره جنوبی به ترتیب برابر ۶۶۷۰ و ۵۶۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و با اعمال تیمار سولفات آهن به این خاک‌ها و عصاره‌گیری متوالی از آنها غلظت آرسنیک قابل استخراج با استات سدیم ۵% به ترتیب ۸۰ و ۷۰ درصد کاهش یافت(Kim et al., ۲۰۰۳).به نظر میرسد هنوز در مورد تاثیر فعالیتهای ریشه‌ای برکارایی تثبیت کننده‌های آرسنیک در خاک اطلاعاتی در دست نیست. بنابراین هدف این مطالعه تعیین تاثیر اکسیدها و نمک‌های آهن بر توزیع آرسنیک فازهای محلول و تبادلی در محیط‌های ریزوسفری و غیر ریزوسفری خاک‌های آلوده است.

مواد و روش‌ها
در این پژوهش نمونه خاک از اطراف معدن طلا زرشوران شهرستان تکاب در استان استان آذربایجان غربی انتخاب گردید و نمونه‌برداری از عمق ۰ الی ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. پس از نمونه برداری خاکها جهت آنالیزهای فیزیکوشیمیایی از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد و خصوصیات خاک به روش استاندارد تعیین شد(Westerman., ۱۹۹۰). پ-هاش و هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع، ماده آلی با روش والکی و بلک، ظرفیت تبادل کاتیونی با روش استات آمونیوم، بافت با روش پیپت و غلظت آرسنیک با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (جدول ۱).این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفیدر سه سطح جاذب[بدون جاذب، سولفات آهن(۳۹ میلی‌مول آهن سه ظرفیتی) و براده آهن(۶۶/۰ درصد وزنی)] در یک نوع خاک با دو محیط متفاوت (محیط غیر ریزوسفری و ریزوسفر گیاه افتابگردان) در سه تکرار اجرا شد. پس از پایان دوره ۶۰ روزه رشد آفتابگردان، نمونه‌برداری از خاک انجام شد. pHو کربن آلی محلول (Olsen and Sommers.,۱۹۸۲) ،شکل محلول آرسنیک توسط آب مقطر و شکل تبادلی توسط ارتوفسفات سدیم عصاره‌گیری شد (Sparks et al., ۱۹۹۶). پردازش داده‌ها با نسخه ۹ نرم افزارآماری SASومقایسهمیانگین‌هابا آزمون LSD(۰۵/۰ p) انجام شد.

نتایج و بحث

غلظت کل آرسنیک در جدول ۱ آورده شد. طبق استانداردهای کیفیت منابع خاک و راهنماهای آن (منتشر شده سازمان محیط زیست کشور ۱۳۹۲) بسته به pH، درصد رس و مقدار ماده آلی، غلظت آرسنیک در خاک مورد مطالعه در محدوده خطر فوری قرار داشت.

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه

منطقه	pH	EC (dS/m)	% OM	CEC (meq/۱۰۰gr)	Sand %	Silt %	Clay %	As (mg/kg)
معدن زرشوران	۸/۷	۷/۱	۵۴/۱	۳/۱۵	۳/۲۹	۰۰/۴۵	۷/۲۵	۲۵۶۹

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس(جدول ۲) وجود براده آهن و سولفات آهن در خاک سبب کاهش pHشد و در محیط ریزوسفر این جاذب‌ها تاثیر بیشتری بر کاهش pHداشتند. در محیط ریزوسفر به علت ترشحات ریشه‌ای محتوای کربن آلی محلول خاک نیز بیشتر از محیط غیر ریزوسفری بوده و افزودن جاذب‌ها به خاک در هر دو محیط هیچ اثری بر تغییر این محتوا نداشت. کاربرد براده آهن و سولفات آهن در هر دو محیط ریزوسفر و غیر ریزوسفری محتوای آرسنیک محلول و تبادلی را کاهش داد و اثر متقابل محیط ریزوسفر و سولفات آهن سبب کاهش چشمگیر محتوای آرسنیک محلول شد. مارکوس و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که وجود کربن آلی محلول سبب افزایش حلالیت آرسنیک در خاک می‌شود(Markus et al., ۲۰۰۶). در حالی که نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که در محیط ریزوسفر نسبت به محیط غیر ریزوسفری در حالتی که هیچ جاذبی استفاده نشده بود محتوای آرسنیک محلول بیشتر بود.احتمالا وجود ریشه گیاه و جذب گیاهی آرسنیک عامل این تفاوت بوده است. براید (۱۹۹۴) گزارش کرد که آرسنیک محلول به عنوان بهترین شاخص برای دسترسی زیستی آرسنیک در خاک مطرح شده است(McBride., ۱۹۹۴). بنابراین طبق نتایج حاصل از این آزمایش سولفات آهن توانست با بیشترین کاهش در محتوای آرسنیک محلول به عنوان بهترین جاذب در حضور ریشه گیاه آفتابگردان انتخاب شود.

جدول ۲- مقایسه‌میانگین‌غلظت‌آرسنیک محلول و تبادلی، pH و DOC در تیمارهای‌مختلف‌باآزمون LSD

خاک	جاذب	آرسنیک محلول (mg/kg)	آرسنیک‌تبادلی (mg/kg)	pH	DOC (mg/kg)
	بدون جاذب	a۲۵/۹	b۸۴/۳۶	b۷/۷	ab۹۵/۴۲
محیط ریزوسفر	براده آهن	cd۸۱/۰	d۶۳/۱۷	d۲۵/۷	b ۴۲/۴۰
	سولفات آهن	e۳/۰	c۸۸/۲۱	e۱۲/۷	a۷/۴۵
	بدون جاذب	a۹/۱۱	a۹۷/۴۴	a۹/۷	d ۳۴/۲۹
محیط غیر ریزوسفر	براده آهن	de۵۳/۰	d۴۸/۱۷	c۴/۷	c۲۶/۳۳
	سولفات آهن	c۱	e۳۴/۱۲	c۴/۷	d ۲۹
تجزیه واریانس					
خاک		P < ۰.۰۰۱	Ns	P < ۰.۰۰۱	P < ۰.۰۰۱
جاذب		P < ۰.۰۰۱	P < ۰.۰۰۱	P < ۰.۰۰۱	Ns
خاک× جاذب		P < ۰.۰۰۱	P < ۰.۰۰۱	Ns	P < ۰.۰۰۲

منابع

استانداردهای آلودگی منابع خاک وراهنماهای آن، سازمان محیط زیست کشور. ۱۳۹۲ .ص ۴۳-۸۵.

McBride, M.B., ۱۹۹۴. Environmental Chemistry of Soils.Oxford UniversityPress, Inc., New York.

Adriano, D.C., ۱۹۸۶. Arsenic. In: Adriano, D.C. (Ed.), Trace Elements in theTerrestrial Environment. Springer-Verlag, New York, pp. ۳۰۸e۳۲۱.

Vaughan, G.T., ۱۹۹۳. The Environmental Chemistry and Fate of Arsenical Pesti-cides in Cattle Tick Dip Sites and Banana Land Plantations.CSIRO Divisionof Coal Industry, Center for Advanced Analytical Chemistry, NSW,Australia.

Mukherjee, A., M. K. Sengupta, M. A. Hossain, S. Ahamed, B. Das, B. Nayak, D. Lodh, M. M. Rahman and D. Chakraborti. ۲۰۰۶. Arsenic contamination in groundwater: a global perspective with emphasis on the Asian scenario. J. Health. Popul. Nu, ۲۴: ۱۴۲-۱۶۳.

Marschner, H., ۲۰۰۳. Mineral Nutrition of Higher Plants.Academic press, London.

Maria, I. Silva, G. Jorge, A.G. Santos, L. Ma, Q.,۲۰۰۶. Arsenic chemistry in the rhizosphere of *Pterisvittata* L.and *Nephrolepisexaltata* L.Environ.Pollut. ۱۴۳: ۲۵۴-۲۶۰.

Kim, J.-Y., A. P. Davis and K.-W. Kim .۲۰۰۳. Stabilization of available arsenic in highly contaminated mine tailings using iron. *Env. Sci. Tec.* ۳۷: ۱۸۹-۱۹۵.

Westerman, R. L. ۱۹۹۰. *Soil testing and plant analysis. Soil.Sci.Soc.Am.* Inc.

Olsen, S.R., Sommers, L.E., ۱۹۸۲. Phosphorus. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part II: Chemical and Mi-crobiological Properties. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. ۴۰۳e۴۳۰.

Sparks, D. L., A. Page, P. Helmke, R. Loeppert, P. Soltanpour, M. Tabatabai, C. Johnston and M. Sumner. ۱۹۹۶. *Methods of soil analysis. Part۳-Chemical methods. Soil Sci. Soc. Am.*Inc.

Markus, B. Christian, B., ۲۰۰۶.Mobilization of arsenic by dissolved organic matter from ironoxides, soils and sediments.Sci. Total. Environ. ۳۵۴: ۱۷۹- ۱۹۰.

Abstract

Due to differences in the chemistry of arsenic in the rhizosphere and non-rhizosphere,greenhouse experiment evaluated the influence of sunflower root activity on the efficiency of arsenic sorbents (ferric sulfate and iron filings) in a contaminated soil (۲۶۵۹ mg/kg). After the ۶۰-day period of sunflower growth, the soil was sampled. Iron filings and ferric sulfate in both the rhizosphere and non-rhizospherewere decreased water-soluble and exchangeable arsenic significantly. But reducing the arsenic content in the rhizospherewas more thannon -rhizosphere. Iron filings in the rhizosphere and ferric sulfate in thenon-rhizosphere had a greater impact on reducing arsenic. The final, ferric sulfate was selected as the best sorbent in presence the sunflower root.

اثر باقیمانده کودهای آلی با روی بر عملکرد وجذب عنصر روی دانه گندم

سمیه مرادنیا [۱]، روح اله نادری [۲]، احسان بیژن زاده [۲]
دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، ۲- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

چکیده
به منظور بررسی اثر باقیمانده کودهای آلی با روی بر عملکرد و جذب عنصر روی دانه گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال متوالی (۱۳۹۳-۱۳۹۱) در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی داراب، دانشگاه شیراز انجام شد. تیمارهای آزمایش در سال اول شامل: کود اوره (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، کمپوست ضایعات شهری (۵۰ تن در هکتار)، ورمی کمپوست (۵۰تن در هکتار)، کود گوسفندی (۵۰ تن در هکتار)، کود گاوی (۵۰ تن درهکتار) و شاهد (بدون کود) و روی از منبع سولفات روی در سه سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم و دو رقم کلزا (ساری گل و RGS) بودند. در سال دوم دو رقم گندم دوروم (بهرنگ و یاواروس) در گلدانهای تیمار شده سال قبل کشت شدند و هیچ گونه تیمار کود آلی به گلدانها اضافه نشد. نتایج نشان داد بالاترین عملکرد دانه گندم در تیمار کود گوسفندی (۷۱۱/۵ گرم در هر گلدان) مشاهده شد. عملکرد دانه (۳۷۲/۵ گرم در هر گلدان) و میزان روی دانه گندم (۴۵ میلی گرم در کیلوگرم) به طور معنی داری تحت تاثیر روی افزایش یافتند ($p<0/05$). به طور کلی اثر باقیمانده کودهای آلی از جمله کود گوسفندی به عنوان یک منبع مناسبی برای تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بایستی مورد توجه قرار گیرد.
واژه های کلیدی: کمپوست ضایعات شهری، کود گاوی، کود گوسفندی، ورمی کمپوست.

.

مقدمه
از مهم ترین مسائل موثر بر تولید غذای پایدار، حفظ حاصلخیزی خاک از طریق کاربرد کودهای آلی می باشد (نیسون، ۲۰۰۴). با توجه به وضعیت اقلیمی کشور، زمین های زراعی چندان قابل توسعه نمی باشند، بنابراین می بایستی در پی افزایش عملکرد بود. یکی از راههای افزایش عملکرد بهبود ویژگی های فیزیکی و تغذیه ای خاک مزارع با افزودن ماده آلی به خاک می باشد (خوشگفتار و همکاران، ۲۰۰۲). اقبال و همکاران (۲۰۰۴) دریافتند که نیتروژن و فسفر موجود در کود آلی، عملکرد گیاه ذرت (*Zea mays*) را برای یک سال افزایش داد. نادری و بیژن زاده (۱۳۹۱) نشان دادند که برای افزایش رشد گلرنگ *Carthamus tinctorius* L.)) می توان از کودهای آلی استفاده کرد؛ همچنین کودهای آلی باعث افزایش مقدار روی، مس، منگنز و آهن در گیاه گردید؛ بنابر این می توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند. رسولی و مفتون (۱۳۸۹) بیان نمودند که یکی از مهم ترین خواص کودهای آلی اثر باقیمانده آنهاست. اثرات طولانی مدت مواد آلی باعث بهبود در تولید می شود. کمبود عناصر غذایی کم مصرف در گیاهان و محصولات زراعی گسترش جهانی دارد. گزارشات نشان داد ۳۰% خاک های دنیا مبتلا به کمبود روی می باشند (ملکوتی، ۱۳۸۲). روی، یک عنصر ضروری کم مصرف برای انسان، دام و گیاه است و در بسیاری از سامانه های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری فعال کننده و یا ساختمانی دارد (ثواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۲). مصرف روی در بیشتراراضی ایران و برای بیشتر گیاهان مفید می باشد و همچنین مصرف این کود به تدریج عوارض ناشی از کمبود روی را برطرف کرده و موجب افزایش عملکرد در گیاهان خواهد شد. لذا این پژوهش به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی شامل کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی و روی بر عملکرد گندم دوروم و محتوای روی در دانه گندم در یک خاک آهکی انجام گردید. نتایج این پژوهش می تواند در افزایش کمی و کیفی تولیدات زراعی و پیش بینی نتایج حاصل از جایگزینی کودهای دامی بجای کودهای شیمیایی موثر باشد.

مواد و روش ها
به منظور بررسی اثرات باقیمانده کودهای آلی و سطوح مختلف روی بر عملکرد گندم و محتوای روی در دانه گندمآزمایشی بصورت دوساله (۱۳۹۳ - ۱۳۹۱) در گلخانه‌ی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز انجام شد. در سال اول (۱۳۹۲ - ۱۳۹۱) کلزا کشت شد و در سال دوم (۱۳۹۳ - ۱۳۹۲) در همان گلدانها، کشت گندم انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل کود اوره (۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، کمپوست ضایعات شهری (۵۰ تن در هکتار)، ورمی کمپوست (۵۰ تن در هکتار)، کود گوسفندی (۵۰تن در هکتار)، کود گاوی (۵۰ تن در هکتار) و شاهد (بدون کود) بود. روی از منبع سولفات روی در سه سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و دو رقم کلزا (ساری گل و RGS) کشت گردید. در این آزمایش از ۱۰۸ گلدان استفاده شد. خاک مورد استفاده شده (Fine-Loamy, carbonatic, hyperthermic, TypicTorrirthents) از افق سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی متری) از مزارع دانشکده کشاورزی داراب جمع آوری و هوا خشک شده و از الک دو میلیمتری عبور داده شد. تیمارهای کود شامل کودهای آلی و محلول روی قبل از کشت به خاکها افزوده شد و کاملاً با آن مخلوط گردید. تعداد ۱۰ بذرکلزا در هر گلدان در تاریخ ۳۰ آبان ماه ۱۳۹۱ در گلدانهای ۵کیلوگرمی کشت شد و در مرحله ۴ برگی به

۳ گیاهچه در هر گلدان تنک شد. کود کمپوست ضایعات شهری از کارخانه کمپوست سازی اصفهان و ورمی کمپوست از کارخانه تولید ورمی کمپوست داراب تهیه شد. برای مبارزه با کرم ساقه خوار از سم دسیس به میزان ۵/۱ در هزار، و برای کنترل بیماری هایی مثل سفیدک پودری از سم کاپتان به میزان ۵/۱ در هزار استفاده شد. دمای گلخانه ۲۴ درجه سانتی گراد در روز و ۱۶ درجه سانتی گراد در شب بود. نیتروژن به صورت سرک طی دو مرحله (زمان کاشت و زمان به ساقه رفتن) استفاده شد. در تاریخ ۱۰ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲ برداشت انجام شد. در سال دوم (۱۳۹۳ - ۱۳۹۲) دو رقم گندم دوروم (بهرنگ و یاواروس) در گلدانهای تیمار شده سال قبل، به تعداد ۱۰بذر در هر گلدان در تاریخ ۲۸ آبان ماه ۱۳۹۲کشت شدند و در مرحله ۳ برگی به ۳ گیاه در هر بوته تنک شدند. در سال دوم هیچ گونه تیمار کود آلی (کمپوست، ورمی کمپوست، کود گوسفندی، کود گاوی) به گلدانها اضافه نشد و فقط کودهای شیمیایی (نیتروژن و روی) همانند آزمایش سال اول به گلدانها افزوده شد. نیتروژن به صورت سرک طی دو مرحله، (زمان کاشت و در زمان به ساقه رفتن) استفاده شد. برای مبارزه با شته سیاه از سم ایمیدکلواپراید ۳۵% به میزان ۷۵/۰ در هزار استفاده شد. نیتروژن نیز به صورت سرک در طی دو مرحله (زمان کاشت و در زمان به ساقه رفتن) استفاده شد. در تاریخ ۱۷ فروردین ماه ۱۳۹۳ برداشت گندم دوروم انجام شد. ویژگیهای که در این آزمایش اندازه گیری شدند شامل: عملکرد دانه گندم و روی در دانه گندم دوروم بود. رویدانه گندم دوروم به وسیله دستگاه جذب اتمی مدل ۹۹۰ - PGاندازه گیری شد. داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C (۱۹۰۰) تجزیه واریانس شدند و میانگین ها به وسیله ی آزمون LSD در سطح احتمال ۵% مقایسه شدند.

نتایج و بحث

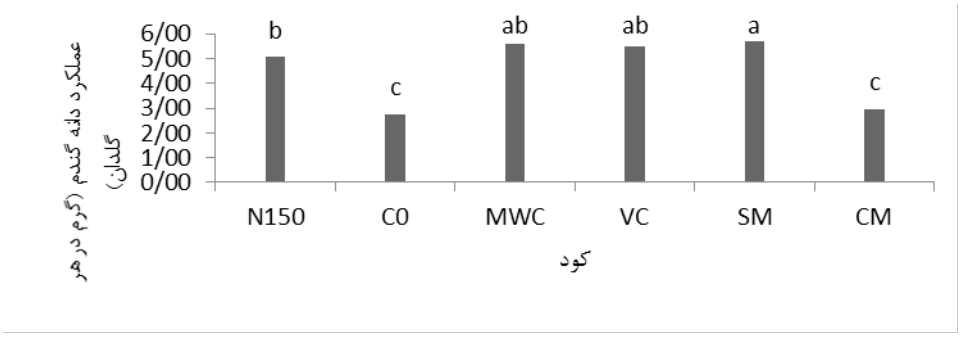
تاثیر کودهای آلی و نیتروژن بر عملکرد دانه گندم معنی دار بود($p<۰۵/۰$)(جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در تیمار کود گوسفندی (۷۱۱/۵ گرم در هر گلدان) مشاهده شد. تیمار ورمی کمپوست (۵۶۷/۵گرم در هر گلدان) و کمپوست ضایعات شهری (۴۷۲/۵ گرم در هرگلدان) اختلاف معنی داری با کود گوسفندی از نظر عملکرد دانه نداشتند. تیمار بدون کود (۷۵۶/۲ گرم در هر گلدان) کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد که البته تفاوت معنی داری با کود گاوی (۹۵۶/۲ گرم در هر گلدان) نداشت(شکل ۱). درمطالعه اثرکودهای آلی و نیتروژن برگلرنگ نادری و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند بیشترین عملکردگلرنگ در تیمارکود گوسفندی وکمترین عملکردگلرنگ نیز در تیمار کود گاوی به دست آمد. اثر روی بر عملکرد دانه گندم معنی دار بود ($p<۰۵/۰$)(جدول ۱). بالاترین عملکرد دانه (۳۷۲/۵ گرم در هر گلدان) مربوط به سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود. سطح بدون روی کمترین عملکرد دانه گندم (۸۵۳/۳ گرم در هر گلدان) را به خود اختصاص داد. جامسون و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که محلول پاشی روی باعث افزایش عملکرد دانه سویا می گردد. رقم تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه داشت ($p<۰۵/۰$)(جدول ۱). عملکرد دانه رقم یاواروس (۱۳۰/۵ گرم در هر گلدان) در مقایسه با رقم بهرنگ (۰۴۳/۴گرم در هر گلدان) بیشتر بود. شهسواری و صفاری (۱۳۸۴) گزارش کردند که ارقام گندم از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی داری با هم داشتند. به نحوی که رقم قدس با عملکرد (۶۸۸۰ کیلو گرم در هکتار) بالاترین و رقم روشن با عملکرد (۳۱۵۴ کیلو گرم در هکتار) پایین ترین مقدار عملکرد دانه را داشتند. برهمکنش روی و رقم بر عملکرد دانه گندم دوروم معنی دار بود ($p<۰۵/۰$)(جدول ۱). رقم یاواروس درسطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم بالاترین عملکرد دانه را داشت (۳۰/۶ گرم در هر گلدان). کمترین عملکرد دانه (۵۷/۳ گرم در هر گلدان) مربوط به سطح بدون روی و رقم بهرنگ بود. بنابراین با افزایش سطوح روی افزایش عملکرد در رقم یاواروس به صورت معنی داری بیشتر از رقم بهرنگ بوده است. این بدین معنی است که رقم یاواروس به مقدار بیشتری روی نیاز داشته و به افزودن روی واکنش بیشتری از نظر عملکرد دانه نشان می دهد. برهمکنش کود و رقم بر عملکرد دانه معنی دار بود ($p<۰۵/۰$)(جدول ۱). برای کودهای مختلف اختلاف معنی داری بین دو رقم وجود نداشت به جز برای ورمی کمپوست و کود های گوسفندی و گاوی که با افزودن آن ها رقم یاواروس عملکرد دانه بیشتری نسبت به رقم بهرنگ پیدا کرده است. برهمکنش کود و روی بر عملکرد دانه گندم دوروم معنی دار بود ($p<۰۵/۰$)(جدول ۱). برای کودهای مختلف اختلاف معنی داری بین دو سطح ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی وجود نداشت، به جز برای کود نیتروژن و کمپوست ضایعات شهری و ورمی کمپوست که با افزودن آن ها، سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی باعث افزایش عملکرد دانه شده است.کودهای آلی و نیتروژن بر میزان روی دانه گندم تاثیر معنی داری داشتند ($p<۰۵/۰$) (جدول ۱). بیشترین مقدار روی دانه در تیمار کودگوسفندی (۳۹میلی گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. کمترین میزان روی دانه نیز مربوط به تیمار بدون کود (۲۵ میلی گرم در کیلوگرم) بود. رولکنز و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که کود دامی حاوی عناصر کلسیم، منیزیوم، آهن، روی، مس و گوگرد می باشد که می تواند مورد استفاده ی گیاه قرار گیرد. اثرروی بر محتوای روی دانه گندم معنی دار بود ($p<۰۵/۰$) (جدول ۱). بیشترین محتوای روی در دانه گندم مربوط به سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی (۴۵ میلی گرم در کیلوگرم) بود. سطح بدون روی (۲۲ میلی گرم در کیلوگرم) کمترین محتوای روی در دانه را داشت. بنابراین به نظر می رسد که مصرف روی نه تنها عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش می دهد بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم هم افزایش می یابد و موجب غنی شدن دانه می گردد. رقم تاثیر معنی داری بر محتوای روی در دانه گندم داشت ($p<۰۵/۰$) (جدول ۱). رقم بهرنگ (۳۵ میلی گرم در کیلوگرم) نسبت به رقم یاواروس (۳۲ میلی گرم در کیلوگرم) محتوای روی بیشتری در دانه گندم داشت. مارالیان و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادندکه بین عملکرد دانه و صفات کیفی یک رابطه معکوس وجود دارد، به طوری که در صورت افزایش عملکرد گندم، میزان روی کاهش می یابد. برهمکنش رقم و روی بر میزان روی در دانه گندم معنی دار بود ($p<۰۵/۰$) (جدول ۱). بیشترین محتوای روی در دانه گندم مربوط به سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی و رقم بهرنگ (۴۴/۵۰ میلی گرم در کیلوگرم) بود. کمترین محتوای روی در دانه گندم در سطح صفر میلی گرم بر کیلوگرم روی و رقم بهرنگ (۷۲/۲۰ میلی گرم در کیلوگرم) مشاهده شد که تفاوت معنی داری با سطح بدون

روی و رقم یاواروس (۲۸/۲۳ میلی گرم در کیلوگرم) نداشت. برهمکنش کودهای آلی و نیتروژن و رقم، همچنین بر همکنش کودهای آلی و نیتروژن و رقم و روی بر این صفت معنی دار نبودند ($p>0/05$) (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین مربعات محتوای روی و نیتروژن در دانه گندم تیمارهای آزمایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه گندم	روی
تکرار	۲	۲۰۶/۰ ns	۸۱/۵۴۵ **
رقم	۱	۹۰۵/۳۱ **	۳۴/۵۸۳ **
روی	۲	۸۵۴/۲۰ **	۶۲/۱۰۸۳ **
رقم × روی	۲	۲۹۸/۴ *	۹۵/۲۸۰ **
کود	۵	۲۷۲/۳۳ **	۹۶/۳۴۹ **
کود × رقم	۵	۵۸۳/۷ **	۳۴/۲۱۵ **
روی × کود	۱۰	۰۴۶/۲ *	۸۵/۷۶ ns
رقم × روی × کود	۱۰	۶۷۷/۱ ns	۹۲/۷۴ ns
خطا	۷۰	۲۲/۱	۹۰/۳۹

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد



به ترتیب نیتروژن، بدون کود، N۱۵۰, C۰, MWC, VC, SM, CM :.شکل۱- تاثیر کودهای آلی و نیتروژن بر عملکرد دانه گندم دوروم در سطح۵درصددارای LSD کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین های با حروف مشابه بر اساس آزمون .اختلاف معنی دار نمی باشند

نتیجه گیری

به طور کلی کودهای آلی تاثیر معنی داری بر عملکرد و میزان روی در دانه گندم داشت. لذا کاربرد کودهای آلی به عنوان سیستم مدیریتی صحیح و منطقی علاوه بر صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی و جلوگیری از اثرات زیان آور آنها، توازن تغذیه ای را در گیاه بهبود می بخشد. روی نیز اثر معنی داری بر میزان روی در دانه گندم داشت. احتمالا اسیدیته بالا، شرایط آهکی و پایین بودن غلظت روی در خاک باعث شده که پاسخ گیاه به روی مثبت باشد. در کل کودهای آلی علاوه بر تاثیر قابل توجهی که بر اصلاح خصوصیات فیزیکی- شیمیایی و فعالیت زیستی خاک دارند، دارای عناصر نظیر روی، آهن، مس و منگنز نیز می باشند که برای گیاهان مفید هستند لذا می توان به کشاورزان استفاده از کودهای آلی را توصیه کرد.

منابع

ثواقبی فیروزآبادی، غ. ر.، م. ج. ملکوتی و م. مغراردلان. ۱۳۸۲. اثر سولفات روی و غلظت روی بذر بر پاسخ های گیاه گندم در خاک آهکی. مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۴۵. ۴۰۲-۳۷۹

شهسواری، ن. و م. صفاری. ۱۳۸۴. اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم در کرمان. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۶۶. صفحه ۸۷ - ۸۲.

رسولی، ف. و م. مفتون. ۱۳۸۹. اثر باقیمانده دو ماده آلی با و یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. نشریه آب و خاک. جلد ۲۴. صفحه ۲۷۳ - ۲۶۲.
مارالیان، ح.، ر. طالشمیکائیل، ک. شهبازی و م. ترابی گیگلو. ۱۳۸۷. اثر محلول پاشی آهن و روی در بهبود خصوصیات کمی و کیفی دانه سه رقم گندم. مجله پژوهش کشاورزی. جلد ۶. صفحه ۵۹ - ۴۷.
ملکوتی، م. و ج. سپهر. ۱۳۸۲ . تغذیه بهینه دانه های روغنی گامی موثر در نیل به خود کفایی روغن در کشور. انتشارات خانیران. ۴۵۲ص.
نادری، ر. ا.، ا.، بیژن زاده، م. نجفی و ع. ر.، کاظمینی. ۱۳۹۱. تاثیر کودهای آلی و نیتروژن بر رشد و محتوای عناصر دو رقم گلرنگ. خلاصه مقالات اولین کنگره ملی خاک و کشاورزی پایدار ملایر، ایران.
Jamsom, M., S. Galeshi, M.H. Pahlavani and E. Zeinali.۲۰۰۹. Evaluation of zinc foliar application on yield components, grain yield and grain quality of tow soy bean cultivar in summer cultivation. Journal of Plant Production. ۱۶:۱۷-۲۸.
Eghbal, B., B. D. Ginting and J. E. Gilley.۲۰۰۴ .Residual effects of manure and application on corn production and soil properties.Agronomy Journal.۹۶ : ۴۴۲ - ۴۴۷.
Khoshgoftramanesh, A. H., and M. Kalbasi. ۲۰۰۲. Effect of municipal waste leachate on soil properties and growth and yield of rice. Communications in Soil Science and Plant Analysis.۳۳ : ۲۰۱۱ - ۲۰۲۰.
Neeson, R. ۲۰۰۴. Organic processing tomato production.NSW Agriculture.Agfact. H. ۸. ۳. ۶.
Naderi, R. and E. Bijanzadeh (۲۰۱۴).Organic amendments and nitrogen effects on growth and chemical composition of two cultivars of safflower.Australian Journal of Crop Science. Australia Journal of Crop Science.۸ (۴) : ۵۷۷ - ۵۸۱.
Rulkens, W.H. and P.J.W. Ten Have. ۱۹۹۴. Single and combined effect of bio-organic and inorganic fertilizers on yield of sunflower and soil properties under rain fed condition. advanced Plant Science. ۵ : ۱۶۱ - ۱۶۷.

Abstract

To investigate the effect of organic fertilizers on grain yield and zinc absorption, a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted at College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University. Factors included : urea (۱۵۰ kg N ha^{-1}), municipal waste compost (۵۰ tons ha^{-1}), vermicompost (۵۰ tons ha^{-1}), sheep manure (۵۰ tons ha^{-1}), cattle manure (۵۰ tons ha^{-1}) and control (no fertilizer), Zinc (۰, ۱۰ and ۲۰ mg kg^{-1}) and two rapeseed cultivars (Sarigol and RGS). In the second year of the study, durum wheat cultivars (Behrang, Yavarus) were sown in the same pots as the first year of the study. Our results showed that application of Sheep manure increased wheat grain yield (۵.۷۱gpot^{-1}). Zinc also had an increasing effect on wheat yield and Zn^{++} content in wheat grain ($p<۰.۰۵$). In general, there ideal effects of organic fertilizers , such as sheep manure should be considered as a source for the supply of plant nutrients.

تأثیر جیبرلیک اسید و نیتروژن در شرایط شور بر عناصر غذایی پرمصرف دانهال‌های پسته رقم قزوینی

فریبا خالقی [۱]، وحید مظفری [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج)رفسنجان

چکیده
به‌منظور بررسی اثر جیبرلیک اسید و نیتروژن بر عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم پسته (رقم قزوینی) تحت تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل سه سطح شوری (۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)، سه سطح نیتروژن (۰، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع نیترات آمونیوم) و سه سطح جیبرلیک اسید (۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند. نتایج این آزمایش نشان داد، با افزایش شوری غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی و ریشه کاهش یافت، لیکن با کاربرد نیتروژن و با مصرف جیبرلین غلظت این عناصر افزایش یافت.

واژه های کلیدی: پتاسیم، فسفر، نیتروژن، اندام هوایی

مقدمه
در حال حاضر بالغ بر ۴۷۰ هزار هکتار باغ پسته (*Pistacia vera* L.) بارور و غیربارور در کشور وجود دارد که بیش از ۷۰ درصد از این باغ‌ها در استان کرمان واقع شده است (دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات، ۱۳۹۰). شوری یکی از مهم‌ترین مشکلاتی است که کشت محصولات کشاورزی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک محدود می‌کند، گرچه ایران مهم‌ترین تولیدکننده پسته در دنیاست، اما عملکرد آن در خیلی از مناطق پائین است. اکثر باغ‌های پسته با آب‌های شور و با کیفیت پائین آبیاری می‌شوند (Hojjat Nooghi and Mozafari, ۲۰۱۲). نیتروژن از جمله عناصر پر مصرف است که در تغذیه باغ‌های پسته نقش مهمی را ایفا می‌نماید (حسینی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۳). این عنصر جهت رشد طبیعی گیاهان مورد نیاز است و عنصری است که در تغذیه گیاهان مناطق خشک و نیمه‌خشک نقش بسیار مهمی دارد. پژوهشگران دریافته‌اند که با استفاده از تنظیم‌کننده‌های زیستی، رشد و تحمل به شوری در بسیاری از گیاهان زراعی افزایش می‌یابد (Haleem and mohammed, ۲۰۰۷). از آن‌جا که طبق تحقیقات انجام شده، تولید و فعالیت هورمون‌های گیاهی تحت تأثیر عوامل طبیعی و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه قرار گرفته و نیتروژن مهم‌ترین تأثیر را بر تولید و انتقال جیبرلیک اسید به اندام‌های هوایی گیاه دارد، لذا در این پژوهش تأثیر جیبرلیک اسید و نیتروژن بر عناصر غذایی پرمصرف دانهال‌های پسته (رقم قزوینی) در شرایط شور مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
آزمایش در شرایط گلخانه‌ای و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان انجام شد. تیمارها شامل سه سطح شوری (۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)، سه سطح نیتروژن (۰، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع نیترات آمونیوم) و سه سطح جیبرلیک اسید (۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند. خاک مورد استفاده از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری از یکی از مناطق پسته خیز استان کرمان که از نظر شوری در حد پایینی بود، انتخاب و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله pH در خمیر اشباع به‌وسیله الکترود شیمیایی (۶۳/۷)، بافت (لوم شنی)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع با استفاده از دستگاه EC متر (۱ دسی‌زیمنس بر متر)، فسفر قابل استفاده به روش اولسن (۶۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، غلظت پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و غلظت نیتروژن کل به روش کجلدال (۰۱۸/۰ درصد) تعیین گردید. ر مقدار چهار کیلوگرم خاک مورد نظر داخل گلدان‌های پلاستیکی ۵ لیتری ریخته و در هر گلدان تعداد ۵ بذر جوانه‌زده در عمق ۳ سانتی‌متری خاک کشت و آبیاری گلدان‌ها به‌وسیله آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت مزرعه همراه با توزین مرتب آن‌ها صورت گرفت. تیمارهای نیتروژن ۳ هفته پس از کشت، به‌صورت محلول با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه شد. تیمارهای شوری پس از استقرار کامل نهال‌ها (۵ هفته پس از کشت) به‌صورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه شد. هم‌چنین تیمارهای جیبرلیک اسید به‌صورت محلول‌پاشی پس از اعمال تیمار شوری در سه نوبت و به فواصل زمانی یک هفته اعمال گردید. . پس از عصاره‌گیری عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندازه‌گیری شدند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال پنج درصد آماری صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثرات متقابل سه‌گانه شوری، نیتروژن و جیبرلیک اسید بر غلظت عناصر نیتروژن گیاه، فسفر و پتاسیم اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته معنی‌دار گردید.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن گیاه	فسفر اندام هوایی	فسفر ریشه	پتاسیم اندام هوایی	پتاسیم ریشه
شوری	۲	۲۷/۰ ns	۹۹/۲ **	۷۲/۰ **	۰۶/۰ **	۰۱/۰ **
نیتروژن	۲	۱۸/۱۵ **	۱۶/۲ **	۲۳/۱ **	۱۱/۰ **	۱۳/۰ **
جیبرلیک اسید	۲	۹۷/۲ **	۲۷/۰ **	۴۱/۰ **	۳۳/۰ **	۱۰/۰ **
شوری*نیتروژن	۴	۸۴/۱ **	۴۲/۰ **	۰۸/۰ **	۰۲/۰ **	۰۲/۰ **
شوری*جیبرلیک اسید	۴	۳۰/۰ ns	۳۵/۰ **	۵۰/۰ **	۰۲/۰ **	۱۶/۰ **
جیبرلیک اسید*نیتروژن	۴	۱۲/۲ **	۲۵/۰ **	۲۵/۰ **	۱۷/۰ **	۱۶/۰ **
جیبرلیک اسید*نیتروژن*شوری	۸	۵۴/۱ **	۲۷/۰ **	۲۶/۰ **	۰۵/۰ **	۰۱/۰ **
خطا	۵۴	۱۳/۰	۰۰۵/۰	۰۱/۰	۰۰۱/۰	۰۰۰۹/۰
ضریب تغییرات (درصد)		۱۰/۱۲	۷۵/۳	۹۰/۲۰	۸۷/۳	۶۶/۳

ns، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد آماری

نیتروژن گیاه

همان‌گونه که مشاهده می‌شود (جدول ۲)، در شرایط غیرشور، همان‌طور که انتظار می‌رفت با افزایش غلظت نیتروژن محیط کشت به ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، غلظت نیتروژن برگ حدود ۵۳ درصد افزایش یافت و افزایش جیبرلیک اسید در حضور آخرین سطح نیتروژن، تأثیر معنی‌داری در افزایش غلظت نیتروژن نداشت. اما هنگامی‌که محیط کشت با ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک شور شد بالاترین غلظت نیتروژن با حضور ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و محلول‌پاشی ۵۰۰ میلی‌گرم جیبرلیک اسید در لیتر به‌دست آمد و نسبت به شرایط غیرشور، بیش از ۶۴ درصد غلظت نیتروژن را افزایش داد، اما با شورشدن محیط در سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، بیشترین درصد نیتروژن در حضور ۷۵ میلی‌گرم نیتروژن و ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به‌دست آمد.

جدول ۲- مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری، نیتروژن و جیبرلیک اسید بر میزان نیتروژن گیاه (درصد) دانهال‌های پسته رقم قزوینی

شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)	نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	جیبرلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر) ۰	۲۵۰	۵۰۰
۰	۰	۳۰/۲ g-j	۰۵/۳ def	۰۲/۲ ij
۰	۷۵	۷۰/۲ c-i	۷۶/۳ bc	۵۸/۳ bcd
۰	۱۵۰	۵۳/۳ bcd	۱۱/۴ b	۹۵/۲ d-g
۱۰۰۰	۰	۲۶/۱ k	۲۵/۳ cde	۱۵/۲ hij
۱۰۰۰	۷۵	۵۰/۲ f-j	۳۳/۳ cde	۱۷/۲ hij
۱۰۰۰	۱۵۰	۹۳/۳ bc	۲۶/۳ cde	۸۶/۴ a
۲۰۰۰	۰	۱۳/۱ k	۸۹/۱ j	۴۸/۲ f-j
۲۰۰۰	۷۵	۰۰/۳ def	۷۲/۴ a	۹۹/۲ def
۲۰۰۰	۱۵۰	۹۰/۳ bc	۸۲/۲ e-h	۳۳/۳ cde

. میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

فسفر

همان‌گونه که از جدول ۳ مشاهده می‌شود در شرایط غیر شور، افزایش نیتروژن و یا جیبرلیک اسید به محیط کشت، غلظت فسفر اندام هوایی را با افزایش معنی‌داری مواجه ساخت ولی مصرف توأمان ۷۵ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۲۵۰ میلی‌گرم جیبرلیک اسید در لیتر باعث افزایش دو برابری غلظت فسفر اندام هوایی شد، ولی در شرایط با شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک بیشترین غلظت فسفر در همان سطح مصرف ۷۵ میلی‌گرم نیتروژن و ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید و هم‌چنین سطح ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به‌دست آمد. این در حالی به‌دست آمد که در شرایط با شوری ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک مصرف آخرین سطح نیتروژن و جیبرلیک اسید نه تنها باعث افزایش غلظت فسفر اندام هوایی نشد، بلکه غلظت فسفر اندام هوایی را نسبت به شاهد در همین سطح شوری با کاهش مواجه ساخت. اما در ریشه

بیشترین غلظت فسفر در شرایط با شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک با مصرف ۷۵ میلی‌گرم نیتروژن و ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید حاصل شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری، نیتروژن و جیبرلیک اسید بر میزان فسفر اندام هوایی و ریشه (درصد) دانهال‌های پسته رقم قزوینی

شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)	نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	جیبرلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر)		
		۰	۲۵۰	۵۰۰
		فسفر اندام هوایی (درصد)		
۰	۰	۷۵/۰^{j}	۲۳/۱^{h}	۵۷/۱^{g}
۰	۷۵	۸۴/۱^{ef}	۵۲/۲^{a}	۹۵/۱^{cde}
۰	۱۵۰		۵۴/۱^{g}	۸۶/۱^{ef}
۱۰۰۰	۰		۹۰/۱^{def}	۶۶/۱^{g}
۱۰۰۰	۷۵	۰۶/۱^{i}	۵۱/۲^{a}	۰۲/۲^{cd}
۱۰۰۰	۱۵۰	۶۴/۱^{g}	۰۱/۲^{cd}	۴۹/۲^{a}
۲۰۰۰	۰	۲۲/۲^{b}	۸۱/۱^{f}	۰۴/۲^{c}
۲۰۰۰	۷۵	۳۳/۲^{b}	۶۱/۲^{a}	۵۱/۲^{a}
۲۰۰۰	۱۵۰	۵۶/۲^{a}	۲۸/۲^{b}	۹۵/۱^{cde}
		۰۸/۲^{c}		
		۲۰/۲^{b}		
			فسفر ریشه (درصد)	
۰	۰	۴۰/۰^{ghi}	۱۱/۰^{j}	۲۵/۰^{ij}
۰	۷۵	۳۴/۰^{hij}	۰۴/۱^{bcd}	۴۹/۰$^{f-i}$
۰	۱۵۰	۳۵/۰^{hij}	۹۹/۰^{cd}	۴۰/۰^{ghi}
۱۰۰۰	۰	۴۰/۰^{ghi}	۲۶/۰^{ij}	۴۶/۰$^{f-i}$
۱۰۰۰	۷۵	۴۰/۰^{ghi}	۵۲/۱^{a}	۶۱/۰^{efg}
۱۰۰۰	۱۵۰	۲۳/۰^{ij}	۹۳/۰^{cd}	
۲۰۰۰	۰	۴۶/۰$^{f-i}$	۵۸/۰$^{e-h}$	۹۶/۰^{cd}
				۶۷/۰^{ef}
۲۰۰۰	۷۵	۸۱/۰^{de}	۵۶/۰$^{e-h}$	۱۰/۱^{bc}
۲۰۰۰	۱۵۰	۱۶/۱^{bc}	۶۹/۰^{ef}	۲۸/۱^{b}

. میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

پتاسیم

همان‌گونه که از جدول ۴ مشاهده می‌شود، شور و شورتر شدن محیط کشت (۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) باعث افزایش به ترتیب ۶۲ و ۹۴ درصدی غلظت پتاسیم اندام هوایی دانهال‌های پسته شد، این در حالی اتفاق افتاد که هیچ مصرف نیتروژن و یا جیبرلیک اسیدی صورت نگرفت، ولی در محیط غیرشور، مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم جیبرلیک اسید به تنهایی، غلظت پتاسیم اندام هوایی را بیش از ۳ برابر افزایش داد البته مصرف نیتروژن به تنهایی نیز باعث افزایش دو برابری غلظت پتاسیم شد، در شرایطی که محیط با ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک شور شد تأثیر جیبرلیک اسید و یا نیتروژن به تنهایی با هم برابر گشت و هر دو حدود ۳۰ درصد غلظت پتاسیم را افزایش دادند، ولی مصرف توأمان این دو تیمار (۷۵ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵۰۰ میلی‌گرم جیبرلیک اسید در لیتر) باعث افزایش ۵۸ درصدی غلظت پتاسیم اندام هوایی شد. در ریشه نیز با افزایش ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک و عدم حضور نیتروژن و جیبرلیک اسید، غلظت پتاسیم ریشه مانند اندام هوایی حدود ۵۵ درصد افزایش یافت ولی با افزایش شوری به ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، افزایش بیشتری در غلظت پتاسیم ریشه مشاهده نگردید، لیکن مصرف به تنهایی جیبرلیک اسید و یا نیتروژن هم در شرایط شور و هم غیرشور باعث افزایش غلظت پتاسیم ریشه شد، که این امر در شرایط غیرشور بیشتر چشمگیر بود، به‌طوری‌که مصرف به تنهایی جیبرلیک اسید (۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در شرایط غیرشور، غلظت پتاسیم ریشه را نزدیک به ۵/۲ برابر افزایش داد و با مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن به تنهایی باعث افزایش ۶۶ درصدی غلظت پتاسیم ریشه شد. با این حال مشابه اندام هوایی تأثیر این دو تیمار در شرایط شور بر روی غلظت پتاسیم، مشابه هم شد و باعث افزایش ۴۰ تا ۵۰ درصدی غلظت پتاسیم ریشه گشت.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری، نیتروژن و جیبرلیک اسید بر میزان پتاسیم اندام هوایی و ریشه (درصد) دانهال‌های پسته رقم قزوینی

شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)	نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	جیبرلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر)		
		۰	۲۵۰	۵۰۰
		پتاسیم اندام هوایی (درصد)		
۰	۰	۳۴/۰^{k}	۵۳/۰^{j}	۰۹/۱^{a}
۰	۷۵	۶۲/۰^{i}	۹۳/۰^{de}	۸۵/۰^{f}
۰	۱۵۰		۰۰/۱^{bc}	۷۷/۰^{gh}
۱۰۰۰	۰		۹۳/۰^{e}	۸۶/۰^{f}
۱۰۰۰	۷۵	۸۲/۰^{fg}	۹۹/۰^{bcd}	۹۸/۰^{cde}
۱۰۰۰	۱۵۰	۵۵/۰^{j}	۸۴/۰^{f}	۷۶/۰^{h}
۲۰۰۰	۰	۷۲/۰^{h}	۹۶/۰^{cde}	۸۵/۰^{f}
۲۰۰۰	۷۵	۹۷/۰^{cde}	۹۴/۰^{cde}	۰۴/۱^{ab}
۲۰۰۰	۱۵۰	۶۶/۰^{i}	۹۵/۰^{cde}	۷۵/۰^{h}
		۷۶/۰^{h}		
		۸۵/۰^{f}		
		پتاسیم ریشه (درصد)		
۰	۰	۴۴/۰^{l}	۵۷/۰^{k}	۰۹/۱^{a}
۰	۷۵	۶۵/۰^{j}	۰۶/۱^{a}	۰۰/۱^{b}
۰	۱۵۰	۷۳/۰^{hi}	۸۳/۰^{ef}	۹۰/۰^{cd}
۱۰۰۰	۰	۶۸/۰^{ij}	۸۱/۰^{efg}	۸۳/۰^{ef}
۱۰۰۰	۷۵	۹۴/۰^{c}	۸۵/۰^{de}	۷۵/۰^{gh}
۱۰۰۰	۱۵۰	۹۳/۰^{c}	۹۴/۰^{c}	
۲۰۰۰	۰	۶۳/۰^{j}	۸۱/۰^{efg}	۷۹/۰^{fg}
				۹۴/۰^{c}
۲۰۰۰	۷۵	۸۵/۰^{e}	۰۱/۱^{b}	۶۴/۰^{j}
۲۰۰۰	۱۵۰	۹۵/۰^{c}	۰۴/۱^{ab}	۷۵/۰^{gh}

. میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

نتایج پژوهش نجفی و تقی‌زاده (۱۳۹۲) بر روی گیاه یونجه نشان داد که بالابردن غلظت جیبرلیک اسید سبب افزایش میزان نیتروژن برگ‌ها می‌شود. عنصر نیتروژن به واسطه تحریک بیوسنتز سیتوکینین و صدور آن از ریشه به بخش‌های هوایی گیاه سبب افزایش تقسیمات سلولی و متعاقب آن افزایش ارتفاع، تعداد پنجه و سطح برگ در گیاه برنج می‌شود. از دلایل افزایش پنجه توسط نیتروژن، تأثیر غیر مستقیمی است که نیتروژن به واسطه‌ی سیتوکینین بر هورمون جیبرلین دارد. به این ترتیب که سیتوکینین موجب تکثیر و افزایش بخش‌های انتهایی شاخه‌ها و برگ‌های جوان می‌شود که محل سنتز جیبرلین هستند (Marschner, ۱۹۹۵). محققان گزارش کردند شوری باعث افزایش غلظت فسفر در ریشه و بخش هوایی در گیاه پسته شد، این محققین هم‌چنین اشاره کردند، از آنجا که با افزایش شوری، سطح و وزن خشک برگ کاهش یافت، در نتیجه تحت اثر رقت، غلظت فسفر در بخش هوایی و ریشه افزایش پیدا نمود (اسداللهی و مظفری، ۱۳۹۱). محققان مشاهده کردند که رابطه بین غلظت نیتروژن و فسفر برگ در پسته نشان‌دهنده وجود رابطه معکوس بین غلظت این دو عنصر در برگ این گیاه است (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۱). جیبرلین به عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی با بالا بردن تقسیم سلولی و توسعه جوانه انتهایی و جانبی باعث افزایش جذب مواد غذایی می‌گردد، چرا که در زمان تقسیم سلولی نیاز بیشتری به مواد غذایی وجود دارد (Shah et al., ۲۰۰۶). پژوهش‌گران دریافتند غلظت پتاسیم اندام هوایی با افزایش شوری در گیاه پسته افزایش یافت، درحالی‌که غلظت پتاسیم ریشه با افزایش شوری کاهش پیدا کرد (Zadsalehimasouleh et al., ۲۰۱۴). نتایج محققان نشان داد که در شرایط تنش شوری، کاربرد جیبرلین موجب افزایش غلظت پتاسیم در اندام هوایی گیاه گندم از طریق نقش جیبرلین در تسهیم پتاسیم و سدیم بین اندام هوایی و ریشه گیاهان می‌شود (Iqbal and Ashraf, ۲۰۱۰).

منابع

اسداللهی، ز. و مظفری، و. ۱۳۹۱. تأثیر شوری و منگنز بر رشد و ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته (*Pistacia vera* L.) در محیط کشت پرلیت. مجله علوم و فنون کشت‌ها گلخانه‌ای. سال سوم. شماره دوازدهم. صفحات ۱۳ تا ۲۷.

حسینی‌فرد، ج.، حیدری‌نژاد، ا.، ارشادی، م. ا. و صالحی، ف. ۱۳۸۳. شناسایی نیاز رژیم غذایی پسته در روش دریس. مؤسسه تحقیقات پسته. صفحه ۱۹.

دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۰. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. تهران. ایران.

محمدی محمدآبادی، ا.، علیپور، ح. و غفاری موفق، ف. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و دور آبیاری بر صفات کمی و کیفی پسته در منطقه کرمان. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. جلد نوزدهم. شماره اول. صفحات ۱۷ تا ۴۲.

نجفی، ف. و تقی‌زاده، ز. ۱۳۹۲. بررسی اثرات برهم‌کنش جیبرلیک اسید و کلر و کادمیوم بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه یونجه (*Medicago Sativa* L.). همایش ملی پژوهش‌های محیط زیست ایران. همدان.

Haleem, A. and Mohammed, M. ۲۰۰۷. Physiological aspects of Mungbean plant (Vigna radiateL. wilczek) in response to salt stress and gibberellic acid treatment. journal of agriculture and biological sciences, ۳: ۲۰۰-۲۱۳.

Hojjat Nooghi, F. and Mozafari, V. ۲۰۱۲. Effects of calcium on eliminating the negative effects of salinity in pistachio (*Pistacia vera* L.) seedlings. Australian Journal of Crop Science, ۶: ۷۱۱-۷۱۶.

Iqbal, M. and Ashraf, M. ۲۰۱۰. Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning. Photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. Environmental and Experimental Botany, ۸۶: ۷۶-۸۵.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of higher Plants. Academic press London.

Shah, SH., Ahmad, I. and Samiullah, I. ۲۰۰۶. Effect of gibberellic acid spray on growth, nutrient uptake and yield attributes during various growth stage of black cumin (*Nigella sativa* L.). Asian Journal of Plant Sciences, ۵: ۸۸۱-۸۸۴.

Zadsalehimasouleh, F., Mozafari, V., Tajabadipour, A. and Hokmabadi, H. ۲۰۱۴. Pistachio responses to salt stress at varied levels of magnesium. Journal of Plant Nutrition. ۳۷: ۸۸۹-۹۰۶.

Abstract

In order to evaluate the effect of nitrogen and acid gibberellic on macronutrients concentration in seedlings pistachio (Cv. Qazvini) under salt stress, a factorial experiment in a completely randomized design with three replications. Treatments consisted of three levels of salinity (۰, ۱۰۰۰ and ۲۰۰۰ mg of sodium chloride per kg of soil), three levels of nitrogen (۰, ۷۵ and ۱۵۰ mg per kg of ammonium nitrate source) and three acid gibberellic levels (۰, ۲۵۰ and ۵۰۰ mg per liter). The results showed with increasing salinity decreased nitrogen, phosphorus and potassium concentrations shoots and roots, but using nitrogen and gibberellin consumption concentrations of these nutrients

بررسی تاثیر کود نیتروژن و محلول‌پاشی بُر بر برخی پارامترهای مورفولوژی گیاه کینوا (*Chenopodium* **willd** *Quina*.)

هایده کیانیان [۱]، عطاا.. سیادت [۲]، عبدالرضا سیاهپوش [۲]، محمدرضا مرادی تلاوت [۲]، نیازعلی سپهوند [۳]
۱.دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان ۲. عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان ۳. عضو هیئت علمی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر

چکیده
به منظور بررسی تاثیر کود نیتروژن و محلول‌پاشی بُر، بر روی برخی صفات مورفولوژی کینوا، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور کود نیتروژن در چهار سطح ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی بُر با غلظت ۳ در هزار در دو مرحله غنچه‌دهی و گلدهی و عدم محلول‌پاشی انجام شد. نتایج نشان داد افزایش نیتروژن سبب افزایش تعداد شاخه، ارتفاع بوته، LAI و عملکرد ماده خشک گردید. تاثیر مراحل مختلف محلول‌پاشی بر صفات مورد بررسی به جز عملکرد ماده خشک، غیرمعنی‌دار بود. در نهایت بهترین تیمار برای صفات مورد نظر مربوط به سطح نیتروژن ۳۰۰ و محلول‌پاشی بود.

کلمات کلیدی: کینوا، محلول‌پاشی بُر، نیتروژن

مقدمه
بخش وسیعی از کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرارگرفته است. در این مناطق به علت تبخیر فراوان (حدود ۲۰۰۰ میلیمتر در سال)، بارندگی کم (حدود ۲۵۰ میلیمتر در سال) و کیفیت نامناسب آب‌های زیرزمینی، خاک‌ها به سمت شور شدن پیش می‌روند (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷). کمبود منابع آبی، شور شدن اراضی کشاورزی، تغییر اقلیم و روند افزایشی رشد جمعیت لزوم مطالعه بر روی گونه‌های جدید سازگار با شرایط حاضر، در عین حال با عملکرد قابل قبول را نمایان می کند.
کینوا یک گیاه مقاوم به خشکی است که می‌تواند نقش مهمی را در ریشه‌کنی گرسنگی، سوءتغذیه و ایجاد امنیت غذایی ایفا کند .طبق گزارش سایت آماری فائو طی سال های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۰ سطح زیر کشت و کل تولید این گیاه در کشورهای عمده تولیدکننده مانند بولیوی و پرو تقریباً دو و سه برابر گذشته است. همچنین، در حال حاضر تولید کینوا در ۷۰ کشور دنیا از جمله هند، فرانسه، انگلستان، سوئد و... گسترش یافته است (گلبافت،۱۳۹۲).
کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa* Willd. بومی مناطق کوهپایه‌ای آند در آمریکای جنوبی است (ماتیاسویچ[۱۲۵] و همکاران، ۲۰۰۶). دانه کینوا قدمت ۵۰۰۰ هزار ساله دارد و در تمدن روستایی اینکاها با نام «دانه مادر» مقدس تلقی می‌شد (لیلیان[۱۲۶]، ۲۰۰۹). کینوا گیاهی سازگار به شرایط صحرایی و آب و هوای گرم و خشک با محدوده دمایی ۴- تا ۳۸ درجه‌سانتی‌گراد است و عملکرد قابل قبولی حتی در بارش‌های ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌متر نیز خواهد داشت (بی نام[۱۲۷]،۲۰۱۱). همچنین این گیاه متحمل به طیف گسترده‌ای از شرایط اسیدی خاک در محدوده ی pH=۶-۵/۸ در شرایط خاک‌های ضعیف با شوری متوسط و سطح اشباع کم است (بی‌نام، ۱۹۸۹).
در پژوهش‌های انجام شده گیاه کینوا تاثیر خوبی نسبت به کود نیتروژن از خود نشان داده است؛ ارلی[۱۲۸] و همکاران(۲۰۰۳) دریافتند عملکرد دانه کینوا تا ۱۹۴% نسبت به تیمار شاهد که بدون کود نیتروژن بود، افزایش یافت. گوما[۱۲۹](۲۰۱۳) مشاهده کرد که کود نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی و روند سوخت و ساز گیاه کیتوا و همچنین افزایش تجمع ماده خشک می‌شود. شمس(۲۰۱۲) در آزمایش خود بر روی این گیاه مشاهده کرد که در تیمار ۳۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، بیشترین ارتفاع بوته، عملکرد دانه در واحد بوته، عملکرد دانه در هکتار، عملکرد بیولوژیکی و راندمان مصرف آب بدست‌آمد.
در آزمایش که توسط عزیزی و همکاران صورت گرفت (۱۳۹۰) مشاهده شد که اثر کاربرد محلول‌پاشی بُر بر روی کلزا معنی‌دار نشد. نتایج حاصل از آزمایشی که بر روی گیاه سویا نشان داد که غلظت‌های ۲ و ۴ در هزار محلول‌پاشی بُر اثر معنی‌داری بر روی ایجاد شاخه‌های فرعی نسبت به تیمار شاهد شد (حسین‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). هدف انجام این تحقیق عبارت بود ازبررسی تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و محلول‌پاشی بُر و اثرات متقابل آن‌ها بر برخی پارامترهای مورفولوژی گیاه کینوا و بهترین ترکیب تیمار کودی که منجر به افزایش این پارامترها می گردد.

---
[۱۲۵] Matiacevich
[۱۲۶] Lilian
[۱۲۷] Anonymous
[۱۲۸] Erley
[۱۲۹] Goma

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز و در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه با ارتفاع ۲۰ متری از سطح دریا واقع شده است.

به منظور آماده‌سازی زمین، در نیمه اول مهرماه مزرعه آبیاری شد؛ پس از رسیدن رطوبت خاک به ظرفیت زراعی مزرعه، شخم به وسیله گاوآهن برگردان‌دار و پس از آن دو دیسک عمود انجام شد. سپس مقادیر مناسب کودهای فسفر با توجه به آزمون خاک به صورت پایه داده شد. کود نیتروژن به صورت سرک و به میزان یک سوم به صورت پایه و مابقی در مرحله ۵-۴ برگی و گلدهی به گیاه داده شد (طاووسی و سپهوند، ۱۳۹۱)، سپس طرح در آن اجرا شد.

آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور کود نیتروژن در چهار سطح ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی بُر با غلظت ۳ در هزار در دو مرحله غنچه‌دهی و گلدهی و عدم محلول‌پاشی، در کرت‌های فرعی، در چهار تکرار بررسی شد. به منظور کاشت بذور کینوا بر اساس تراکم ده بوته در متر مربع (اسپهار[۱۳۰] و همکاران،۲۰۰۹)، ابتدا بذور به صورت خطی در محل داغاب پشته کشت شد؛ پس از ظهور گیاه در مزرعه اقدام به واکاری شد. در مرحله دو برگی تنک‌کاری و ایجاد تراکم مطلوب در واحد سطح انجام و مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی و از زمان کاشت انجام گرفت.

پس از رسیدگی، تعدا بوته‌های موجود در یک متر مربع از دو خط میانی برداشت و صفات مربوطه اندازه‌گیری شد. همچنین به منظور محاسبه LAI نمونه برداری در مرحله گلدهی و با رعایت اثر حاشیه از خطوط نمونه‌برداری صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار sas و رسم نمودارها از نرم‌افزار Exel استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها مشخص نمود برهمکنش کود نیتروژن و محلول‌پاشی بُر در هیچ یک از صفات مورد بررسی به جز عملکرد ماده خشک معنی‌دار نبود (جدول ۱). در هر سطح نیتروژن اختلاف معنی داری در مراحل مختلف محلول‌پاشی وجود نداشت. عملکرد ماده خشک تنها در مرحله گلدهی و در سطح نیتروژن ۳۰۰ دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بود. عزیزی و همکاران (۱۳۹۰) نیز در آزمایش خود افزایش ماده خشک در نتیجه مصرف بُر را گزارش دادند؛ نتایج حاصل با بررسی‌های برنان (۲۰۰۱) مطابقت دارد. تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین ها برای ارتفاع، تعداد شاخه، LAI و عملکرد ماده ی خشک اختلاف معنی داری را بین سطوح کود نیتروژن نشان داد؛ بطوریکه بیشترین مقدار برای این صفات در تیمار کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد. این نتایج با یافته های کوهکن و فتون (۱۳۹۰)، ارلی و همکاران (۲۰۰۳)، گوما (۲۰۱۳) مطابقت دارد. این در حالیست که افزایش نیتروژن تا حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش تعداد شاخه و سپس کاهش غیر معنی دار شد. در این آزمایش کمترین میانگین برای تمامی صفات مورد بررسی مربوط به تیمار شاهد (صفر) بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی کینوا تحت تاثیر مصرف کود نیتروژن و محلول‌پاشی بُر

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات			
		تعداد شاخه	ارتفاع بوته	LAI	عملکرد ماده خشک
تکرار (R)	۲	۱۶.۲۸	۳۳.۰۴	۰.۰۷	۳۰۳۶۱۵.۴۵
نیتروژن (N)	۳	۱۲۰.۳۰۰۰۰۲	۱۶۰۶.۸۳۰۰۰۰ ۱	۰.۸۸۰۰۰۷	۴۶۷۵۲۸۲۳.۷۲۰۰۰۰ ۱
R*N	۶	۲۴.۳۷	۲۱۵.۹۶	۰.۳۶	۱۱۹۵۵۳۹.۸
محلول‌پاشی بُر (B)	۲	۱۶.۰۱	۲۲.۵۳	۰.۰۴	۲۹۸۴۰۱۸.۹۴۰۰۰۱
N*B	۶	۲۵.۰۹	۱۷۵.۰۶	۰.۰۲	۷۷۶۷۴۶۰.۶۲۰۰۰۴
اشتباه آزمایشی	۱۶	۵۳.۹۵	۵۳۵.۷	۰.۹	۴۱۷۱۳۵۳.۵۴
ضریب تغییرات (درصد)		۶.۹۶	۹.۵۳	۱۹.۶۵	۲۴.۲۲

.توان نشان دهنده سطح معنی‌داری خطاست

[۱۳۰] Spehar

منابع

حسینی ی.، همایی م.، کریمیان ن. و سعادت س. ۱۳۸۷. اثرات فسفر و شوری، غلظت عناصر غذایی و کارایی مصرف آب در کلزا (*Brassica napus L*.). مجله پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد هشتم، شماره ۴.

طاووسی، م. و سپهوند، ن. ۱۳۹۱. بررسی ژنوتیپ‌های مختلف گیاه کینوا از نظر عملکرد و سایر ویژگی‌های فنولوژی در خوزستان. دوازدهمین کنگره ژنتیک ایران، تهران. انجمن ژنتیک ایران.

عزیزی، خ.، نوروزیان، ع.، حیدری، س. و یعقوبی، م. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر محلول‌پاشی روی و بور بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، برخی شاخص‌های رشد، میزان روغن و پروتئین بذر کلزا (*Brassica napu* L.) در شرایط اقلیمی خرم‌آباد. مجله دانش زراعت، سال چهارم، شماره ۵، صفحه‌های ۱ تا ۱۶.

علی‌حسین‌پور، ف.، رفیعی، م. و فرنیا، ا. ۱۳۹۰. بررسی اثر محلول‌پاشی بور بر خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های سویا. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد واحد اهواز، سال سوم، شماره ۱۱، صفحه‌های ۳۳ تا ۴۶.

کوهکن، ه. و مفتون، م. ۱۳۹۰. تاثیر بور و نیتروژن بر رشد و ترکیب اسفناج. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، جلد اول، شماره ۱، صفحه‌های ۱۰۹ تا ۱۱۹.

گلبافت ع. ۱۳۹۲. گیاه کینوا برای مقابله با گرسنگی به کمک برنج می‌آید. مجله دام، کشت و صنعت، شماره ۱۶۳، ۳۲ صفحه.

Anonymous . ۱۹۸۹.,National Research CouncilLost crop of the Incas : Little-known plats of the andes with promise for worldwide cultivation. Washington, DC : The national Academies Press : ۱۴۸-۱۶۱.

Anonymous. ۲۰۱۱. Quinoa : An ancient crop to contribute to world food security. Reginoal office for latin America and the Caribbean, Page ۲۰.

Brennan, R. F. ۲۰۰۱. Residual value of zinc fertilizer for production of wheat. Australian Journal of Experimental Agriculture, ۴۱ : .۵۴۱-۵۴۷

Erley G.S., Kaul H.P., Kruse M. and Aufhammer W. ۲۰۰۳. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocrreals amaranth, quinoa, and buckwheat under differing nitrogen fertilization. Europ. Journal. Agronomy, ۲۲(۲۰۰۵) : ۹۵-۱۰۰

Goma E.F. ۲۰۱۳. Effect of Nitrogen, Phosphorus and biofertilizers on Quinoa plant. Journal of Applied Sciences Research, ۹(۸) : ۵۲۱۰-۵۲۲۲.

Lilian E.A.J. ۲۰۰۹. Chapter ۱, Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*.): composition, chemistry, nutritional and function properties advances in food and nutrition research, Volume ۵۸, page ۲.

Matiacevich S.B., Castellion M.L., Maldonado S.B. and Buera M.P. ۲۰۰۶. Water-depent thermal transition in quinoa embryos. Thermochemical Acta, ۴۴۸(۲).

Shams A.S. ۲۰۱۲. Response of quinoa to nitrogen fertilizer rates under sandy soil conditions. Crop Intensification Research Department(CIRD), Field Crops Research Institute, Agricultural Research Center, Giza, Egypt.

SPEHAR C. R. and ROCHA J.E.S. ۲۰۰۹. Effect of sowing density on plant growth and development of quinoa, genotype ۴.۵, In the Brazilian Savannah Highlands. Biosci. J. Uberlandia. ۲۵(۴) : ۵۳-۵۸.

Abstract

In order to study the effects of nitrogen fertilizer and boron foliar application on some morphological parameters of quinoa, in ۲۰۱۴ a field experiment was conducted at the Ramin agriculture and resources university of Khouzestan. The experiment was a factorial with two factor of nitrogen fertilizer in four level (۰,۱۰۰, ۲۰۰, ۳۰۰ kg.h), and boron foliar at ۳۰۰۰ mg.l$^{-۱}$ in tree level (not- applicable, Heading, flowering). Result show that increasing rate of nitrogen fertilizer, increased branch, height, LAI and TDW. Effect of different stage of boron foliar on our factors was Insignificant, except TDW. The best treatment for thes parameters was observed in ۳۰۰ kg.h nitrogen.

اثر باقیمانده کودهای آلی با روی بر محتوای عناصر پرمصرف و کم مصرف دانه گندم دوروم در کشت تناوبی کلزا و گندم

سمیه مرادنیا [۱]، روح اله نادری [۲]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، ۲- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

چکیده
به منظور بررسی اثر باقیمانده کودهای آلی با روی محتوای عناصر پرمصرف و کم مصرف دانه گندم در کشت تناوبی کلزا و گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال متوالی (۱۳۹۳-۱۳۹۱) در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی داراب، دانشگاه شیراز انجام شد. تیمارهای آزمایش در سال اول شامل: کود اوره (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، کمپوست ضایعات شهری (۵۰ تن در هکتار)، ورمی کمپوست (۵۰تن در هکتار)، کود گوسفندی (۵۰ تن در هکتار)، کود گاوی (۵۰ تن درهکتار) و شاهد (بدون کود) و روی از منبع سولفات روی در سه سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم و دو رقم کلزا (ساری گل و RGS) بودند. در سال دوم دو رقم گندم دوروم (بهرنگ و یاواروس) در گلدانهای تیمار شده سال قبل کشت شدند و هیچ گونه تیمار کود آلی به گلدانها اضافه نشد. نتایج نشان داد تیمار کود گوسفندی نسبت به سایر کودهای آلی، درصد نیتروژن (۲۱/۲ درصد) و غلظت مس (۱۲/۱۲ میلی گرم در کیلوگرم) دانه بیشتری داشته است.
واژه های کلیدی: کمپوست ضایعات شهری، کود گاوی، کود گوسفندی، ورمی کمپوست

.

مقدمه
امروزه اطمینان از تولید مداوم و پایدار فرآورده های غذایی سالم همراه با حفظ محیط زیست موضوع قابل توجهی در علوم مختلف مانند کشاورزی، اکولوژی و محیط زیست بوده و مورد توجه روز افزون کشاورزان و پژوهشگران قرار گرفته است (نیسون، ۲۰۰۴). عابدی و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایشی گزارش کردند که اثرات مثبت کمپوست باعث کاهش استفاده از کودهای شیمیایی می گردد. رسولی و مفتون (۱۳۸۹) بیان نمودند که یکی از مهم ترین خواص کودهای آلی اثر باقیمانده آنهاست. اثرات طولانی مدت مواد آلی باعث بهبود در تولید می شود. جهانبان و لطفی فر (۱۳۹۰) دریافتند که استفاده از کود دامی باعث افزایش جذب عناصر مورد نیاز ذرت (*Zea mays*) شده و به دنبال آن با بهبود شرایط رشد گیاه، عملکرد علوفه تر و خشک نیز افزایش می یابدکمبود عناصر غذایی کم مصرف در گیاهان و محصولات زراعی گسترش جهانی دارد. گزارشات نشان داد ۳۰% خاک های دنیا مبتلا به کمبود روی می باشند (ملکوتی، ۱۳۸۲). در خاکهای ایران به ویژه در استان فارس به علت اسیدیته بالا و آهکی بودن و استفاده نکردن از کودهای آلی با کمبود روی مواجه هستیم، در نتیجه مصرف روی در بیشتر اراضی ایران و برای اکثر محصولات گیاهی مفید می باشد و همچنین مصرف این کود به تدریج عوارض ناشی از کمبود روی را برطرف کرده و موجب افزایش عملکرد در گیاهان خواهد شد. لذا این پژوهش به منظوربررسی تاثیر کودهای آلی شامل کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی و روی برمحتوای عناصر پرمصرف و کم مصرف دانه گندمدر گلخانه بود. نتایج این تحقیق می تواند در پیش بینی وضعیت حاصلخیزی خاکهایی که قبلا کود آلی دریافت کرده اند مفید باشد.

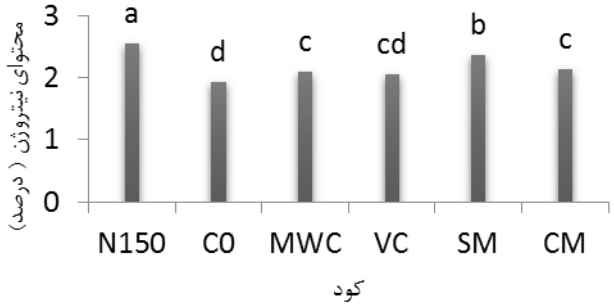
مواد و روش ها
به منظور بررسی اثرات باقیمانده کودهای آلی با سطوح مختلف روی بر محتوای عناصر پرمصرف و کم مصرف گندم آزمایشی بصورت دوساله (۱۳۹۳ - ۱۳۹۱) در گلخانه‌ی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز انجام شد. در سال اول (۱۳۹۲ - ۱۳۹۱) کلزا کشت شد و در سال دوم (۱۳۹۳ - ۱۳۹۲) در همان گلدانها، کشت گندم انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل کود اوره (۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، کمپوست ضایعات شهری (۵۰ تن در هکتار)، ورمی کمپوست (۵۰ تن در هکتار)، کود گوسفندی (۵۰تن در هکتار)، کود گاوی (۵۰ تن در هکتار) و شاهد (بدون کود) بود. روی از منبع سولفات روی در سه سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و دو رقم کلزا (ساری گل و RGS) کشت گردید. در این آزمایش از ۱۰۸ گلدان استفاده شد. خاک مورد استفاده شده (Fine-Loamy, carbonatic, hyperthermic, TypicTorrirthents) از افق سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی متری) از مزارع دانشکده کشاورزی داراب جمع آوری و هوا خشک شده و از الک دو میلیمتری عبور داده شد. تیمارهای کود شامل کودهای آلی و محلول روی قبل از کشت به خاکها افزوده شد و کاملاً با آن مخلوط گردید. تعداد ۱۰ بذرکلزا در هر گلدان در تاریخ ۳۰ آبان ماه ۱۳۹۱ در گلدانهای ۵کیلوگرمی کشت شد و در مرحله ۴ برگی به ۳ گیاهچه در هر گلدان تنک شد. کود کمپوست ضایعات شهری از کارخانه کمپوست سازی اصفهان و ورمی کمپوست از کارخانه تولید ورمی کمپوست تهیه شد. برای مبارزه با کرم ساقه خوار از سم دسیس به میزان ۵/۱ در هزار، و برای کنترل بیماری هایی مثل سفیدک پودری از سم کاپتان به میزان ۵/۱ در هزار استفاده شد. دمای گلخانه ۲۴ درجه سانتی گراد در

روز و ۱۶ درجه سانتی گراد در شب بود. نیتروژن به صورت سرک طی دو مرحله (زمان کاشت و زمان به ساقه رفتن) استفاده شد. در تاریخ ۱۰ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲برداشت انجام شد. در سال دوم (۱۳۹۳ - ۱۳۹۲) دو رقم گندم دوروم (بهرنگ و یاواروس) در گلدانهای تیمار شده سال قبل، به تعداد ۱۰بذر در هر گلدان در تاریخ ۲۸ آبان ماه ۱۳۹۲کشت شدند و در مرحله ۳ برگی به ۳ گیاه در هر بوته تنک شدند. در سال دوم هیچ گونه تیمار کود آلی (کمپوست، ورمی کمپوست، کود گوسفندی، کود گاوی) به گلدانها اضافه نشد و فقط کودهای شیمیایی (نیتروژن و روی) همانند آزمایش سال اول به گلدانها افزوده شد. نیتروژن به صورت سرک طی دو مرحله، (زمان کاشت و در زمان به ساقه رفتن) استفاده شد. برای مبارزه با شته سیاه از سم ایمیدکلواپراید ۳۵% به میزان ۷۵/۰ در هزار استفاده شد. نیتروژن نیز به صورت سرک در طی دو مرحله (زمان کاشت و در زمان به ساقه رفتن) استفاده شد. در تاریخ ۱۷ فروردین ماه ۱۳۹۳ برداشت گندم دوروم انجام شد. ویژگیهای که در این آزمایش اندازه گیری شدند شامل: نیتروژن، مس دانه گندم دوروم بود. نیتروژن دانه به روش میکروکلدال با دستگاه Kejlflex, k= ۳۶۰، مس دانه گندم دوروم به وسیله دستگاه جذب اتمی مدل ۹۹۰ - PG اندازه گیری شد. داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C (۱۹۰۰) تجزیه واریانس شدند و میانگین ها به وسیله ی آزمون LSD در سطح احتمال ۵% مقایسه شدند.

نتایج و بحث

کودهای آلی و نیتروژن اثر معنی داری بر محتوای نیتروژن دانه داشتند (۰۵ /۰p>) (جدول ۱). تیمار کود نیتروژن بیشترین محتوای نیتروژن دانه (۵۵/۲ درصد) را به خود اختصاص داد. تیمار بدون کود (۹۴/۱ درصد) کمترین محتوای نیتروژن را دارا بود (شکل ۱). البته کودهای آلی نیز به جز ورمی کمپوست نیتروژن دانه را نسبت به شاهد به صورت معنی داری افزایش دادند و کود گوسفندی (۳۷/۲ درصد) بیشتر از بقیه بود. نور قلی پور و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند کاربرد نیتروژن، جذب نیتروژن در گندم را به صورت معنی داری نسبت به شاهد افزایش داد. اثر روی نیز بر این صفت معنی دار بود (۰۵/۰ >p)(جدول ۱). سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی (۴۶/۲ درصد) دارای بیشترین محتوای نیتروژن دانه بود. کمترین محتوای نیتروژن دانه در سطح بدون روی (۹۳/۱ درصد) مشاهده شد. شافع و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که مصرف روی منجر به افزایش جذب نیتروژن شد. رقم اثر معنی داری بر محتوای نیتروژن دانه داشت (۰۵/۰ >p)(جدول ۱). رقم بهرنگ (۴۰/۲ درصد) محتوای نیتروژن دانه بیشتری در مقایسه با رقم یاواروس (۹۹/۱ درصد) داشت. علت آن ممکن است مربوط به تفاوت ژنتیکی ارقام در جذب، انتقال و متابولیسم عناصر غذایی باشد. برهمکنش رقم و روی بر محتوای نیتروژن دانه معنی دار بود (۰۵ /۰p>) (جدول ۱). سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی و رقم بهرنگ (۸۰/۲ درصد) نیتروژن دانه بیشتری داشت. کمترین محتوای نیتروژن دانه متعلق به سطح بدون روی و رقم یاواروس (۸۶/۱ درصد) بود به طور کلی با افزایش سطح روی مقدار نیتروژن در دانه در رقم بهرنگ افزایش بیشتری را نشان داد. برهمکنش رقم و کود بر محتوای نیتروژن دانه معنی دار بود (۰۵ /۰p>) (جدول ۱). بیشترین محتوای نیتروژن دانه گندم در تیمار کود نیتروژن و رقم بهرنگ (۰۸/۳ درصد) مشاهده شد. کمترین هم در تیمار کمپوست ضایعات شهری و رقم یاواروس (۷۳/۱ درصد) بود به طور کلی کاربرد ورمی کمپوست، کمپوست ضایعات شهری و کود گوسفندی سبب کاهش معنی دار نیتروژن دانه در رقم یاواروس گردید ولی نیتروژن و کود گاوی مقدار آن را تغییر نداد. اما در رقم بهرنگ همه تیمارها سبب افزایش معنی دار نیتروژن دانه نسبت به شاهد شدند. دلیل عدم افزایش معنی دار مقدار نیتروژن دانه در گلدان هاي تیمار شده با کمپوست ضایعات شهری را می توان ناشی از کمتر بودن مقدار نیتروژن این ترکیب در مقایسه با سایر تیمارهای کود آلی دانست. برهمکنش روی و تیمارهای کودی بر محتوای نیتروژن دانه معنی دار بود(۰۵ /۰p>)(جدول ۱). بیشترین محتوای نیتروژن دانه متعلق به تیمار نیتروژن و سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی (۸۱/۲ درصد) بود و کمترین نیز مربوط به تیمار بدون کود و سطح بدونروی (۵/۱ درصد) بود نتایج نشان می دهد که با افزایش سطح روی از ۰ به ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم اختلاف مقدار نیتروژن دانه در اثر کاربرد نیتروژن و کودهای آلی غیر معنی دار می شود. برهمکنش رقم و روی و کود بر محتوای نیتروژن معنی دار نبود (۰۵/۰<p)(جدول ۱). کودهای آلی و نیتروژن تاثیر معنی داری بر محتوای مس در دانه گندم داشتند (۰۵/۰ >p)(جدول ۱). بیشترین محتوای مس در دانه گندم مربوط به تیمار کود نیتروژن (۱۸/۱۲ میلی گرم در کیلوگرم) بود که تفاوت معنی داری با تیمار کود گوسفندی (۱۲/۱۲ میلی گرم در کیلوگرم) نداشت. کمترین میزان مس در دانه هم در تیمار بدون کود (۲۰/۹ میلی گرم در کیلوگرم) مشاهده شدکه تفاوت معنی داری با تیمار ورمی کمپوست (۵۱/۹ میلی گرم در کیلوگرم) نداشت. نور قلی پور و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که با به کاربردن نیتروژن غلظت مس دانه افزایش یافت. حیدری و جهان تیغی (۱۳۹۲) نشان دادند که استفاده و مصرف کود نیتروژن تاثیر معنی داری بر تجمع عنصر مس در دانه ی سیاهدانه (*Nigella sativa*) داشت و باعث افزایش میزان مس در دانه سیاهدانه شد. اثر رقم بر محتوای مس در دانه گندم معنی دار نبود (۰۵/۰<p)(جدول ۱). روی نیز بر محتوای مس در دانه گندم تاثیری معنی داری نداشت (۰۵/۰<p)(جدول ۱). برهمکنش رقم و روی بر میزان مس در دانه گندم معنی دار بود (۰۵/۰ >p)(جدول ۱). بیشترین غلظت مس در دانه گندم در سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی و رقم بهرنگ (۵۲/۱۲ میلی گرم بر کیلوگرم) به دست آمد. کمترین مقدار نیز در سطح بدون روی و رقم بهرنگ (۶۹/ ۸ میلی گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. برهمکنش رقم و کودها نیز بر میزان مس دانه گندم تاثیر معنی داری داشتند(۰۵/۰ >p)(جدول ۱). بیشترین محتوای مس دانه در تیمار کود گوسفندی و رقم بهرنگ (۶۳/۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد.کمترین هم مربوط به تیمار بدون کود و رقم بهرنگ (۱۰/۸ میلی گرم بر کیلوگرم) بود. برهمکنش تیمارهای کودی و روی تاثیر معنی داری بر میزان مس دانه گندم داشت (۰۵ /۰p>)(جدول ۱). بیشترین میزان مس دانه در تیمار کود گوسفندی و سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی (۴۸/۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. کمترین میزان نیز در تیمار کود ورمی کمپوست و سطح ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی (۱۶/۷ میلی گرم بر کیلوگرم) به دست آمد. حسینی و همکاران (۲۰۱۱) در ارزن (*Pennisetum americanum*) نتایج مشابهی گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی همراه با عناصر کم مصرف همچون روی، غلظت

مس در دانه را افزایش داد. برهمکنش روی و رقم و تیمارهای کودی نیز برمحتوای مس دانه گندم تاثیر معنی داری داشت (۰۵ / ۰>p) (جدول ۱). بیشترین میزان عنصر مس در دانه متعلق به تیمار کود گوسفندی و روی در سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم و رقم بهرنگ (۴۲/۲۴ میلی گرم بر کیلوگرم) بود. کمترین عنصر مس دانه نیز از برهمکنش تیمار بدون کود و روی در سطح بدون روی و رقم بهرنگ (۷۷/۵ میلی گرم بر کیلوگرم) به دست آمد.



بهترتیبنیتروژن، بدون کود،N۱۵۰, C۰, MWC, VC, SM, CM :.شکل۱ . تاثیر کودهای آلی و نیتروژن بر میزان نیتروژن دانه گندم در سطح ۵ درصد دارای LSDکمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین های با حروف مشابه بر اساس آزمون .اختلاف معنی دار نمی باشند

جدول۱ - میانگین مربعات عناصر ماکرو و میکرو ارقام گندم دوروم به تیمارهای آزمایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن	مس
تکرار	۲	۹۱۸/۰**	۰۴۱/۷*
رقم	۱	۴۸۱/۴**	۳۱۹/۰ns
روی	۲	۵۳۷/۲**	۸۷۹/۱ns
رقم × روی	۲	۵۷۵/۰**	۲۷۴/۷۵**
کود	۵	۸۹۹/۰**	۳۹۷/۱۷**
کود × رقم	۵	۵۶۸/۱**	۴۱۸/۲۴**
روی × کود	۱۰	۱۲۲/۰**	۷۴۵/۲۲**
رقم × روی × کود	۱۰	۰۴۴/۰ns	۷۵۳/۶**
خطا	۷۰	۰۳۸/۰	۲۲۳/۲

ns.و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد *

منابع

جهانبان، ل. و ا. لطفی فر. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر کاربرد میکروارگانیسم های موثر بر کارایی کودهای شیمیایی و آلی در کشت ذرت علوفه ای. فصلنامه فن آوری و تولیدات گیاهی. جلد ۱۱. صفحه ۵۱ - ۴۳.

حیدری، م. و ح. جهان تیغی. ۱۳۹۲. ارزیابی اثر تنش خشکی و مقادیر کود نیتروژن بر خصوصیات کیفی دانه گیاه دارویی سیاهدانه. نشریه پژوهش های زراعی ایران. جلد ۱۱. صفحه ۶۴۷ - ۶۴۰.

شافع، ل.، م. صفاری، ی. امام و ق. محمد نژاد. ۱۳۹۰. اثر مصرف کودهای نیتروژن و روی بر میزان کلروفیل و میزان روی برگ، عملکرد و ترکیب عناصر دانه دو هیبرید ذرت. جلد ۲. صفحه ۲۴۶ - ۲۳۵.

ملکوتی، م. و ج. سپهر. ۱۳۸۲. تغذیه بهینه دانه های روغنی گامی موثر در نیل به خود کفایی روغن در کشور. انتشارات خانیران. ۴۵۲ص.

نور قلی پور، ف.، ی. ر. باقری و م. لطف الهی. ۱۳۸۷. اثر منابع مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت گندم. مجله پژوهش در علوم کشاورزی. جلد ۴. صفحه ۱۲۹ - ۱۲۰.

Abedi, T. A. Alemzadeh and S. A. Kazemeini. ۲۰۱۰ . Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat. Australian Journal of Crop Science. ۴(۹۶): ۳۸۴ - ۳۸۹.
Hossain, M. D., M. M. Hanafi, H. Jol and T. Jamal. ۲۰۱۱. Dry matter and nutrient partitioning of kenaf (*Hibiscus Canabinus* L.) varieties grown on sandy bris soil. Australian Journal of Crop Science. ۵: ۶۵۴ - ۶۵۹
Neeson, R. ۲۰۰۴. Organic processing tomato production. NSW Agriculture. Agfact. H. ۸. ۳. ۶

Abstract

To investigate the effect of organic fertilizers on macro and micro nutrient content of durum wheat in rapeseed-wheat rotation system, a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted at College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University. Factors were urea (۱۵۰ kg N ha^{-1}), municipal waste compost (۵۰ tons ha^{-1}), vermicompost (۵۰ tons ha^{-1}), sheep manure (۵۰ tons ha^{-1}), cattle manure (۵۰ tons ha^{-1}) and control (no fertilizer), Zinc (۰, ۱۰ and ۲۰ mg kg^{-1}) and two rapeseed cultivars (Sarigol and RGS). In the second year of the study, durum wheat cultivars (Behrang, Yavarus) were sown in the same pots as the first year of the study. Our results showed sheep manure had greater nitrogen(۲.۲۱%) and Cu(۱۲.۱۲ $mgkg^{-1}$) content than the other organic fertilizers.

برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های مرودشت با استفاده از روش رگرسیونی چندگانه

میثم شیخی [۱]،مرتضی بهمنی [۲]، کامران عسگری [۲]، یاسر استواری [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد ۲-دانشجویان دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

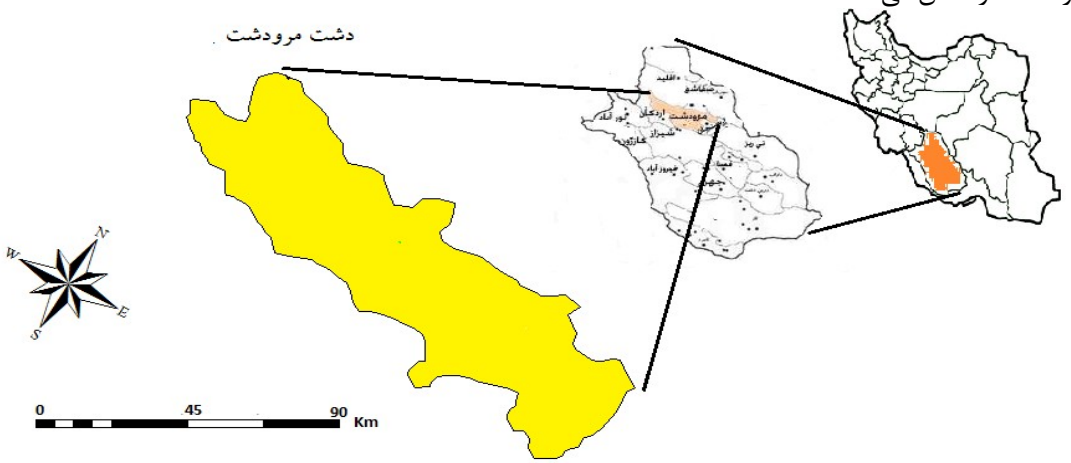
چکیده
برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از روش‌های رگرسیونی و استفاده از خوصیات زودیافت خاک از روش‌های مرسوم داده کاوی است. هدف از این مطالعه برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک های دشت مرودشت با استفاده از روش‌های رگرسیونی است. برای این منظور از ۳۰ نقطه نمونه‌برداری و CEC و برخی از خصوصیات خاک در آن‌ها اندازه‌گیری خواهد شد. نتایج نشان داد که CEC بیشترین هم‌بستگی را با درصد رس و ماده آلی خاک داشت. از میان ضرایب پارامترهای ورودی در برآورد CEC تنها ماده‌آلی و درصد رس معنی دار شد و مدل رگرسیونی بر اساس این پارامترها توسعه داده شد. بر اساس خط ۱به ۱ روش رگرسیونی چندگانه کارآیی مناسبی در برآورد CEC داشت.

کلمات کلیدی: مرودشت، CEC، رگرسیون خطی

مقدمه
خاك یکي از اصلیترین منابعطبیعي در اکوسیستم‌های زمین است. اکثر موجودات زنده بصورت مستقیم یا غیر مستقیم به خاك وابسته‌اند. آلودگی و سوء مدیریت خاك باعث تخریب و تنزل کیفیت خاك میشود. از آنجا که منابع خاك در جهان محدود و عملا غیر قابل تجدید هستند، امروزه به استفاده پایداراز خاك توجه ویژه‌ای میشود. استفاده پایدار از منابع خاکمستلزم شناخت، تشریح و توصیف کلیه خواص و فرآیندهای کنترل کننده‌ی کیفیت خاك است (پوساداس و همکاران، ۲۰۰۱).
ظرفیت تبادلی کاتیونی (CEC: Cation Exchange Capacity)عبارت است از حداکثر مقدار کاتیونی که وزن معینی از خاک، قادر است جذب سطحی یا نگهداری نماید. این مقدار را بر حسب سانتی‌مول بار بر کیلوگرم خاک خشک و یا میلی‌اکی والان در صد گرم خاک خشک نشان می‌دهند (هزارجریبی و همکاران، ۱۳۹۲). ظرفیت تبادلی کاتیونی از مهترین خصوصیات خاک در ارتباط با توانایی خاک در نگهداری آب و مواد غذایی و همچنین شاخص خوبی برای کیفیت و بهرهوری و مدیریت آلودگی خاک است که به عنوان ورودی در مدل‌های خاک و زیست محیطی مورد استفاده می‌باشد (معماریان‌فرد و بیگی، ۱۳۸۸).
یکی از روش‌های غیر مستقیم برای برآورد ویژگی‌های دریافت خاک CECاستفاده از تکنیک‌های داده کاوی است که با استفاده از معادله‌های رگرسیونی، منطق فازی و یا شبکه‌های عصبی مصنوعی بین پارامترهای دیریافت خاک و پارامترهای زودیافت خاک مانند جرم ویژه ظاهری و درصد اجزای بافت خاک که اندازه‌گیری آنها سریع و آسان و کم هزینه و در پژوهش‌های خاکشناسی متداول‌اند ارتباط برقرار می‌کند (قربانیدشتکی و همایی، ۲۰۰۴؛ عباسی و همکاران، ۲۰۱۱). روش رگرسیونی خطی چندگانه روش رایجی است که هدف از آن، بیان متغیر وابسته به شکل تابعی ریاضی از متغیر(های) مستقل است (بازرگان‌لاری، ۱۳۸۴). رگرسیون درختی از روش‌های تجزیه و تحلیل در علوم محیطی است (استات سافت، ۲۰۰۷).
فولادمند (۱۳۸۷) ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را با استفاده از برخی از خصوصیات خاک تخمین زد. در این پژوهش ۲۰ نمونه خاک از مناطق اطراف شهرستان‌های مرودشت و فسا تهیه و ظرفیت تبادل کاتیونی و برخی دیگر از خصوصیات فیزیکوشیمایی آن‌ها اندازه‌گیری شد. از روابط همبستگی خطی و توانی برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک استفاده شد. نتایج نشان داد که همبستگی خطی با درصد شن و همبستگی‌های توانی با میانگین هندسی قطر ذرات، درصد رس و درصد سیلت به ترتیب بهترین حالت‌های برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌باشند.
معماریان‌فرد و بیگی‌هرچگانی (۱۳۸۸) به مقایسه توابع انتقالی رگرسیونی و شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. در این مطالعه، توابع انتقالی برای پیش‌بینی CEC از خصوصیات اساسی ۲۰۰ خاک مانند توزیع اندازه ذرات، کربن آلی، درصد رطوبت اشباع و pH توسعه داده شد. نتایج نشان داد هنگامی که از شبکه عصبی با یک لایه پنهان و هفت نرون در این لایه و ماده‌آلی، درصد رطوبت اشباع، درصد رس وشن به عنوان ورودی استفاده شد، CEC با R۲ =۸۱/۰ و RMSE=۰۵/۳ سانتی‌مول بار کیلوگرم خاک بهتر از دیگر مدل‌ها پیش‌بینی شد.
دشت مرودشت از دشت‌های مهم کشاورزی استان فارس است. با توجه به اهمیت خصوصیات فیزیکوشیمایی خاک‌ها مانند ظرفیت تبادل کاتیونی در تولید محصولات کشاورزی، توانایی برآورد این خوصیات مهم دیریافت از خصوصیات زودیافت و قابل دسترس از اهمیت بسزایی برخوردار است. لذا هدف از این پژوهش برآورد CEC با استفاده از روش رگرسیون خطی چندگانه است.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه
محدوده مطالعاتی مرودشت در مرکز استان فارس بین طول‌های جغرافیایی ۱۵ و ۵۲ تا ۲۷ و ۵۳ شرقی و عرض‌های ۱۹ و ۲۹ تا ۲۵ و ۳۰ شمالی در حوضه آبریز بختگان قرار دارد.از این دشت تعداد ۳۰ نمونه خاک برداشت و CEC، بافت خاک و چگالی

ظاهری در نمونه ها اندازه‌گیری خواهد شد. شکل ۱ محدوده شهرستان مرودشت و دشت مورد مطالعه (بخش مرکزی شهرستان مرودشت) را نشان می‌دهد.

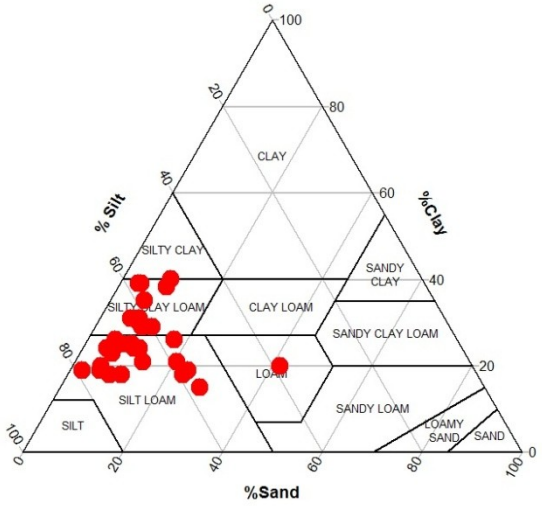


شکل ۱ - محدوده مورد مطالعه

مواد آلی به روش اکسیداسیون تر ، CEC نمونه‌ها به روش استات سدیم-آمونیوم در پی.اچ ۲/۸ و چگالی ظاهری به روش زیر اندازه گیری شد. برای این منظور با استفاده از یک رینگ خاک دست نخورده نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها در آون به مدت ۲۴ ساعت قرار داده تا رطوبت آن‌ها از بین برود. با داشتن حجم نمونه اولیه خاک (همان حجم رینگ) و وزن خاک خشک ، چگالی ظاهری محاسبه می‌شود.مقایسه میانگین متغیرها در مجموعه داده‌های اولیه و اعتبارسنجی با آزمون t و در سطح ۵ درصد انجام شد. کلیه محاسبات آماری در محیط نرم‌افزار STATISTICA ۸.۰ انجام گرفت.

نتایج و بحث

شکل ۲ کلاس بافت خاک نمونه‌های خاک دشت مرودشت را نشان می‌دهد. نمونه خاک‌های دشت مرودشت در سه کلاس از ۱۲ کلاس بافت خاک USDA قرار دارند (شکل ۲). تعداد ۸ نمونه (۲۷ %) در کلاس لوم رسی سیلتی ، یک نمونه (۳/۳ درصد) در کلاس لوم و ۲۱ نمونه (۷۰%) در کلاس لوم سیلتی قرار دارد. چنانچه از شکل ۲ مشخص است خاک دشت مرودشت بیشتر در کلاس‌های لومی-سیلتی قرار دارند. بر اساس این شکل مقدار کلاس های شنی و رسی در خاک‌های دشت مرودشت کمتر دیده می‌شود.جدول ۱ خلاصه آماری خصوصیات فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده در نمونه خاک‌های دشت مرودشت را نشان می‌دهد.



شکل ۲- مثلث کلاس بافت خاک دشت مرودشت

جدول ۱ - خلاصه آماری خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های دشت مرودشت

پارامتر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات
ماده آلی	۵۹/۱	۴۷/۱	۳۵/۰	۱۲/۳	۲۱/۱	۵۴/۷۶
CEC	۸۸/۲۴	۰۹/۲۴	۱۷/۱۷	۴۵/۳۹	۰۶/۶	۳۶/۲۴
درصد شن	۹/۱۰	۵/۸	۲/۲	۲/۴۱	۵/۸	۲/۷۷
درصد رس	۹/۲۵	۲/۲۴	۱/۱۵	۳/۴۰	۱/۷	۶/۲۷
درصد سیلت	۲/۶۳	۴/۶۲	۷/۳۸	۷/۷۸	۵/۸	۴/۱۳
چگالی ظاهری	۳۶/۱	۳۹/۱	۲۸/۱	۶۷/۱	۲۱/۰	۰۷/۰

مقدار میانگین و میانه pH نزدیک بهم بوده که به نحوی نرمال بودن این پارامتر در خاک های دشت مرودشت را نشان می‌دهد (جدول ۱). مقدار ماده آلی با میانگین ۵۹/۱ از ۳۵/۰ تا ۱۲/۳ % تغییر دارد. در بین اجزای بافت خاک سیلت با میانگین ۲/۶۳ % بیشتر جز را دارد (جدول ۱). با توجه به شکل ۲ چنانچه دیده شد کلاس لوم سیلتی دارای بیشترین نمونه‌های خاک است. شن کمترین جز از اجزای بافت خاک را تشکیل می‌دهد (جدول ۲). مقدار شن با میانگین ۹/۱۰ % از ۲/۲ تا ۲/۴۱% متغیر است. درصد سیلت با میانگین ۲/۶۳ از ۷/۳۸ تا ۷/۸۷ % متغیر است (جدول ۲). درصد رس با میانگین ۲/۲۴ از ۱/۱۵ تا ۳/۴۰ % تغییر دارد. مقدار چگالی ظاهری با میانگین ۳۹/۱ $g\ cm^{-3}$ از ۲۸/۱ $g\ cm^{-3}$ تا ۶۷/۱ $g\ cm^{-3}$ تغییر دارد. چگالی حقیقی با میانگین ۴۵/۲ از ۳۸/۲ $g\ cm^{-3}$ تا ۶۸/۲ $g\ cm^{-3}$ متغیر است.

همبستگی ظرفیت تبادل کاتیونی با پارمترهای اجزای بافت خاک و ماده‌آلی خاک‌های دشت مرودشت در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان داد که CEC با ماده‌آلی (r =۶۵/۰)، درصد رس (r=۳۸/۰) همبستگی مستقیم و با درصد شن (r=-۳۰/۰) همبستگی معکوس معنی‌داری دارد (جدول ۲). میرخانی و همکاران (۱۳۸۴) نیز بین CEC با درصد رس و ماده‌آلی همبستگی خوبی مشاهده کردند. بین درصد شن با دیگر اجزای بافت خاک (درصدهای سیلت و رس) رابطه‌ی منفی معنی‌داری وجود داشت که با پژوهش معماریان‌فر و بیگی‌هرچگانی (۱۳۸۸) همخوانی دارد.

خاک‌های مرودشت pH ،با پارمترهای اجزای بافت خاک، جرم ویژه‌ی ظاهری، ماده‌آلی CEC جدول ۲ - ضرایب هم‌بستگی

پارامتر	CEC	Bd	OM	Clay	Silt
OM	۶۵/۰*	-۵۷/۰*			
Clay	۳۸/۰*	-۱۲/۰	۴۵/۰*		
Silt	۱۴/۰	۰۸/۰	۰۲/۰	۱۹/۰	
Sand	-۳۰/۰*	-۰۳/۰	-۲۱/۰	-۴۹/۰*	-۶۷/۰*

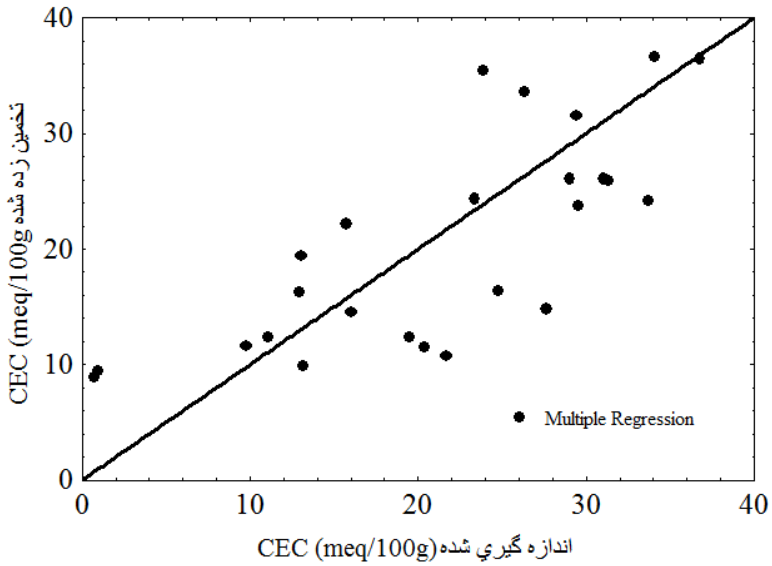
*.درصد ماده‌آلی است OM چگالی ظاهری و Bd .معنی‌داری در سطح ۵% را نشان می‌دهد

ایجاد معادله رگرسیونی

از میان ضرایب پارامترهای ورودی مدل رگرسیونی، تنها ضرایب رس و ضریب ماده‌آلی در سطح ۵% معنی‌دار شدند، لذا مدل نهایی برآورد CEC به شکل معادله ۱ توسعه یافت:

$$CEC = 4.63 + 0.4125\ Clay + 2.5124\ OM \qquad r=0.77,\ F=55.4,\ p<0.0001 \qquad (1)$$

که در این معادله رس و ماده‌آلی بر حسب درصد هستند. دربینذراتمعدنیخاك،ذراترس بیشترینظرفیتتبادلکاتیونیراداراهستند. شکل ۳ نمودار ۱ به ۱ مقادیر اندازه‌گیری شده در برابر مقادیر برآورد شده توسط روش رگرسیون خطی چندگانه را نشان می‌دهد. با توجه به پراکندگی مناسب نقاط حول خط ۱ به ۱ کارآیی مناسب روش رگرسیون خطی چندگانه را در برآورد CEC نشان می‌دهد.



شکل ۳- نمودار ۱ به ۱ مقادیر اندازه‌گیری شده در برابر مقادیر برآورد شده توسط روش رگرسیون خطی چندگانه

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش از میان پارامترهای مختلف زودیافت و ورودی به مدل رگرسیونی تنها ماده آلی و درصد به عنوان متغیرهای ورودی انتخاب شدند. نتایج نشان داد که CEC با ماده‌آلی (r =۶۵/۰)، درصد رس (r=۳۸/۰) همبستگی مستقیم و با درصد شن (r=-۳۰/۰) همبستگی معکوس معنی‌داری دارد. کارآیی روش رگرسیونی خطی چندگانه با استفاده از خط ۱ به ۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس خط ۱به ۱ این روش کارآیی مناسبی در برآورد CEC داشت.

منابع

هزارجریبی، ا. نصرتی‌کاریز،ک. عبداله‌نژاد، ک. و قربانی، خ.۱۳۹۲. بررسی امکان پیشبینی ظرفیت تبادل کاتیونی خاك با استفاده از پارامترهای زود یافت خاك. نشریه آب و خاک. ۲۷ (۴): ۷۱۲-۷۱۹.

معماریان‌فر، م. و بیگی‌هرچگانی، ح .۱۳۸۸. مقایسه مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی وتوابع انتقالی رگرسیونی برای پیشبینی ظرفیت تبادل کاتیونی خاك‌های استان چهارمحال وبختیاری. نشریه آب و خاک. ۲۳(۴): ۹۰-۹۹.

فولادمند، ح ر.۱۳۸۷. تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را با استفاده از برخی از خصوصیات خاک. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱: ۱-۸.

میرخانی، ر. شعبان‌پورشهرستانی م.و سعادت، س.۱۳۸۴. برآورد منحنی مشخصه رطوبتی خاك با استفاده از توابع انتقالی. مجله دانش کشاورزی. ۱۵ (۳): ۱۵۱-۱۶۲.

Shorafa. ۲۰۱۱. Evaluation of Pedotransfer Functions for Estimating Soil Water Retention Curve of Saline and Saline-Alkali Soils of Iran. Pedosphere ۲۱(۲): ۲۳۰-۲۳۷.

Ghorbani-Dashtaki S., and HomaeeM. ۲۰۰۴. Using geometric mean particle diameter to derive point and continuous pedotransfer functions.In: Nicole Whrle and Maik Scheurer (Eds.). ۲۰۰۴. Eurosian Soil science. ۱۰:۳۰ (۱-۱۰).

StatSoft .۲۰۱۱. STATISTICA (data analysis software system). Version ۱۰. www.statsoft.com.

Abstract

Estimating CEC using multiple liner regression using easily soil properties is usual data mining methods. The purpose of this study is estimation of CEC Marvdasht Plain using multiple linear regressions. For this work ۳۰ soil samples were sampled and CEC and some soil properties were measured. Results showed that CEC has high correlation with %clay and OM .Only the coefficient of %clay and OM were significant and the regression models based on this parameters were developed. Based on ۱:۱ linear multiple linear regression had high performance for estimation CEC.

مطالعه مصرف آب حوضچه پرورش ماهی جهت کشت گندم در دشت آسپاس استان فارس

وحید محصلی [۱]، فاطمه کاظمی‌نیا [۲]، محمد هادی روحیان [۱]، فرزاد فربود [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز آموزش جهاد کشاورزی فارس، ۲- دانشجوی کارشناسی انتقال آب مرکز آموزش جهاد کشاورزی فارس

چکیده
بهبود وضعیت کشاورزی و رشد شاخص‌های مربوطه از مهمترین مسائلی است که به منظور کیفیت‌بخشی به تولیدات کشاورزی و افزایش سطح تولید باید به آن توجه نمود. کاربرد کودهای شیمیایی علیرغم افزایش تولیدمحصولات کشاورزی اما در کنار آن،مسائل و مشکلات زیست محیطی را بدنبال خواهد داشت. بنابراین کشاورزان بایستی مصرف کودهای شیمیایی را به حداقل رسانده و بیشتر از کودهای زیستی که اثرات مطلوبی بر کمیت و کیفیت تولیدات کشاورزی را دارند استفاده نمایند. در این پژوهش اثر استفاده از آب خروجی حوضچه پرورش ماهی بر عملکرد گندم در دشت آسپاس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد آب استخر پروش ماهی سبب افزایش در پاسخ‌های گیاهی شامل تعداد پنجه در بوته، تعداد خوشه در بوته، تعداد سنبله،وزن هزار دانه، عملکرد دانه و کاهمی گردد. به‌طور کلی غلظت نیترات،فسفات، اکسیژن، دی‌اکسید کربن و pH در آب خروجی حوضچه پرورش ماهی بیشتر از آب چشمه بدست آمد.

کلمات کلیدی: حوضچه‌پرورش ماهی، گندم، آبیاری و دشت آسپاس

مقدمه
تولید و پرورش آبزیان از جمله فعالیت‌هایی است که در عرصه تولیدات پروتئینی کشور به عنوان یکی از فعالیت‌های اقتصادی و تأمین‌کننده پروتئین مورد نیاز مردم جایگاه ویژه‌ای دارد. به دلیل این‌که ایران از محدودیت آبی در بخش کشاورزی برخوردار می‌باشد بنابراین از مزایای اقتصادی پرورش ماهی در استخرهای ذخیره آب کشاورزی می‌توان به افزایش بهره‌وری منابع آبی و بهبود تولیدات زراعی و باغی از طریق غنی شدن آب کشاورزی اشاره نمود (معینی و بهشتی، ۱۳۸۰). پرورش بهینه ماهی به کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب بستگی دارد. از این رو مدیریت موفق حوضچه پرورش ماهی نیازمند کیفیت مناسب آب می‌باشد. کیفیت آب به‌وسیله متغیرهای مختلفی مانند دما، کدورت، دی‌اکسید کربن، pH، قلیائیت، سختی، نیتریت، نیترات، BOD، جمعیت پلانکتون و غیره ارزیابی می‌شود (پوجادوی،۲۰۱۳). آب خروجی استخرها علاوه بر نقش تغذیه‌ای و شیمیایی که باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و هوموس خاك میگردد، موجب بهبود خواص فیزیکی آن از جمله بهبود ساختمان خاك، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، کاهش چسبندگی خاك و همچنین بهبود خواص بیولوژیکی خاك از طریق تأمین غذای مورد نیاز موجودات ذره‌بینی میگردد و در نتیجه باعث افزایش حاصلخیزی خاك و عملکرد تولیدی میگردد (قراچورلو، ۱۳۹۰). مطالعات نشان می‌دهد که کاربرد آب استخر پرورش ماهی سبب بالا رفتن عملکرد گیاه و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌گردد (وود، ۲۰۰۱).
گندم به خاطر نقش مهمی که در عرصه سیاسی و اقتصادی کشورها به خصوص کشورهای در حال توسعه ایفا میکند، یك محصول استراتژیك در تمام دنیا به حساب میآید. اهمیت اقتصادی گندم چه از نظر تولید و چه از نظر تغذیه در دنیا بیش از سایر محصولات کشاورزی میباشد، حتی در مناطقی که به علت متغیر بودن شرایط اقلیمی و یا خشکی محیط امکان تولید نباتی نباشد، میتوان گندم را کاشت کرد. گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول کشاورزی ایران است و افزایش محصول آن روز به روز مورد توجه قرار گرفته و از نظر اقتصادي و تأمین غذای اصلی از اهمیت بسیاری برخوردار میباشد، بنابراین ضرورت بررسی اثر کیفیت آب خروجی حوضچه‌های پرورش آبزیان بر عملکرد محصولات زراعی به خصوص گندم از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (میردار و همکاران، ۱۳۸۸). بهبود وضعیت کشاورزی و رشد شاخص‌های کشاورزی از مهمترین مسائلی است که به منظور کیفیت‌بخشی به تولیدات کشاورزی و افزایش سطح تولید باید به آن توجه نمود (معینی و بهشتی، ۱۳۸۰). یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی به منظور حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. با روش صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را افزایش داد. همچنین با اجتناب از کاربرد غیر ضروری و بی‌رویه عناصر غذایی هزینه تولید را به حداقل کاهش داد که این امر می‌تواند راهی به سوی کشاورزی پایدار باشد (اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۲).

مواد و روش‌ها
این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در دشت آسپاس فارس انجام گرفت. بصورتی‌که ابتدا دو قطعه زمین انتخاب و در هر قطعه سه کرت به ابعاد ۱ m^2 جدا گردید. آزمایش در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفیدرسه تکراربرروی گندمرقم الوندراجراء شد. عناصر فسفر و پتاسیم بصورت یکجا و قبل از کشت اما نیتروژن طی سه دوره از کشت (قبل از کاشت، مرحله پنجه دهی و مرحله ساقه رفتن) مصرف گردید. تیمار آب شامل آبیاری با آب چشمه و آبیاری با آب خروجی استخر پرورش ماهی قزل‌آلاانجام گرفت. پس از پایان دوره رشد پاسخ‌های گیاهی شامل تعدادبوته، تعداد پنجه در بوته، تعداد خوشه در بوته،تعداد سنبله در بوته، وزن هزار دانه،عملکرد

دانه و کاه اندازه‌گیری شد. برای محاسبات آماری وتجزیه وتحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSSوبرای رسم نمودارها از نرم افزار Excelاستفاده گردید.

نتایج و بحث

به‌طور کلی غلظت اکسیژن، دی‌اکسید کربن، فسفات، نیترات، نیتریت و پ‌هاش در آب خروجی حوضچه پرورش ماهی بیشتر ازآب چشمه مورد استفاده کشاورزان منطقه بود (جدول ۱). بنابراین با توجه به تفاوت موجود در غلظت عناصر آب خروجی استخر پرورش ماهی و آب چشمه در طی دوره آزمایش، افزایش نسبی عملکرد گندم و تسریع در ظهور پدیده‌های حیاتی نظیر خوشه‌دهی در کرت‌های آزمایشی آبیاری شده با آب خروجی حوضچه‌پرورش ماهی دور از انتظار نمی‌باشد.

جدول۱- مقایسه‌یخصوصیات آب چشمه و آب حوضچه‌ی پرورش ماهی

خصوصیات	اکسیژن ((mg/L	دی اکسید کربن ((mg/L	فسفات ((mg/L	نیترات ((mg/L	نیتریت ((mg/L	pH
آب چشمه	۵۴/۳	۴۵/۱	۳۴/۰	۶۲/۰	۰۱۶/۰	۲۵/۷
آب حوضچه پرورش ماهی	۵۳/۶	۳۲/۴	۵۶/۰	۱۴/۱	۰۶۱/۰	۷۲/۷

معینی و بهشتی (۱۳۸۰) با مطالعه آب خروجی استخرهای پرورش ماهیان قزل‌آلا مشاهده کردند که سختی آب، غلظت نیترات و فسفات این حوضچه‌ها بیشتر از آب چاه‌های مورد استفاده کشاورزان منطقه می‌باشد. آزمایشات میردار و همکاران (۱۳۸۸) نیز این افزایش غلظت عناصر را در آب حوضچه‌های پرورش ماهی منطقه سیستان نشان می‌دهد. مطالعات وود (۲۰۰۰) نشان داد که آب حوضچه‌های پرورش ماهی در کنیا حاوی مقدار بیشتری نیتروژن (۰۳/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) و فسفر (۸۹/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) نسبت به آب کانال هستند. همچنین یوسفی (۱۳۸۰) مشاهده کرد که کاربرد آب استخر پرورش ماهی تاثیر معنی‌داری در بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک دارد. آزمایشات آن‌ها نشان داد که غلظت نیترات و فسفات در آب استخر پرورش ماهی به ترتیب ۸۹/۵۵ و ۰۲/۹۳ درصد بیشتر از آب چاه می‌باشد. به‌طور کلی آب خروجی استخر پرورش ماهی را میتوان یك نوع كود آلی دانست که دارای عناصر ارزشمندی مانند نیتروژن، فسفر و کلسیم و همچنین مواد آلی بوده و علاوه بر نقش تغذیه‌ای در خاك میتواند مانند سایر کودهای آلی در بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاك نقش داشته و در نتیجه در افزایش حاصلخیزی خاك مؤثر باشد.

نتایج نشان می‌دهد که پاسخ‌های گیاهی شامل تعداد پنجه، تعداد خوشه در بوته و تعداد سنبله تحت تأثیر کاربرد آب خروجی حوضچه پروش‌ماهی قرار گرفته است (جدول ۲). همچنین مصرف آب خروجی حوضچه پرورش ماهی سبب افزایش معنی‌داری در تعداد دانه در خوشه گردید. به‌طوری که تعداد دانه در خوشه از ۰۶/۲۷ در تیمار آبیاری با آب چشمه به ۰۷۳/۳۲ در تیمار آبیاری با پساب حوضچه پرورش ماهی افزایش یافت. علیرغم این‌که افزایش تعداد خوشه و سنبله از نظر آمار معنی‌دار نمی‌باشد اما زیاد شدن تعداد پنجه در بوته در اثر کاربرد آب حوضچه پرورش ماهی اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. آزمایشات معینی و بهشتی (۱۳۸۰) در مورد اثر آب خروجی استخرهای پرورش ماهی بر عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی گندم، جو، ذرت، آفتابگردان و یونجه نشان داد که آب خروجی این استخرها به‌صورت معنیداری سبب افزایش عملکرد این گیاهان می‌گردد. بنابراین با استفاده از پساب استخرهای پرورش ماهی تا حد زیادی مصرف کودهای شیمیایی را کم نموده و از سویی با بهره‌وری بهینه از منابع آب موجود و کاهش هزینه‌ها، صرفه اقتصادی را در پی خواهد داشت.

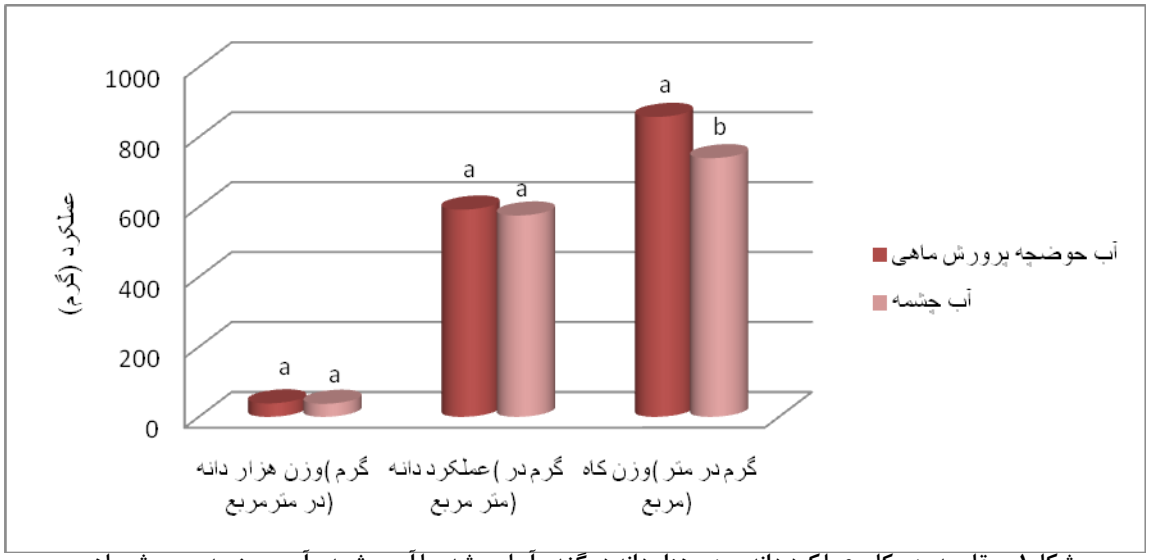
جدول۲- پاسخ‌های مختلف گیاهی نسبت به مصرف آب حوضچه پرورش ماهی

پاسخ‌های گیاهی	آب حوضچه پرورش ماهی	آب چشمه
تعدا پنجه در بوته	a ۱۰/۵	b ۷۷/۴
تعداد خوشه در بوته	a ۶۷/۴	a ۴۵/۴
تعداد سنبله	a ۲۴۷	a ۲۳۵

تعداد دانه در خوشه	a ۰۷۳/۳۲	b ۰۶/۲۷

.دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (p>۰۵/۰) ردیف‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال

عملکرد کاه در تیمار آب حوضچه پرورش ماهی ۶۶/۸۵۷ گرم در متر مربع و در تیمار آب چشمه ۶۶/۷۳۹ گرم در متر مربع بدست آمد. نتایج نشان داد که اثرات آبیاری با آب خروجی حوضچه پرورش ماهی تاثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد کاه گندم نسبت به آبیاری با آب چشمه داشته است (شکل ۱). همچنین آب خروجی حوضچه پرورش ماهی نقش مهمی در افزایش وزن هزار دانه دارد، به‌طوری‌که وزن هزار دانهاز ۳۶/۳۷ گرم در متر مربع در تیمار آبیاری با آب چشمه به ۴۶/۳۸ گرم در متر مربع در تیمار آبیاری با پساب حوضچه پرورش ماهی رسیده است.



شکل ۱ - مقایسه وزن کاه، عملکرد دانه و وزن هزار دانه در گندم آبیاری شده با آب چشمه و آب حوضچه‌ی پرورش ماهی

احتمالاً عناصر موجود در پساب حوضچه پرورش ماهی باعث افزایش رشد رویشی و زایشی گندم شده است. با توجه به نقش عناصر نیتروژن و فسفر در افزایش رشد و عملکرد، بنابراین افزایش عملکرد دانه می‌تواند به‌دلیل میزان انباشتگی این عناصر در تیمار آب خروجی حوضچه پرورش ماهی باشد. بنابراین با بررسی نتایج بدست آمده می‌توان اظهار داشت که آب خروجی علاوه بر نقش تغذیه‌ای و شیمیایی که باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و هوموس خاک میگردد، موجب بهبود خواص فیزیکی آن از جمله ساختمان خاک، ظرفیت نگهداری رطوبت، کاهش چسبندگی خاک و همچنین بهبود خواص بیولوژیکی خاک از طریق تأمین غذای مورد نیاز موجودات ذره‌بینی میگردد و در نتیجه باعث افزایش حاصلخیزی خاک و عملکرد تولیدی میگردد.

تحقیقات وود (۲۰۰۱) نشان داد که آبیاری با آب حوضچه پرورش ماهی سبب افزایش معنی‌داری در محصول‌دهی لوبیا و کلم می‌گردد، بطوری‌که بیشترین عملکرد لوبیا و کلم به ترتیب ۴/۴ و ۵/۱۱ تن در هکتار در نمونه‌های آبیاری شده با آب حوضچه پرورش ماهی و کمترین آن ۳/۱ و ۲/۴ تن در هکتار در تیمارهای آبیاری با آب معمولی بدست آمد. همچنین آزمایشات نشان می‌دهد که آب خروجی استخر پرورش ماهی از نظر آماری تاثیر معنیداری بر عملکرد گندم، یونجه و سیب‌زمینی دارد. عملکرد غده سیب‌زمینی، یونجه و گندم در کرت‌های آبیاری شده با آب خروجی استخر به ترتیب به میزان ۲۱۲۵، ۳۸۵۰ و ۸۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان دادند. تاثیر آبیاری با آب خروجی استخر بر ارتفاع گیاه مثبت لیکن بر فنولوژی گونه‌ها در جهت منفی و کاهش زمان بود به‌طوری که زمان گلدهی را در یونجه ۸ روز، گندم ۵/۴ روز و در سیب‌زمینی ۵/۱ روز در مقایسه با تیمار آبیاری با آب معمولی چاه کاهش داد(یوسفی، ۱۳۸۰). با توجه به تغییرات عناصر و خصوصیات آب خروجی استخر و خاک زراعی مورد کاشت در طی دوره آزمایش میتوان افزایش عملکرد محصولات، افزایش ارتفاع بوته و تسریع در ظهور پدیده‌های حیاتی گیاه نظیر گلدهی در خاک تیمار آبیاری با آب خروجی استخر را به‌طور عمده ناشی از افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش عرضه نیتروژن و فسفر در اثر این نوع آب آبیاری اعلام نمود.

منابع

اکبری‌نیا، ا.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف.، رضایی، م. ب. و شریفی عاشورآبادی، ا. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاه دارویی زنیان. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۶۱. ص ۴۱-۳۲.

قراچورلو، م. ۱۳۹۰. طراحی نظام مدیریت پایش کیفیت گندم. دانشکده‌ی علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. ص ۸-۶.
معینی، م. م. و بهشتی، ع. ۱۳۸۰. استخرهای دو منظوره پرورش ماهی قزل‌آلا و اثر آن بر حاصلخیزی خاک و عملکرد محصولات زراعی در کرمانشاه. انتشارات دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه. ص ۵-۱.
میردار، ج.، ارشدی، ع.، چوپانی، ا. و حیدری، م.ر. ۱۳۸۸. بررسی کیفیت آب استخرهای دو منظوره ذخیره کشاورزی و پرورش ماهی قزل‌آلا در منطقه‌سیستان. اولین همایش ملی اصلاح الگوی مصرف با محوریت منابع طبیعی، کشاورزی و دامپزشکی. ص ۹-۱.
یوسفی، ب. ۱۳۸۰. بررسی اثر آب خروجی استخرهای دو منظوره بر حاصلخیزی خاك و محصولات کشاورزی (گندم، یونجه و سیب‌زمینی) در منطقه قروه کردستان. مجله‌پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، سال ۳، شماره‌ی ۱۴. ص ۵۳-۴۶.
Pooja Devi, A. B. ۲۰۱۳. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. Intern. J. Environ. Sci. ۳ (۶): ۱۹۸۰- ۲۰۰۹ pp.
Wood, C. W. ۲۰۰۰. Use of Pond Effluent for Irrigation in an Integrated Crop/ Aquaculyure system. Efflu. Pollu. Res. ۷۰-۷۸ pp.
Wood, C. W. ۲۰۰۱. Use of Pond Effluent for Irrigation in an Integrated Crop/ Aquaculyure system. Effluents and Pollution Research. ۱۰۵-۱۰۷ pp.

Abstract

Improving agriculture and growth of its indexes are the most important problems that must be considered for increasing of production level. Despite use of fertilizers increased agricultural production but it will cause environmental problems. Therefore, farmers should minimize use of chemical fertilizers and be used organic fertilizers have favorable effects on the quantity and quality of agricultural products. In the design, the effect of effluent water fish ponds were investigated on Wheat yield in Aspass plains. The results showed fish breeding pond pool water increased number of tillers per plant, number of ears per plant, spike, weight of grain thousand, grain and straw yield. Concentration of nitrate, phosphate, O_2, CO_2 and pH were more in fish pond effluent water than spring water.

تاثیر پلیمرهای محلول در آب بر رشد گیاه ذرت در دو خاك سبك و سنگین بافت

طاهره منصوری [۱]، احمد گلچین [۲]، امیرحسین مهدی مطلق [۳]، علیرضا قیاسوند [۳] ، معصومه سلگی [۳]
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ۲- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ۳- دانشجو کارشناسی خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده
به منظور بررسی تاثیر پلیمرهای پلی اکریل‌آمیدی محلول در آب بر رشد گیاه ذرت در دو خاك سبك و سنگین بافت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورها شامل انواع مختلف پلیمر (دو نوع آنیونی و یک نوع غیر یونی) و سطوح مختلف پلیمر(صفر، نسبت وزنی ۱ به ۵ و ۱ به ۱ پلیمر به آب) بودند. نتایج نشان داد که کاربرد پلیمرها در خاك شنی سبب کاهش و در خاك رسی سبب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر،وزن ساقه، ریشه و وزن کل گیاه ذرت گردید. در خاك رسی با افزایش غلظت پلیمرها درصد جوانه‌زنی بذر، وزن ساقه، ریشه و وزن کل گیاه ذرت افزایش و در خاک شنی کاهش یافت.
واژه های کلیدی: پلیمر پلی اکریل آمید، گیاه ذرت، درصد جوانه‌زنی، وزن گیاه،بافت خاك

مقدمه
کلمه پلی اکریل آمید یك اصطلاح کلی در شیمی است و به گروه وسیعی از ترکیبات اشاره دارد. یکی از پلیمرهای مصنوعی که در بهبود خصوصیات فیزیکی خاك و کاهش فرسایش پذیری آن بسیار موثر است پلی اکریل آمید (PAM) است (والاس و والاس،۱۹۸۷). کاربرد پلی اکریل آمید در افزایش پایداری خاکدانه‌ها، کاهش فرسایش خاك، افزایش نفوذ آب در خاك، افزایش رشد و عملکرد گیاه موثر است.(سیبالد ۱۹۹۴). پلیمرها از جمله پلیمرهای پلی اکریل آمیدی میتوانند رس و سیلت دیسپرس شده را فولکوله نموده و باعث کاهش جابجایی آن‌ها شده و میزان نفوذ آب به درون خاك را افزایش دهند پلیمرها به عنوان اصلاح کننده خ اك، تاثیرات زیادی بر خصوصیات فیزیکی خاك رسی میگذارند که موجب بهبود محیط رشد گیاه میشود. از جمله‌ی این خصوصیات میتوان به افزایش تخلخل خاك و بهبود وضعیت تهویه ای آن اشاره نمود. پلیمرها همچنین با تاثیر بر خصوصیات شیمیایی خاك مانند اسیدیته، منجر به افزایش قابلیت جذب برخی عناصر ضروری مورد نیاز گیاه و متعاقبا افزایش رشد آن میشوند. کوك و نلسون (۱۹۸۰) گزارش نمودند که کاربرد پلی اکریل آمید محلول در سطح خاك بطور معنی داری میزان تخریب خاکدانه‌ها و تشکیل سله را کاهش میدهد و بواسطه‌ی بالا نگهداشتن نفوذپذیری و بهبود بخشیدن تهویه خاك بستر مناسبی برای جوانه زنی و سبز شدن بذر فراهم میآورد.گزارش شده است که در نتیجه کاربرد PAM مقدار بیومس گیاه و عملکرد دانه افزایش یافت (استرن و همکاران، ۱۹۹۲). والاس و والاس (۱۹۸۶) بیان کردند که در نتیجه کاربرد PAM سرعت خروج بذر و همچنین وزن گوجه فرنگی، پنبه و کائوچو افزایش یافت. تاثیر PAM بر رشد و عملکرد گیاه بخاطر بهبود شرایط فیزیکی خاك از جمله افزایش تهویه و سرعت نفوذ آب در خاك و کاهش سله صورت میپذیرد. والاس و همکاران (b۱۹۸۶) بیان کردند کاربرد PAM با بهبود تهویه و زهکشی خاك منجر به کاهش مقدار کلروز در گیاه سویا شد. گوایوی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که پلیمرهای آبدوست به سه طریق افزایش تامین کاتیون‌های مورد
نیاز گیاه، افزایش ظرفیت نگهداشت آب در خاك و متعاقبا افزایش تامین آب مورد نیاز گیاه، کاهش فراهمی زیستی فلزهای سمی در نتیجه کلاته کردن و برقراری پیوند یونی با فلزات، رشد گیاه را افزایش میدهند. هدف این مطالعه عبارت بود از بررسی تاثیر پلیمرهای پلی اکریل‌آمیدی محلول در آب بر رشد گیاه ذرت در دو خاك سبك و سنگین بافت.

مواد و روش‌ها
نیاز گیاه، افزایش ظرفیت نگهداشت آب در خاك و متعاقبا افزایش تامین آب مورد نیاز گیاه، کاهش فراهمی زیستی فلزهای سمی در نتیجه کلاته کردن و برقراری پیوند یونی با فلزات، رشد گیاه را افزایش میدهند. هدف این مطالعه عبارت بود از بررسی تاثیر پلیمرهای پلی اکریل‌آمیدی محلول در آب بر رشد گیاه ذرت در دو خاك سبك و سنگین بافت.

جدول ۱- برخی ویژگیهای فیزیکی- شیمیایی خاك

بافت خاك	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (ds/m)	اهك %	کربن آلی %	نسبت جذب سدیم (SAR)
شنی لومی	۲۸/۸	۷/۱	۷۸/۱۶	۲۱/۰	۱۶/۰
رسی شنی	۹۶/۶	۵۱/۲۴	۱۸/۱۹	۸۹/۰	۱۷/۰

ازسه نوع پلیمر در سه سطح استفاده شد که برخی از خصوصیات آن‌ها را در جدول ۲ آمده است. پلیمر R-۶۵با علامت اختصاری V_1، پلیمر R-۷با علامت اختصاری V_2، پلیمر R-۵با علامت اختصاری V_3 نمایش داده شده است. غلظت‌های اعمال شده بر روی هر خاك شامل غلظت صفر به عنوان شاهد (خاك با آب مقطر)، C_2(نسبت وزنی ۱ به ۵ پلیمر به آب) و C_3(نسبت وزنی ۱ به ۱ پلیمر به آب) میباشد. در حقیقت ابتدا رطوبت ظرفیت زراعی هر یك از خاك‌ها تعیین گردید. سپس براساس رطوبت لازم، پلیمر مورد نیاز به نسبت‌های مختلف تهیه و بر روی خاك‌ها اسپری شد.

جدول ۲- خصوصیات پلیمرهای مورد استفاده

نام پلیمر	علامت اختصاری	رنگ	ساختار	سیستم تعلیقی	درصد مواد جامد	اسیدیته	ویسکوزیته (cp)	چگالی (g/cm^3)
R-۶۵	V_1	شیری	غیر شبکه ای	آنیونی	۵۰±۱	۵/۸-۵/۷	۶۰۰۰-۳۰۰۰	۱/۲
R-۷	V_2	شیری	غیر شبکه ای	آنیونی	۵۰±۱	۹-۸	۹۰۰۰-۴۰۰۰	۰۱/۱
R-۵	V_3	سفید شیری	شبکه ای	غیریونی	۴۵±۱	۳-۲	۱۰۰۰	۱/۱

سپس تعداد پنج بذر سالم در داخل هر گلدان کشت شد. در طول آزمایش رطوبت گلدان‌ها در حد رطوبت ظرفیت زراعی نگهداشته شد. پس از کشت بذرها، تعداد بذرهای سبز شده در هر گلدان مورد شمارش قرار گرفته و درصد جوانه زنی آن‌ها مطابق فرمول زیر محاسبه گردید.پس از جوانه زنی و اطمینان از استقرار کامل جوانه‌ها و شمارش آن‌ها، داخل هر گلدان فقط سه جوانه باقی گذاشته و بقیه جوانه ها حذف گردید. در مرحله قبل از گلدهی (۶۰-۴۵ روز) برداشت گیاه انجام شد. پس از شستشوی بخش‌های هوایی و زیرزمینی ذرت، بطور جداگانه در آون در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد و به مدت ۷۲ ساعت خشک شده و سپس توزین گردیدند.

$$\text{درصد جوانه زنی} = \frac{\text{تعداد بذر سبز شده}}{\text{تعداد کل بذر کشت شده}}$$

این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول انواع مختلف پلیمر و فاکتور دوم سطوح مختلف پلیمر بودند. به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده های آزمایشی از نرم افزار MSTATC استفاده گردید. مقایسات میانگین در سطح آماری یك درصد بوسیله آزمون دانکن انجام پذیرفت و نمودارها به کمك نرم افزار EXCEL ترسیم گردید.

نتایج و بحث

تاثیر نوع پلیمر بر درصد جوانه‌زنی بذر فقط در خاك شنی در سطح احتمال ۱% معنیدار بود (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر نوع و غلظت پلیمرهای مختلف بر شاخص‌های گیاهی

منابع تغییرات	درجه آزادی	خاک شنی				خاک رسی			
		درصد جوانه زنی	وزن ساقه	وزن ریشه	وزن کل	درصد جوانه زنی	وزن ساقه	وزن ریشه	وزن کل
(پلیمر)	۲	۱۴۸/۵۴۸**	۰۰۷/۰**	۰۵۵/۰**	۰۹۳/۰ **	ns۸۱۵/۴۱۴	۰۱/۰**	۰۰۹/۰**	۰۴۵/۰ **
(غلظت)	۲	۷۰۴/۲۹۰۳**	۱۰۶/۰**	۰۹۹/۰**	۴۱/۰**	** ۱۴۸/۱۳۴۸	۳۹۳/۰**	۰۷۲/۰**	۸۰۶/۰**
اثر متقابل پلیمر*غلظت	۴	۰۳۷/۲۳۷*	۰۱۸/۰**	۰۱۹/۰	۰۶۴/۰**	ns۱۴۸/۱۴۸	۰۰۳/۰	۰۰۹/۰**	۰۱۵/۰**
خطا	۱۸	۰۷۴/۷۴	۰۰۱/۰	۰۰۵/۰	۰۱/۰	۱۳۳/۱۳۳	۰۰۱/۰	۰۰۱/۰	۰۰۰۳/۰
C.V (%)		۶۶/۱۰	۲۴/۱۳	۱۵/۱۵	۰۲/۱۳	۹۶/۲۱	۵۹/۸	۸۷/۱۵	۴۹/۳

کاربرد پلیمرها در خاك شنی سبب کاهش درصد جوانه‌زنی بذر شد. در این خاك کمترین کاهش درصد جوانه‌زنی بذر توسط پلیمر V_2 و بیشترین کاهش آن توسط پلیمر V_3اتفاق افتاد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسات میانگین اثر نوع پلیمر بر روی وزن کل، وزن ریشه، وزن ساقه، درصد جوانه زنی ذرت

پلیمر	خاک شنی			خاک رسی		
	درصد جوانه زنی	وزن کل	وزن ریشه	وزن ساقه	وزن کل	وزن ریشه	وزن ساقه
V_1	b ۸۰	b ۷۵۰۶/۰	a ۴۹۷۳/۰	b ۲۵۳۱/۰	a ۵۵۴/۰	a ۲۲۹/۰	a ۳۲۶/۰
V_2	a ۸۹/۸۸	a ۸۵۲۹/۰	a ۵۵۲۳/۰	a ۳۰۰۴/۰	b ۴۴۸/۰	b ۱۷۵/۰	ab ۲۷۴/۰
V_3	b ۳۳/۷۳	c ۶۷۹۱/۰	b ۳۹۸۳/۰	b ۲۵۰۷/۰	a ۵۶۴/۰	a ۲۲۸/۰	a ۳۳۶/۰
LSD	۵۲۴/۸	۰۹۹/۰	۰۷/۰	۰۳۱۳۲/۰	۰۱۷۱۵/۰	۰۳۱۳۲/۰	۰۳۱۳۲/۰

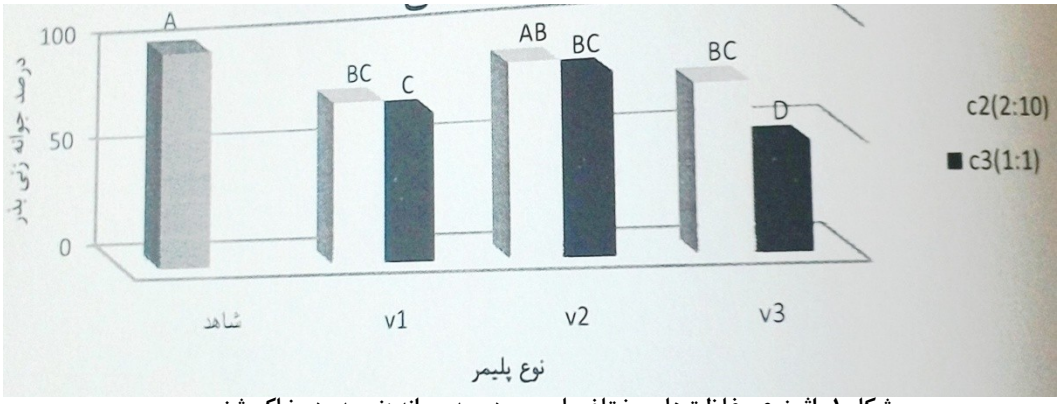
اثر غلظت‌های مختلف پلیمر بر درصد جوانه‌زنی بذر در هر دو خاك مورد مطالعه در سطح احتمال ۱% معنیدار بود(جدول ۳). در خاك شنی با افزایش غلظت از درصد جوانه‌زنی بذر کاسته شد (جدول ۵) ولی در خاك رسی با افزایش غلظت پلیمرها به درصد

جوانه‌زنی بذر افزوده شد (جدول ۵). این امر احتمالا به این دلیل میباشد که پلیمرها در خاک رسی با تقویت نمودن خاکدانه سازی و بهبود ساختمان خاک، خاک را از نظر میزان نفوذ و تهویه برای رشد و جوانه‌زنی بذر مناسب ساخته‌اند. اما در خاک شنی پلیمرها با افزایش نفوذپذیری خاک، عناصر غذایی را برای ریشه‌ی گیاه غیر قابل دسترس نموده و در نتیجه‌ی این امر، کاهش در درصد جوانه زنی بذر و رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاه اتفاق افتاده است.

جدول ۵- مقایسات میانگین اثر غلظت پلیمر بر روی وزن کل، وزن ریشه، وزن ساقه، درصد جوانه زنی ذرت

	خاک شنی				خاک رسی			
غلظت	وزن کل	وزن ریشه	وزن ساقه	درصد جوانه زنی	وزن کل	وزن ریشه	وزن ساقه	درصد جوانه زنی
C_2	b ۷۴۱۶/۰	b ۴۷۰۱/۰	b ۲۷۱۴/۰	b ۷۸/۷۷	b ۴۶۵/۰	b ۲۰۲/۰	b ۲۶۳/۰	a ۳۳/۵۳
C_3	c ۵۴۲۳/۰	c ۳۸۴۶/۰	c ۱۵۷۸/۰	c ۶۴/۴۴	a ۸۴۶/۰	a ۳۰۴/۰	a ۵۴۲/۰	a ۴۴/۶۴
شاهد	a ۹۶۸۷/۰	a ۵۹۳۳/۰	a ۳۷۵۰/۰	a ۱۰۰	c ۲۵۸/۰	c ۱۲۵/۰	c ۱۳۳/۰	b ۴۰
LSD	۱/۰	۰۷/۰	۰۳۱۳۲/۰	۵۲۴/۸	۰۱۷۱۵/۰	۰۳۱۳۲/۰	۰۳۱۳۲/۰	۴۴/۱۱

اثر متقابل غلظت و نوع پلیمر فقط در خاک شنی در سطح احتمال ۵% معنی دار بود (جدول ۳) و بیشترین کاهش درصد جوانه‌زنی بذر توسط غلظت C_3 پلیمر V_2 و کمترین کاهش آن توسط غلظت C_2 پلیمر V_2 ایجاد گردید (به ترتیب ۵۰ و ۳/۱۳ درصد کمتر از شاهد). در این خاک بین غلظت‌های C_2 و C_3پلیمرهای V_1و V_2 اختلاف معنیداری وجود نداشت. همچنین بین غلظت C ۲پلیمر V_2 و شاهد اختلاف معنیداری مشاهده نشد (شکل ۱).



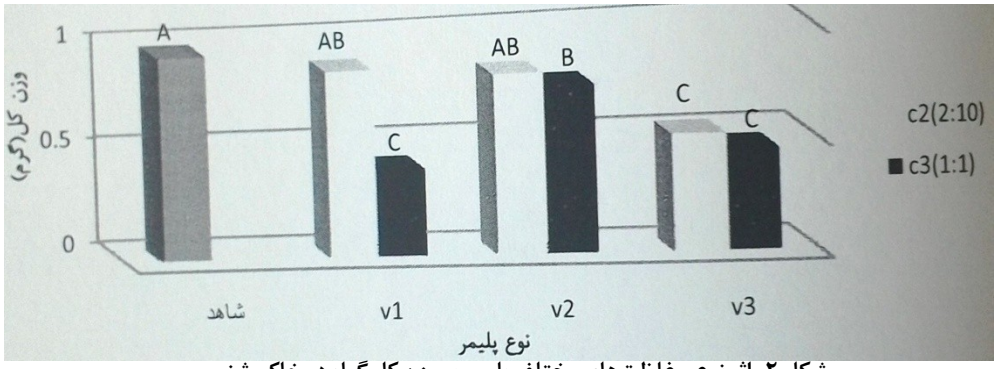
شکل ۱-اثر نوع و غلظت‌های مختلف پلیمر بر درصد جوانه زنی بدر در خاک شنی

اثر نوع پلیمر بر وزن ساقه در خاک شنی در سطح احتمال ۵% و در خاک رسی در سطح احتمال ۱% معنی دار بود (جدول ۳). کاربرد پلیمرها در خاک شنی سبب کاهش وزن ساقه و در خاک رسی سبب افزایش وزن آن گردید. در خاک شنی پلیمرهای V_2 و V_3 به ترتیب کمترین و بیشترین کاهش در وزن ساقه را سبب شدند و در خاک رسی پلیمر بیشترین V_3 و V_2 کمترین افزایش در وزن ساقه را ایجاد نمودند که این امر ظاهرا به دلیل کاهش مقدار آب قابل استفاده‌ی گیاه توسط پلیمر V_2 میباشد(جدول ۴). اثر غلظت‌های مختلف پلیمر بر وزن ساقه در هر دو خاک مورد مطالعه، در سطح احتمال ۱% معنیدار بود(جدول ۳). در خاک شنی با افزایش غلظتپلیمرهاوزن ساقه کاهش یافت ولی در خاک رسی به وزن ساقه افزایش یافت (جدول ۵). اثر متقابل غلظت و نوع پلیمر بر وزن ساقه در خاک شنی در سطح احتمال ۱% و در خاک رسی در سطح احتمال ۵% معنی دار بود (جدول ۳). در خاک شنی بیشترین کاهش در وزن ساقه توسط غلظت C_2پلیمر V_1(۸۶ درصد کمتر از شاهد) و کمترین کاهش (۱۱ درصد کمتر از شاهد) توسط غلظت C ۲پلیمر V_1ایجاد شد. در این خاک بین غلظت C_2 پلیمر V_1 و شاهد و همچنین بین غلظت‌های C_2 و C_3 پلیمرهای V_2 و V_3 اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در خاک رسی بیشترین افزایش در وزن ساقه توسط غلظت C_3 پلیمر V_2 ایجاد شد (۳ برابر شاهد) و کمترین افزایش توسط غلظت C_2 پلیمر V_2 (۶/۰ بیشتر از شاهد) ایجاد شد. در این خاک بین غلظت C_2پلیمرهای V_1و V_3اختلاف معنی داری وجود نداشت.

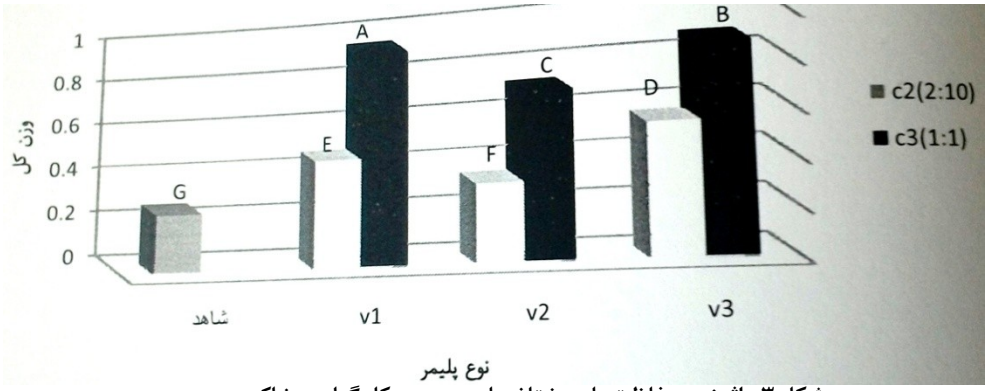
اثر نوع پلیمر بر وزن ریشه در هر دو خاک در سطح احتمال ۱% معنی دار بود (جدول ۳).کاربرد پلیمرها در خاک شنی سبب کاهش و در خاک رسی سبب افزایش وزن ریشه گردید. در خاک رسی پلیمر V_1 بیشترین و پلیمر V_2 کمترینمقدار افزایش در وزن ریشه را سبب شدند اما در خاک شنی پلیمر V_3 بیشترین کاهش در وزن ریشه و پلیمر V_2 کمترین کاهش در وزن ریشه را سبب شد (جدول ۴).اثر غلظت‌های مختلف پلیمر بر وزن ریشه در هر دو خاک مورد مطالعه، در سطح احتمال ۱% معنیدار بود (جدول ۳).با افزایش غلظت پلیمر در خاک شنی وزن ریشه کاهشودر خاک رسی افزایش یافت (جدول ۵). اثر متقابل غلظت و نوع پلیمر بر وزن ریشه در خاک رسی در سطح احتمال ۱% و در خاک شنی در سطح احتمال ۵% معنی دار بود (جدول ۳). در خاک شنی بیشترین کاهش در وزن ریشه توسط غلظت C_2 پلیمر V_2 و کمترین کاهش توسط غلظت C_2 پلیمر V_2 ایجاد شد که بیشترین کاهش در وزن ریشه ۵۱ درصد کمتر از شاهد و کمترین کاهش ۶ درصد کمتر از شاهد بود. در این خاک بین غلظت‌های C_2 و C_3 پلیمر V_2 و غلظت C_2 پلیمر V_1 با شاهد اختلاف معنی داری وجود نداشت. در خاک رسی بیشترین افزایش در وزن ریشه توسط غلظت C_3 پلیمر V_1 و کمترین

افزایش توسط غلظت C_2 پلیمر V_2 ایجاد شد. در این خاک بین غلظت C_2 پلیمرهای V_1 و V_2 با شاهد اختلاف معنی داری مشاهده نشد. اینگونه به نظر میرسد که افزودن پلیمر به خاک شنی باعث چسبانیدن ذرات به یکدیگر و ایجاد خلل و فرج‌های بزرگ میشود که کاهش آب مورد نیاز گیاه و شسته شدن عناصر غذایی موجود در خاک و در نتیجه کاهش رشد ساقه و رشد گیاه را بدنبال دارد. اما در خاک رسی پلیمرها با تشکیل خاکدانه‌های نسبتا بزرگ و بهبود ساختمان خاک علاوه بر افزایش تهویه خاک، منجر به افزایش رشد ریشه و جذب عناصر غذایی قابل استفاده گیاه نیز میشوند.

اثر نوع پلیمر بر وزن کل گیاه، در هر دو خاک در سطح احتمال ۱% معنی دار بود(جدول ۳). کاربرد پلیمرها در خاک شنی سبب کاهش و در خاک رسی سبب افزایش وزن کل گیاه ذرت شد. در خاک رسی پلیمر V_2بیشترین افزایش و پلیمر V_2کمترین افزایش وزن کل گیاه راسبب شدنداما در خاک شنی پلیمر V_2کمترین کاهش و پلیمر V_3بیشترین کاهش وزن کل گیاه را سبب شدند (جدول ۴).اثر غلظت‌های مختلف پلیمر بر وزن کل گیاه در هر دو خاک مورد مطالعه، در سطح احتمال ۱% معنیدار بود(جدول ۳). با افزایش غلظتپلیمرهادر خاک شنی از وزن کل گیاه کاسته شد ولی در خاک رسی به آن افزوده شد (جدول ۵).اثر متقابل غلظت و نوع پلیمر بر وزن کل در هر دو خاک در سطح احتمال ۱% معنی دار بود (جدول ۳). در خاک شنی بیشترین کاهش در وزن کل گیاه توسط غلظت C_2 پلیمر V_1 و کمترین کاهش توسط غلظت C_2 پلیمر V_1 ایجاد شد که بیشترین کاهش در وزن کل ۵۸ درصد کمتر از شاهد و کمترین کاهش ۱۰ درصد کمتر از شاهد بود. در این خاک بین غلظت‌های C_2 پلیمرهای V_1 و V_2 و شاهد اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۲). میتوان اینگونه نتیجه گرفت که به دلیل پایین بودن ظرفیت حفظ آب و مواد غذایی خاک، بخصوص در زمین‌های شنی، مقادیر زیادی از آب باران و آب آبیاری از طریق شستشو و تبخیر به هدر رفته و مواد غذایی خاک نیز در محدوده ریشه با آب شسته شده است. با افزودن پلیمرهای محلول در آب به خاک و افزایش تخلخل خاک، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از دسترس ریشه خارج میشوند که مانعی بر رشد گیاه بوده و همین امر نیز باعث کاهش وزن گیاه میشود. در خاک رسی بیشترین افزایش در وزن کل گیاه توسط غلظت C_2 پلیمر V_1(۶۲/۲ برابر شاهد)و کمترین افزایش توسط غلظت C_2 پلیمر V_2(۲۹/ ۰برابر شاهد)ایجاد شد (شکل ۳).



شکل ۲-اثر نوع و غلظت‌های مختلف پلیمر بر وزن کل گیاه در خاک شنی



شکل ۳- اثر نوع و غلظت‌های مختلف پلیمر بر وزن کل گیاه در خاک رسی

منابع

Cook, D. F., and Nelson, S. D. ۱۹۸۰. Effect of polyacrylamide on seedling emergence in crust-forming soils. Soil. Sci. ۱۴۱: ۳۲۸-۳۳۳.

Day, R. ۱۹۶۵. Particle fractionation and particle size analysis. In: C. A. Black et al (ed.) Methods of soil analysis. Part ۱. P: ۵۴۵-۵۶۶. Ser. No. ۹. ASA. Madison. WI.

Guiwei, Q., Varennes, A. D. and Cunha-Queda,C. ۲۰۰۸. Remediation of a mine soil with insoluble polyacrylate polymers enhances soil quality and plant growth. Soil Use and Management. ۲۴: ۳۵۰-۳۶۵.

Nelson, R. E. ۱۹۸۲. Carbonate and gypsum. P. ۱۸۱-۱۹۶. In A.L. Page (ed), Methods of soil analysis. Part ۲. ۲nd ed. Chemical and microbiological properties. Agronomy monograph no.۹. SSSA and ASA. Madison, WI.

Seybold, C. A. ۱۹۹۴. Polyacrylamide review: soil conditioning and environmental fate. Communications in Soil Science and Plant Analysis. ۲۵: ۲۱۷۱-۲۱۸۷.Stern.R., Van Der Merwe, A. J.,Laker,M. C. and Shainberg,I.۱۹۹۲. Effect of soil surface treatment on runoff and wheat yields under irrigation.Agronomy Journal. ۸۴: ۱۱۴-۱۱۹.

Page, A.L., R. H. Miller, and D.R. Keeney. ۱۹۸۲. Methods of soil analysis. Part۲. Chemical microbiological properties. American Society of Agronomy. Inc. Soil Science of America. Inc. Madison. Wisconsin. USA.

Wallace, A., G. A. Wallace. ۱۹۸۶. Polyacrylamid (PAM) and soils. Soil. Sci. ۱۴۱: ۳۳۴-۳۴۲.

Wallace, A., Wallace,G. A. ۱۹۸۶. Effects of soil conditioners on emergence and growth of tomato, cotton and lettuce seedlings.Soil. Sci. ۱۴۱:۳۱۳-۳۱۶.

Wallace, A., WallaceG. A., Abouzamzam, A. M. and Cha.J. W. ۱۹۸۶b. Effects of polyacrylamide soil conditioner on the iron status of soyben plants. Soil Science. ۱۴۱: ۳۶۸-۳۷۰.

Wallace, A and Wallace,G. A. ۱۹۸۷. Conditionerigation: New process proves successful. Irrigation journal. ۳۷:۱۲-۱۵.

Abstract

In order toevaluate the effect ofwater-solublePolyacrylamid polymerson the growthof corn in sandy and clay soils afactorial experiment were conducted in acompletely randomized designwith threereplications.Factorswere different types ofpolymers(anionicandnon-ionictype) anddifferent levels ofpolymer(zero, weight ratio of۱: ۵and۱: ۱polymerto water). The results showedthat the use ofpolymersin sandysoilreduces and in clay soil increases theseedgermination percentage, the weight of shoot,rootandtotal weightof corn. In clay soil theseedgermination percentage, weight of shoot, rootsandtotal weight ofcornincreasedand in sandy soil decreasedby increasing the concentration of polymers.

بررسی آلودگی فلز آرسنیک با استفاده از شاخص زمین‌انباشتگی در خاک‌های جزیره هرمز

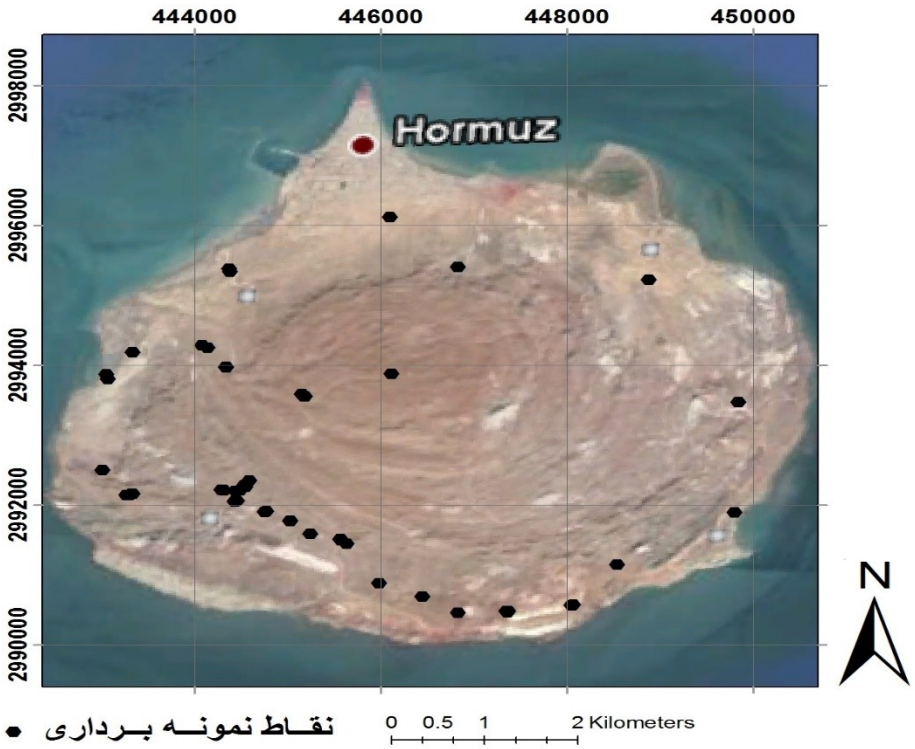
فاطمه عباس‌زاده [۱]، حیدرضا جلالی [۲] ،اعظم جعفری [۳]
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، [۲]- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، [۳]- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده
فلزات سنگین به طور طبیعی در همه خاک‌ها وجود دارند، اما آلودگی خاک به فلزات سنگین به دلایلی همچون هوازدگی و فرسایش، استفاده از سموم کشاورزی و افزایش روزافزون فعالیت‌های بشری روی می‌دهد. هدف از این پژوهش بررسی آلودگی فلز آرسنیک با کمک شاخص زمین انباشتگی در خاک‌های جزیره هرمز است. برای این کار ۵۸ نمونه خاک سطحی(۳۰-۰) از منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری و مقدار کل غلظت عنصر آرسنیک به استفاده از روش هضم چهار اسید و به کمک دستگاه (ICP-OES) اندازه‌گیری شد. از شاخص زمین انباشتگی جهت ارزیابی عنصر آرسنیک استفاده شد. محاسبات حاصل از شاخص زمین‌انباشت نشان از آلودگی متوسط تا زیاد عنصر آرسنیک در خاک‌های منطقه مورد مطالعه دارد.
کلمات کلیدی: آرسنیک، شاخص زمین انباشتگی، جزیره هرمز

مقدمه
در میان آلاینده‌های محیطی، فلزات سنگین به دلیل غیر قابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیکی که بر موجودات زنده در غلظت‌های کم دارند، از اهمیت خاصی برخوردارند. این عناصر به دلیل تحرک کم به مرور در خاک انباشته می‌شوند. انباشت این عناصر در خاک در نهایت باعث ورود آنها به چرخه غذایی و تهدید سلامت انسان و سایر موجودات می‌شود. آرسنیک یکی از سمی‌ترین عناصر است. جذب مقدار زیادی آرسنیک غیرآلی، احتمال بروز سرطان، به‌ویژه سرطان پوست، سرطان ریه، کبد و غدد لنفاوی را افزایش می‌دهد. لذا بررسی توزیع غلظت عناصر سنگین جهت پایش آلودگی خاک و حفظ کیفیت محیط زیست ضروری است. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع از منابع متفاوتی وارد محیط زیست می‌شوند. میزان ورود این فلزات سنگین به داخل محیط زیست بسیار فراتر از میزانی است که به وسیله فرآیندهای طبیعی برداشت می‌شود. بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط‌زیست قابل ملاحظه است. بهویان و همکاران آلودگی فلزات سنگین را با استفاده از چندین شاخص، غنی شدگی،زمین انباشتگی و بار آلودگی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان از غنی‌شدگی معنی‌داری خاک‌ها با فلزات تیتانیوم، منگنز،روی، سرب، آرسنیک، آهن، استرانسیم و آنتیموان حاصل از ورودی فعالیت‌های معدنی بود (Bhuiyana et al,۲۰۱۰).پایداری زیاد این فلزات در آب، خاک و حتی بدن جانداران باعث ایجاد خطرات عمده در محیط زیست و سلامت انسان می‌شود. در دست داشتن اطلاعات در خصوص انباشت این عناصر می‌تواند ما را درجهت مدیریت توسعه پایدار و ایجاد محیط زیستی امن‌تر کمک نماید. پژوهش حاضر باهدف تعیین میزان آلودگی فلزسنگین آرسنیک در جزیره هرمز با استفاده از شاخص زمین‌انباشتگی و همچنین ارزیابی وضعیت آلودگی خاک منطقه مورد مطالعه به این فلز انجام گرفت.

مواد وروش‌ها
منطقه مورد مطالعه
جزیره هرمزبا ۹/۴۱ کیلومتر مربع وسعت در فاصله ۱۸ کیلومتری جنوب غربیبندرعباس در آب‌های خلیج فارس واقع شده است . این جزیره از نظر تقسیمات سیاسی استان جزء شهرستان قشم می‌باشد. سطح جزیره هرمز را طبقات رسوبی و آتشفشانی تشکیل داده و طبقات نمکی به صورت تپه‌های نمکی، قسمت اعظم جزیره را پوشانده که اکثراً نمک طعام می‌باشد. بلندترین نقطه آن ۱۸۶ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و بزرگترین قطر آن ۸ کیلومتر است. این جزیره بین مختصات جغرافیایی ۲۵ ′۵۶ درجه تا ۳۱ °۵۶ درجه طول شرقی و ۲ ′۲۷ درجه تا ۶ °۲۷ درجه عرض شمالی قرار گرفته است. آب و هوای هرمز از بندرعباس ملایم‌تراست. درجه حرارت در فصل تابستان تا ۴۰ درجه سانتیگراد بالای صفر می‌رسد و میزان بارندگی آن بین ۳۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر در نوسان است. میزان رطوبت نسبی جزیره بین ۳۰ تا ۱۰۰ درصد می‌باشد.
نمونه برداری
تعداد ۵۸ نمونه خاک سطحی از عمق ۰ -۳۰cm جمع‌آوری شد. به دلیل ناهمواری‌های موجود در منطقه مورد مطالعه، موقعیت نمونه‌ها از یکنواختی یکسانی برخوردار نیست، به عبارت دیگر با درنظر گرفتن وضعیت توپوگرافی منطقه، نوع کاربری‌های موجود و همچنین سازندهای موجود در منطقه، سیستم نمونه‌برداری هدفمند بر سیستم نمونه‌برداری سیستماتیک و با فواصل یکسان ترجیح داده شد. بعد از هوا خشک کردن نمونه‌ها در دمای محیط، نمونه‌ها از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند و سرانجام مقدار غلظت

عنصر سنگین در نمونه‌های خاک به وسیله دستگاه ICP-OES[۱۳۱] اندازه‌گیری شد. پراکنش نقاط اندازه‌گیری شده در شکل(۱)نشان داده شده است.



شکل۱- پراکنش نقاط نمونه برداری

نتایج

بررسی آلودگی محیطی در خاک‌های منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش جهت بررسی آلودگی محیطی در خاک‌های منطقه مورد مطالعه از معیار شاخص زمین‌انباشتگی استفاده شده است.

شاخص زمین انباشتگی(Igeo)[۱۳۲]

این شاخص یکی از کاربردی ترین شاخص‌های زیست‌محیطی می‌باشد که اولین بار توسط Muller در سال ۱۹۶۹ پیشنهاد شد و سپس توسط Fostner و همکاران (۱۹۹۰) برای اندازه‌گیری درجه کمی آلودگی فلزات در رسوبات مورد استفاده قرار گرفت.

$$I_{geo} = log_2\left[\frac{C_n}{1.5B_n}\right] \quad (۱)$$

در رابطه فوق Igeo شاخص زمین انباشتگی، C_nغلظت عنصر مورد نظر و B_nمقدار همان عنصر در نمونه مرجع می‌باشد. در رابطه فوق ضریب ۵/۱ به عنوان عامل تصحیح برای شار طبیعی یا زمین شناختی عناصر در نظر گرفته شده است. نتایج به دست آمده از ضریب و یا شاخص زمین‌انباشت به کلاس‌های متفاوتی از آلودگی تقسیم می‌شوند.

جدول(۱): کلاس‌های شاخص تجمع و کیفیت خاک (Igeo)

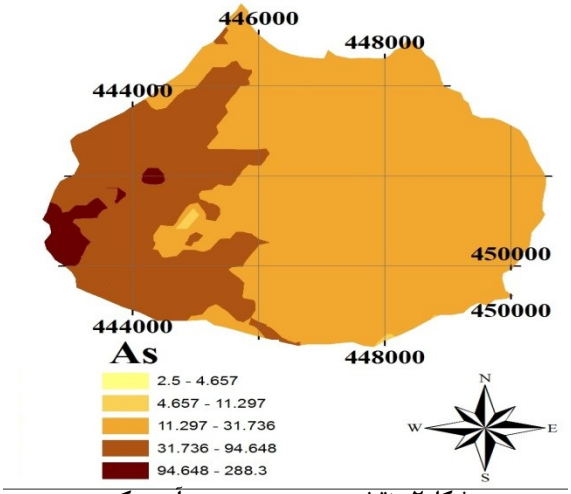
کیفیت خاک	مقدار Igeo	کلاس Igeo

[۱۳۱].Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometers

[۱۳۲].Geoaccumulation Index

غیرآلوده	۰	۱
غیرآلوده تا آلودگی متوسط	۱-۰	۲
آلودگی متوسط	۲-۱	۳
آلودگی متوسط تا آلودگی زیاد	۳-۲	۴
آلودگی زیاد	۴-۳	۵
آلودگی زیاد تا بسیار زیاد	۵-۴	۶
آلودگی بسیار زیاد	۵ <	۷

با توجه به طبقه‌بندی شاخص زمین‌انباشت، عنصر آرسنیک دارای درجه آلودگی(۳-۲) و در کلاس ۴ قرار دارد و از نظر کیفیت خاک در کلاس آلودگی متوسط تا آلودگی زیاد قرار دارد که این آلودگی منشا زمین‌زاد دارد، چرا که در این مناطق گنبدهای نمکی و سری هرمز که شامل سنگهای آهکی است قسمت اعظم مواد مادری منطقه را تشکیل می‌دهد. نقشه پهنه بندی عنصر آرسنیک در شکل(۲) نشان داده شده است.



شکل۲- نقشه پهنه بندی عنصر آرسنیک

همانطور که شکل(۲) نشان می‌دهد، مقدار عنصر آرسنیک در بخش‌های غربی جزیره بیش‌تر از بخش‌های شرقی و شمالی جزیره است.میزان بالای عنصر آرسنیک در این منطقه مربوط به ذخایر آهنی در منطقه است (Belousova et al,۲۰۰۲).

منابع

شمس‌الدین، ه. جلالی، و،ر. جعفری، ا.خراسانی‌پور، م. ۱۳۹۳.پهنه‌بندی غلظت آرسنیک در خاک‌های اطراف مس سرچشمه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) و زمین آمار. صفحه ۵۳. اولین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط‌زیست. دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان.

شهبازی، ع. سفیانیان،ع،ر. میرغفاری،ن،ا. عین‌قلابی،م،ر. ۱۳۹۱. بررسی آلودگی فلزات سنگین خاک با استفاده از شاخص‌های فاکتور آلودگی، زمین‌انباشتگی و شاخص جامع فاکتور آلودگی (مطالعه موردی: شهرستان نهاوند). محیط زیست و توسعه.جلد سوم. شماره‌ی ۵. صفحه‌های ۳۸-۳۱.

عظیم‌زاده، ب. خادمی، ح. ۱۳۹۲. تخمین غلظت زمینه برای ارزیابی آلودگی برخی فلزات سنگین در خاک‌های سطحی بخشی از استان استان مازندران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)جلد بیست و هفتم. شماره‌ی ۳. صفحه‌های ۵۵۹-۵۴۸.

Belousova E. A., Walters S., Suzanne Y., Griffin W. L., O'Reilly S. Y., Fisher N. I.۲۰۰۲."Apatite as an indicator mineral for mineral exploration: trace-element compositions and their relationship to host rock type", Journal of Geochemical Exploration ۷۶:۴۵-۶۹.

Bhuiyana, M. A. H.; Parvez, L.; Islam, M. A.; Dampare, S. B. and Suzukia, S. ۲۰۱۰. Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of Bangladesh, Journal of Hazardous Materials, ۱۷۳:۳۸۴-۳۹۲.

Abstract

The heavy metals are found in all soils naturally, but soil contamination by heavy metals for reasons such as weathering and erosion, use of agriculture pesticides and increased human activities occurs. This study aimed to investigatethemetal contamination in soils of Hormoz Island by using geoaccumulation index. For this purpose ۵۸ surface (۰-۳۰cm) soil samples were collected from the study area and the total concentration of Aselement was measured by using four acid digestion and inductively coupled plasma (ICP-OES) method. Calculation of geoaccumulation index shows medium to high pollution of As element in the soils of the study area.

اثر استفاده از شیرابه کمپوست زباله بر قابلیت جذب منگنز در عمق های ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متری خاک

علی غلامی [۱]، حدیث رضایی میرقاید [۲]، شهرام احمدی [۱]
عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز، ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد کشاورزی گرایش خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز

چکیده
این تحقیق در قالب یک طرح آماری اسپیلت پلات با تیمارهای اصلی شامل B: آبیاری با آب چاه منطقه به عنوان شاهد،R: تناوب آبیاری با شیرابه و آب چاه. تیمارهای فرعی شامل S: آبیاری قطره‌ای سطحی و SS: آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بود. عملیات اعمال تیمار ۲ ماه پس از استقرار نهالهای کاج و سرو دو ساله آغاز شد.نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۱درصدآزمون دانکن بین تیمارهای تناوب با شاهد از نظر کاهش pH، همچنین افزایش غلظت روی قابل جذب خاک وجود داشته و این افزایش متناسب با مقدار شیرابه اضافه شده بود. با گذشت زمان و کاربرد شیرابه متوسط pH، ۴۶/۰ کاهش و همچنین متوسط Cu قابل جذب در خاک ۰.۹۸ میلی گرم بر کیلوگرم افزایش نشان داد. لیکن با کاربرد شیرابه به دلیل کاهش موضعی pHخاک، قابلیت جذب مس خاک افزایش معنی‌داری را با تیمار شاهد داشت.

واژه های کلیدی: آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی، شیرابه کمپوست زباله، قابلیت جذب منگنز

مقدمه
یکی از مهمترین مشکلات جانبی تولیدکمپوست در کشور وجود مقادیر زیاد رطوبت در زباله‌های شهری است که منجر به تولیدشیرابه کمپوست میگردد(رضویطوسی و کریمیان، ۱۳۸۰).شیرابه حاصل علاوه برمقدار قابل ملاحظه‌ای مواد آلی، که می‌تواند باعث بهبود ساختمان و افزایش نفوذ پذیری خاک شود، حاوی عناصر غذایی شامل ازت، فسفر، پتاسیم و .... همچنین آهن، منگنز، مس، منگنز و مولیبدنمی‌باشد که می‌تواند مورد استفاده گیاهان قرار گیرد(محمدی‌نیا، ۱۳۷۴).ترکیب شیمیایی و فیزیکی شیرابه بسته به شرایط محیطی و مواد اولیه متغییر است (گندمکار، ۱۳۷۵).بیتردید ایجاد و تولید مواد زائد مصنوعیگریزناپذیر است، این در حالی است که نظام مدیریت موادزائد شهری ایران در شرایط نسبتاً بحرانی و به دور از وضعیت مطلوب قرار دارد بر کسیپوشیده نیست (عبدلی، ۱۳۸۴).تولید ضایعات شهری مسئله مهمی است کهاحتیاج به اطلاع کافی و ویژه‌ای دارد. این ضایعات شهری میتواند مجدداً با رعایت اصولایمنی بدون آسیب رسانی به محیطزیست استفاده شود. در سه دهه گذشته، استفاده ازفاضلاب برای آبیاری محصولات بویژه در مناطق خشک کشورهای صنعتی در خاورمیانه و درکشورهای در حال توسعه افزایش قابل توجهی داشته است. مهمترین عوامل تأثیرگذار برتوسعه کاربرد فاضلاب‌ها به صورت خلاصه عبارتند از(طباطبائی، ۲۰۰۱): ۱- کمبود آب مورد نیاز برای کشاورزی، ۲- بالا بودن هزینه فرآیندهای تصفیه پیشرفته فاضلاب، ۳- شناسایی ارزش عناصر غذایی موجود در فاضلاب و تاثیر مثبتفاضلاب در افزایش تولیدات کشاورزی.
ایران با وسعتی حدود ۱۶۴ میلیون هکتار در زمره کشورهای وسیع جهان قرار دارد. ۸۰ درصد از اراضی کشاورزی ایران از نظر مواد آلی بسیار فقیر هستند، بطوریکه در اکثر خاک‌های ایران مقدار مواد آلی کمتر از یک درصد می باشد. با اشراف بر این نکته و علم بر این‌که غذای جمعیت ۸۰ میلیون نفری ایران بطور عمده میبایست در ایران تولید شود استفاده از روش‌های علمی در سیستم کشاورزی امری گریزناپذیر است. از جمله نخستین گام‌های ارائه یک سیستم صنعتی کشاورزی ترمیم مواد آلی خاک‌هاست. به منظور افزایش درصد مواد آلی خاک‌های کشاورزی کشور لازم است از هر منبع حاوی مواد آلی (کودهای دامی، زباله شهری و فاضلاب) استفاده کرد تا افزایش تولیدات کشاورزی و ارائه یک کشاورزی پایدار ممکن گردد.(ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۷).هدف از این تحقیق بررسی استفاده از تناوب آبیاری با شیرابه و آب در وضعیت غلظت عنصر منگنز در خاك بود.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در مزرعه‌ای واقع در شرق اصفهان و در محدوده طول جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه انجام شد.ارتفاع از سطح دریا ۱۵۵۵ متر می‌باشد،متوسط بارندگی در این منطقه حدود ۱۲۰ میلی‌متر، متوسط دمای سالیانه آن ۱۶ درجه سانتی‌گراد است. خاک منطقه از سری گلشهر و با بافت لومی است و در منطقه مورد مطالعه همه خاک‌ها در رده‌ی Aridisols قرار گرفته‌اند(شریفیان‌پور، ۱۳۸۷)و آزمایش با طرح اسپیلت پلات با دو تیمار اصلی و دو تیمار فرعی و کاشت دو گونه درخت شامل نهال‌های دو ساله‌ی کاج و سرو انجام گرفت.
حدود ۲۰۰ لیتر از شیرابه با آب چاه مزرعه تا هدایت الکتریکی ds/m۴ شد.متوسط دبی خروجی قطره‌چکان‌ها ۱۰ لیتر در ساعت و دور آبیاری با توجه به بافت خاك به صورت یك روز در میان بود. در هر دور حدود ۲۰ لیتر شیرابه به هر درخت داده میشد. بنابراین

حجم شیرابه مصرفی برای تیمار تناوب(I)، ۱۵۰ لیتر در ماه بود. مدت زمان هر دور آبیاری دو ساعت و دبی آن ۱۷/۰ لیتر در دقیقه بود.تیمارهای اصلی شامل آبیاری با آب چاه مزرعه به عنوان شاهد(N) و تناوب آبیاری، یك دور آبیاری با شیرابه‌ای که EC آن به ds/m۴ رسیده است و یك دور با آب چاه مزرعه(I).تیمارهای فرعی شامل آبیاری قطره‌ای سطحی(S۱)،آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، که قطره‌چکان‌ها در عمق ۳۰ سانتیمتری قرار گرفته‌اند(S۲).

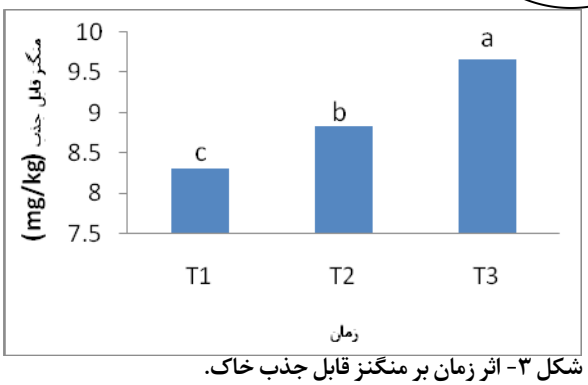
در این تحقیق هدایت الکتریکی و اسیدیته (APHA,۱۹۹۸) و همچنین غلظت منگنز در شیرابه هضم شده، توسط دستگاه جذب اتمی مدل پرکین-المر مدل ۳۰۳۰ اندازه‌گیری شد (Nelson and Sommers,۱۹۸۷).پ‌هاش نمونه‌های خاك در گل اشباع و هدایت الکتریکی آن در عصاره گل اشباع (Page and Keeney,۱۹۸۶) و مقدار منگنز قابل جذب خاك از روش عصاره‌گیری با DTPA۰۰۵/۰ مولار و قرائت با دستگاه جذب اتمی پرکین المر مدل ۳۰۳۰ ((Lindsay and Norvell,۱۹۷۸اندازه‌گیری شد.تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل و بدست آوردن ضرایب همبستگی با استفاده از نرم‌افزار MSTATC، تعیین سطوح معنیدار ی توسط آزمون دانکن و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

این تحقیق به منظور بررسی اثر شیرابه زباله برقابلیت جذب منگنز خاک تحت شرایط آبیاری قطره‌ای انجام گردید. با بکارگیری درست و سنجیده از شیرابه می‌توان از فواید آن به عنوان یک کود آلی مایع در اراضی کشاورزی، بخصوص خاک‌های نواحی خشک و نیمه خشک که با کمبود ماده آلی مواجه هستند، استفاده نمود. نتایج تجزیه شیمیایی شیرابه نشان داد که هدایت الکتریکی شیرابه ۲۴ دسی‌زیمنس بر متر بود که خود معرف وجود مقدار زیادی املاح محلول در شیرابه و در نتیجه شوری بالای آن بود.pHشیرابه نیز به علت وجود اسیدهای آلی و معدنی موجود در آن اسیدی و برابر با ۵ بود. غلظت منگنز شیرابه ۵۲ میلی‌گرم بر لیتر بود.

شکلهای ۳ تا ۹ اثرات معنی‌دار شیرابه زباله بر منگنز قابل جذب خاک نشان می‌دهند. چنانچه ملاحظه می‌شود با گذشت زمان، متوسط غلظت منگنز قابل جذب از ۲۱/۷ در شروع آزمایش به ۳۱/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم در پایان دوره اول (۱/۱واحد افزایش)، در پایان دوره دوم به ۸۴/۸ (۴/۰واحد افزایش) و در پایان دوره سوم متوسط مقدار آن به ۶۶/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۸۲/۰ واحد نسبت به دوره‌ی قبل) افزایش نشان داد. گذر زمان و کاربرد شیرابه باعث افزایش مقدار منگنز قابل جذب خاک شد.متوسط غلظت منگنز قابل جذب در اثر کاربرد شیرابه در لایه سطحی خاک بیشتر از لایه زیر سطحی بدست آمد. خوشگفتارمنش (۱۳۷۷) گزارش داد که در اثر افزودن ۶۰۰ تن در هکتار شیرابه به خاک، منگنز قابل جذب در خاک سطحی از ۶/۴۵ میلی‌گرم برکیلوگرم به ۵/۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش یافت. در رابطه با تیمارهای مختلف آبیاری متوسط غلظت منگنز قابل جذب از ۲۶/۷ میلی‌گرم برکیلوگرم به ۹۲/۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تیمار تناوب رسید. لذا با توجه به اینکه حد قابل قبول منگنز در خاک‌های کشاورزی بین ۹ تا ۲۵ میلی‌گرم برکیلوگرم می‌باشد، هر دو تیمار تناوب در دو عمق توانسته‌اند این نیاز را برآورده نمایند، که در این میان تیمار تناوب درعمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برای این منظور بهترین تیمار می‌باشد. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و زمان (شکل ۵) نشان میدهد که تیمار تناوب، با گذشت زمان منگنز قابل جذب خاک را بطور معنیداری نسبت به تیمار ش اهد افزایش داد.مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و عمق (شکل ۷) نشان میدهد که بین تیمار تناوب در دو لایه سطحی و زیر سطحی اختلاف معنیداری از لحاظ غلظت منگنز قابل جذب وجود دارد.همچنین بین این دو تیمار با تیمار شاهد اختلاف معنیدار است. غلظت منگنز قابل جذب خاک در اثر تیمار تناوب در هر دو لایه سطحی و زیر سطحی افزایش یافته و مقدار این افزایش در لایه سطحی بیشتر از زیر سطحی بود.

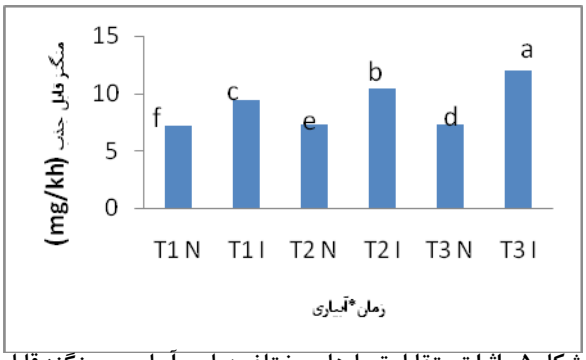
مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف عمق و زمان (شکل ۸) نشان میدهد که با گذشت زمان واثر عمق، منگنز قابل جذب در تیمارهای تناوب با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد.مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف عمق و زمان و آبیاری (شکل ۹) نشان داد که با گذشت زمان و کاربرد شیرابه در دو عمق ، منگنز قابل جذب در تیمارهای تناوب با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد.در شرایط غرقابی به علت افزایش فشار گاز کربنیک و کاهش pH خاک، غلظت منگنز قابل جذب گیاه افزایش می‌یابد. شیرابه زباله نیز علاوه بر اضافه کردن مقدار زیادی منگنز محلول به خاک به علت اسیدیته بالا و کاهش pH خاک، موجب افزایش غلظت منگنز قابل جذب خاک شد (خوشگفتارمنش،۱۳۷۷).گزارشات محمدی‌نیا (۱۳۷۴) و گندمکار (۱۳۷۵) نشان دادند که کاربرد شیرابه‌های زباله و کمپوست سبب افزایش منگنز قابل جذب خاک متناسب با مقدار شیرابه مصرفی شده‌اند.



شکل ۳- اثر زمان بر منگنز قابل جذب خاک.



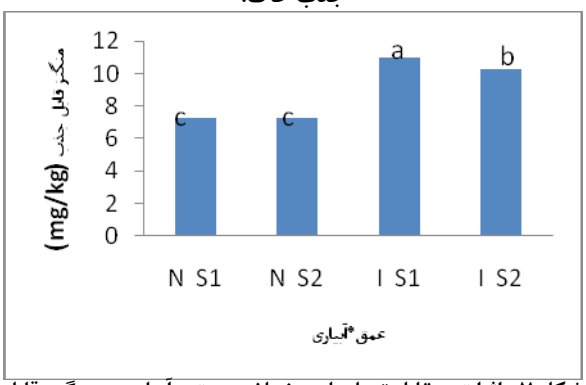
شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر منگنز قابل جذب خاک



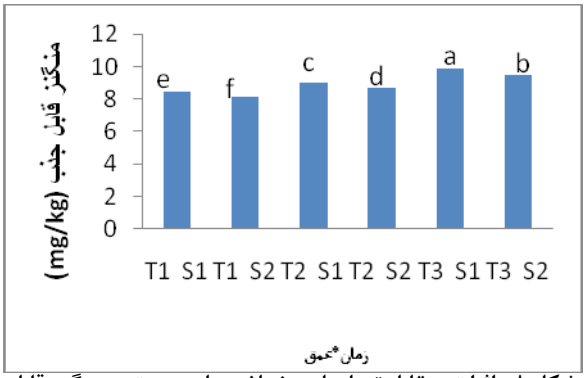
شکل ۵- اثرات متقابل تیمارهای مختلف زمان و آبیاری بر منگنز قابل جذب خاک.



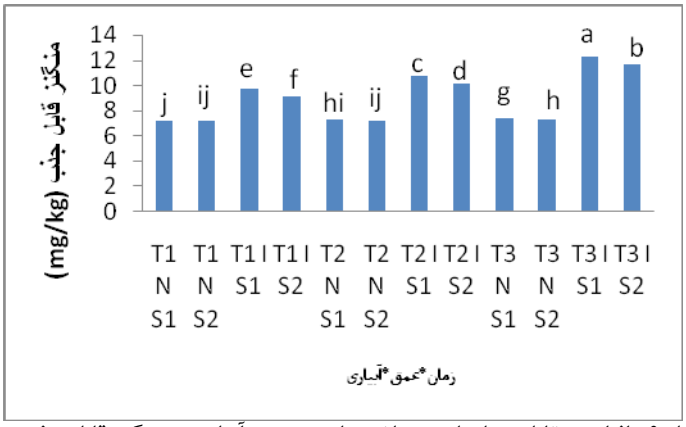
شکل ۶ -اثر شیرابه در عمق‌های مختلف بر منگنز قابل جذب خاک



شکل ۷- اثرات متقابل تیمارهای مختلف عمق و آبیاری برمنگنز قابل جذب خاک.



شکل ۸- اثرات متقابل تیمارهای مختلف زمان و عمق بر منگنز قابل جذب خاک.



.شکل ۹ -اثرات متقابل تیمارهای مختلف زمان و عمق و آبیاری بر منگنز قابل جذب خاک

مطابق همین گزارشات، گذشت زمان و آبشویی باعث کاهش قابلیت جذب منگنز شد و با افزایش اسیدیته، گذشت زمان و آبشویی باعث کاهش قابلیت جذب منگنز شد. با افزایش اسیدیته خاک فعالیت یون‌های آهن، منگنز و آلومینیومافزایش می‌یابد(پناهپور، ۱۳۸۸).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

شیرابه دارای قدرت اسیدی بالایی است که در بالا بردن قابلیت جذب عناصر ریز مغذی نظیر منگنز نقش بسزایی دارد. استفاده درست از پسماندها نظیر شیرابه زباله و شیرابه کمپوست می‌تواند خاک را بارور و حاصلخیز نگه دارد، چرا که شیرابه دارای ۳۵ تا ۸۵ درصد ماده آلی در ماده خشک و مقادیر قابل توجه عناصر غذایی است که در باروری خاکها بسیار مهم‌اند .حفظ باروری خاک‌ها و در عین حال آلوده نکردن آن‌ها یک امر ضروری جهت تولید دراز مدت محصولات کشاورزی در این خاک‌هاست. با گذشت زمان، غلظت قابل جذب منگنز خاک به طور معنی‌داری افزایش یافت.به طور کلی به خاطر شرایط محیطی و انجام تبخیر زیاد در منطقه مورد مطالعه غلظت املاح و عناصر در لایه ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک بیش از لایه ۶۰-۳۰ سانتی‌متری بود.با توجه به محدوده کفایت و قابل قبول غلظت منگنز در خاک و فراهم شدن این محدوده‌ی غلظت برای این عنصر توسط تیمار تناوب، لذا بکارگیری شیرابه زباله بصورت متناوب با آب آبیاری در عمق ۳۰-۶۰ بهترین تیمار شناخته شد.

با توجه به اینکه شیرابه یک ماده ارزشمند دارای عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد، پیشنهاد می‌شود جهت رفع نقاط منفی شیرابه تحقیقات بیشتری انجام شود و از این ماده به عنوان یک کود طبیعی در کشاورزی استفاده بهینه گردد. البته لازم به ذکر است چون ترکیب زباله‌های شهری و در نتیجه شیرابه حاصل از آن با زمان تغییر می‌کند،لذا جهت استفاده از شیرابه زباله به عنوان کود در خاکهای کشاورزی ،کنترل ترکیب شیمیایی شیرابه ضروری است. توصیه می‌شود در تحقیقات بعدی از روش‌های دیگر آبیاری نیز به همراه روش آبیاری قطره‌ای استفاده و مقایسه شود.همچنین پیشنهاد میشود در تحقیقات بعدی، شیرابه با کمپوست زباله نیز مقایسه گردد. در این تحقیق از شیرابه‌ای که به نسبت ۱به ۴ رقیق شده بود استفاده گردید، توصیه می‌شود غلظت‌های دیگر شیرابه نیز در خاک انجام گیرد و برای این گیاهان غلظت‌های مختلف شیرابه مورد آزمون قرار گرفته و بهترین نسبت آب و شیرابه با توجه به کیفیت آب منطقه به دست آید. پیشنهاد می‌شود این آزمایش برای گونه‌های گیاهی مثمر نیز انجام پذیرد.

منابع

ابراهیمی ، ا.و پورعلاقه بندان،ح.و خزائلی، ش. شهسواری، ع. و صالحی، ا. ۱۳۸۷. اولین مرجع کامل مدیریت کیفیت تولید کود آلی، انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین، ۵۵۲ صفحه.

پناهپور، ا. ۱۳۸۸ . بررسی تاثیر شیرابه کمپوست بر کیفیت خاک و روند حرکت املاح آن ، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

خوشگفتار منش، ا. ۱۳۷۷ . اثر شیرابه زباله بر رشد و عملکرد برنج و اثرات باقیمانده آن بر گندم، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

رضوی طوسی، ا. و کریمیان، ن.ج. ۱۳۸۰ . تأثیر استفاده از شیرابه کمپوست بر رشد و خصوصیات شیمیایی برنج و اسفناج، صفحه ۲۷. مجموعه مقالات کوتاه هفتمین کنگره علوم خاک ایران (شهریور ۱۳۸۰).

شریفیان پور، گ. ۱۳۸۷. اثر شیرابه کمپوست بر اصلاح خصوصیات کیفی خاک ها منطقه شرق اصفهان ، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

گندمکار، ا. ۱۳۷۵ . اثر شیرابه ی زباله و شیرابه ی کمپوست بر خصوصیات خاک و رشد و عملکرد گیاه ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

عبدلی، م . ۱۳۸۴. بازیافت مواد زائد جامد شهری، انتشارات دانشگاه تهران.

محمدی نیا، ع. ۱۳۷۴. ترکیب شیمیایی کمپوست زباله و اثر آن بر خاک و گیاه . پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشکده کشاورزی ، دانشگاه صنعتی اصفهان.
APHA, ۱۹۹۸, Standard method for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington, D.C., ۱۵۶۶ PP.
Lindsay W.L. and W.A. Norvell.۱۹۷۸. Development of a DtpA soil test a for zinc, iron, and mangenenez capper. Soil Sci. A.M.J.۴۲: ۴۲۱-۴۲۸.
Nelson D.W. and L.E. Sommers. ۱۹۸۷. Total carbon, organic carbon and organic matter, pp. ۵۳۹-۵۷۷. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Microbiological properties, Agronomy ۹.
Page A.L., R. H. Miiler. and D.R. Keeney. ۱۹۸۶. ,method of soil analysis, part ۱۴ :chemical and microbiological, Second Edition, Soil Sci. SOC. Am. Inc., ۱۱۵۹p.
Tabatabaei, H. S., ۲۰۰۱. Remove of trace elements in municipal wastewater by using Iranian National Zeolites, Ph. D. Seminar, Tehran University, Agriculture Faculty, Irrigation and Reclamation Department.

Abstract

This study in order to evaluate the effect of using Compost leachate on the density of soil Copper in form of a statistical pattern called ''Split Plot '' by using two main treatments, one subsidiary treatment and three repetitions of the pattern in a three month period. The main W treatments include: irrigation using well water as a blank treatments and the main I treatments include: irrigation using leachate and well water concurrently. Some subsidiary treatments were d۱ (Drop Irrigation) and d۲ (Sub Drop Irrigation). Then in the established plots, ۳۶ biannual pine and cypress shrubs were randomly grown. Two months later the treatment begins. The results revealed that there is a significant difference between blank treatments and rotation treatments regarding the pH in the first level of Duncan test. Also there was an increase in Copper absorbency of the soil which was in regard to the added amount of Leachate. Later on after using leachate the average pH was decreased equal to ۰.۴۶ and also the average of Fe in the soil show an increase in the range of ۰.۹۸(mg/kg). Anyway the density of soil Fe in each period was more than past periods. By using leachate and a decrease in the soil pH, there was a significant increase in the soil Copper absorbency relation to blank treatment.

تغییرات زمانی ومکانی N، P، Kمتاثر از مدیریت های مرسوم اراضی کشاورزی پیرانشهر

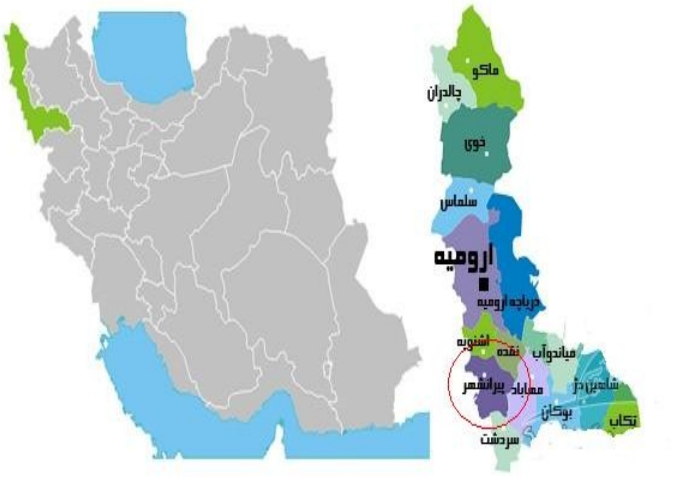
حسین رضازاده [۱]، حمید رضا ممتاز [۲] و حبیب خداوردیلو [۳]
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ۳- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

چکیده
افزایش جمعیتونیازبهتولیدغذاییبیشترسببرشدروزافزونمصرفکودهایشیمیاییشده است.درحالحاضرپنجاهدرصدجمعیتجهانغذایخوداز راه کشاورزی حمایت شده باکودهایشیمیاییبدستمیآورند .دراین پژوهش، تغییرات عناصر اصلی غذایی خاک(ازت، فسفر و پتاسیم) در بخشی از اراضی شهرستان پیرانشهر استان آذربایجانغربی بررسی گردید. حدود ۷۰ نمونه خاک سطحی (cm۰-۳۰)مرکب در هر سال در بازه زمانی ده ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۳)به صورت تصادفی برداشت و تجزیه شد. پهنه بندی عناصر اصلی غذایی مورد نظر نیز با روش کریجینگ معمولی انجام شد. مدل کروی برنیم تغییر نمای تجربی عناصر اصلی برازش داده شد. دربازه ده سالهدامنه تاثیر از ۲۸۰۰ به ۳۳۰۰ متر برای ازت و ۲۵۷۰ به ۲۶۰۰ متر برای پتاسیم افزایش یافت ولی برای فسفر از ۳۰۰۰ به ۲۲۰۰ متر کاهش یافت.دامنه همبستگی هرسه عنصر درسال ۸۳ متوسط بوده ودر سال ۹۳ فقط عنصر فسفر کلاس همبستگی قوی پیدا کرده است.درنهایت نقشه ها توسط نرم افزار ۱۰ Arc Gis تهیه و استخراج گردیدند. روندی افزایشی در مقدار فسفر و ازت مشاهده گردید در حالیکه مقدار پتاسیم کاهشی نسبی نشان داد که احتمالاً بدلیل عدم وجود مدیریت وابسته به نیاز غذایی محصول و یا تجزیه های آزمایشگاهی خاک است. نتایج این تحقیق جهت کاربرد در جلوگیری از افزایش آلودگی خاکها میتواند مورد استفاده قرا گیرد.

کلمات کلیدی : مدیریت خاک، کریجینگ، عناصر اصلی

مقدمه
علیرغمتوصیه هایعلمیدرمصرفبهینهکودهای شیمیاییبرای نیلبهکشاورزپایدار،درایرانبتمیان کودهاینیتروژنی،فسفاتهوپتاسهمصرفی،متعادلنمیباشد .(FAO,۱۹۹۳) در ۲۰ سالگذشتهمیانگیننسبتمصرفکودهایاصلیدرایراندرمقایسهباجهانمویدنامتعادل بودنمصرفانواعکودهایشیمیاییدرکشوراست Lorenz, ۱۹۷۶)). باتوجهبه تغییراتشدیدکوتاهدامنهبعضیازویژگیهایخاک وعدمامکان،نمونهبرداریاز تمامینقاط،برخیروشهایآماریوزمینآماریبرای تخمینمقادیرویژگیهایخاکدرمکانهاینمونهبرداری نشدهبااستفادهازتعدادمعدودینقطهمشاهداتی توسعهیافتهاند(Li and Heap ۲۰۰۸). چاکو و همکاران(۲۰۰۷)با بررسی توزیع مکانی ازت، فسفر و پتاسیم را در عمده خاک‌های کشت سیب‌زمینی شیرین در جنوب شرق نیجریه به این نتیجه رسیدند که تعیین توزیع فضایی عناصر غذایی اصلی (N, P, K) در منطقه ، راهنمایی برای استراتژی‌های مدیریتی در زمینه انتخاب زمین، کود شیمیایی و نیز مقدار کود لازم برای ارتقاء و حفظ تولید سیب‌زمینی شیرین در زمین می‌شود. هدف از این تحقیق تاثیر مدیریت های مختلف بر توزیع مکانی و زمانی عناصر غذایی اصلی (N, P, K) در منطقه مطالعاتی است.

مواد وروش‌ها
این پژوهشدرمنطقه جنوب شهرستان پیرانشهر در استان آذربایجان‌غربی و در محدوده جغرافیایی طول شرقی ۴۵ درجه و ۶ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۱۴ دقیقه و عرض شمالی ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۲۶ درجه و ۴۰ دقیقه انجام شده است(شکل ۱). کشت رایج منطقه، چغندر قند،گندم و بعضاً باغات می باشد.

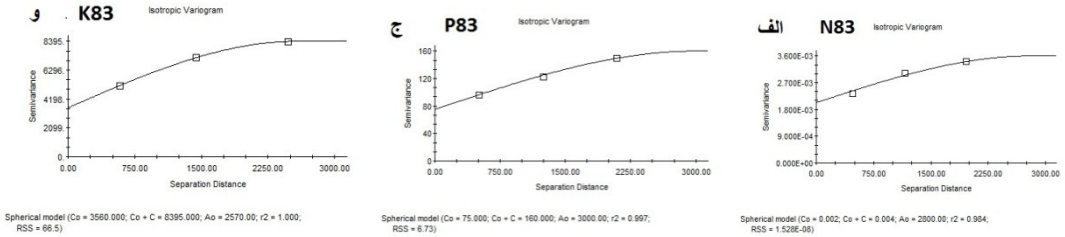


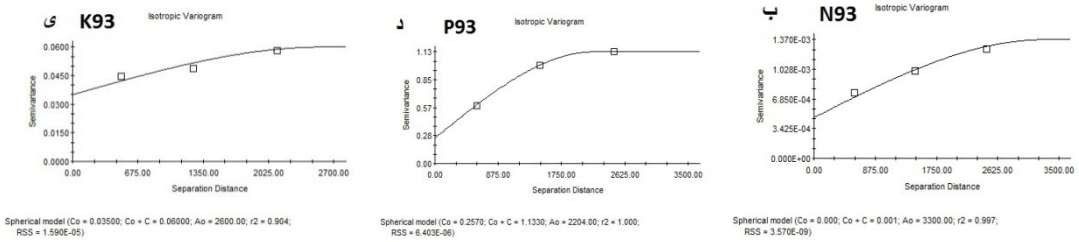
شکل ۱-نماییازمنطقهموردپژوهش

پس از مشخص نمودن محدوده مطالعاتی، اطلاعات مربوط به خصوصیات فیزیکی - شیمیایی در بازه های زمانی ۱۳۸۳-۱۳۸۵ و ۱۳۸۸ از سازمان جهاد کشاورزی شهرستان پیرانشهر جمع آوری شد. به منظور مقایسه تغییرات مدیریتی اعمال شده در فاصله زمانی ده ساله، حدود ۷۰ نمونه خاک سطحی (۳۰-۰ سانتی متری) و به صورت تصادفی در سال ۱۳۹۳ جمع آوری شد. نمونه های برداشت شده هوا خشک گردیده و بعد از الک نمودن (الک ۲میلی متری) جهت آنالیزهای مورد نظر آماده گردیدند. برای اندازه گیری فسفر خاک از روش اولسن و همکاران (Olsen et al.,۱۹۵۴) و در مورد پتاسیم به روش استات آمونیوم (توماس ۱۹۸۲) و برای ازت کل خاک از روش کجلدال (Bremner & Mulvaney,۱۹۸۲) استفاده شد. نتایج بدست آمده توسط نرم افزار آماری spss۱۷ به لحاظ نرمال بودن بررسی گردیدند و در ادامه توسط نرم افزار GS+ جهت ترسیم واریوگرام استفاده شد. قدم نهایی استفاده از ArcGIS ۱۰ جهت تولید نقشه های پراکنش عناصر مورد نظر بود.

نتایج و بحث

جهت نتیجه گیری بهتر و صحیح تر لازم است پس از آنالیز آزمایشگاهی داده ها را به لحاظ نرمال بودن توسط نرم افزار SPSS بررسی کرد، که در مورد داده های مورد استفاده در این تحقیق فقط داده های مربوط به نیتروژن سال ۸۳ و فسفر سال ۸۳ نرمال نبود که توسط نرم افزار SPSS و به روش لگاریتم (log) نرمال شدند. پس از محاسبه نیم تغییر نمای تجربی، مدل های مختلف تغییر نما بر این نقاط برازش داده شد. شکل ۲ نتایج حاصل از برازش مدل‌های تجربی را به واریوگرام متغیرهای مورد بررسی نشان می‌دهد. از بین مدل‌های مختلف نیم‌تغییرنما، مدل کروی بهترین برازش را بر نیم‌تغییرنمای تجربی متغیرهای سه گانه N P Kدرسالهای ۸۳ و ۹۳ (شکل ۳) داشته است.





شکل ۲- نیم‌تغییر نمای متغیرهای مورد مطالعه در سال ۹۳

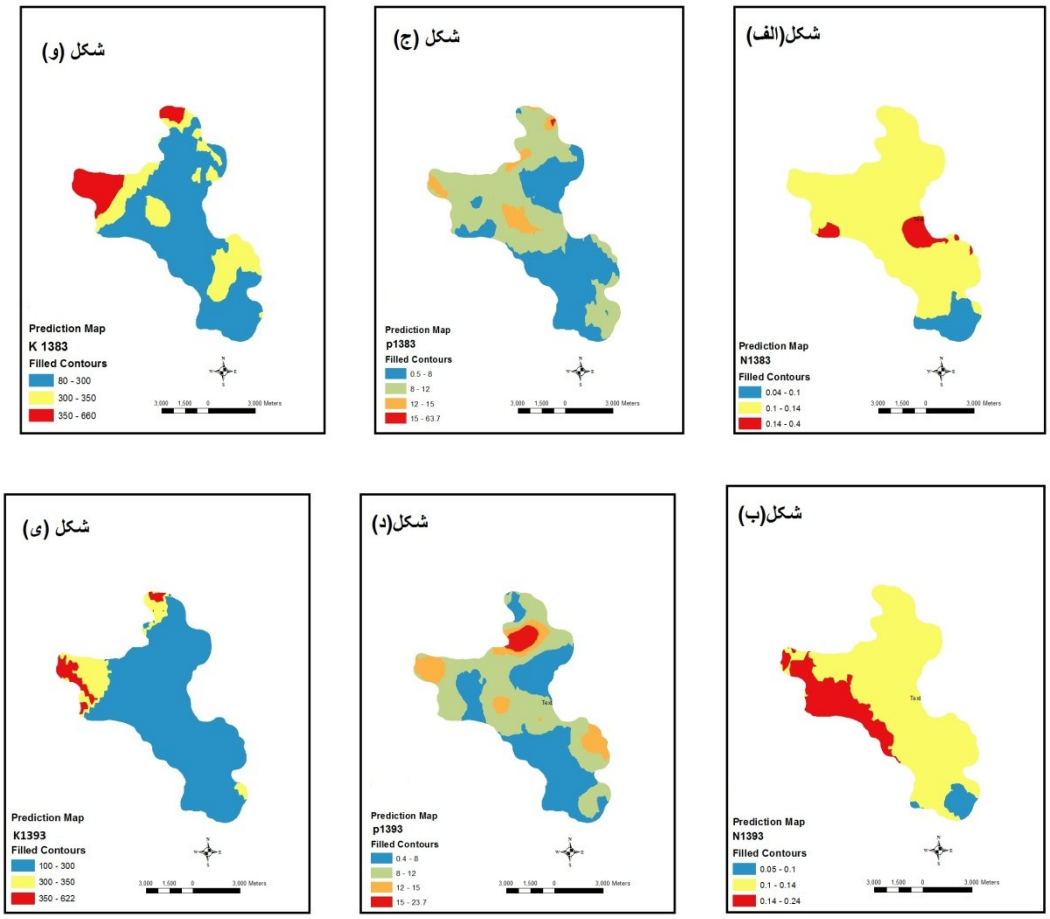
نسبت همبستگی مکانیعناصر ازت، فسفر و پتاسیم در سال ۱۳۸۳ در منطقه مطالعاتی (به ترتیب ۵۶-۴۷و ۴۲ درصد) بود که طبق گروهبندی (شی و همکاران ۲۰۰۷) دارای همبستگی متوسط می‌باشد (جدول ۱). این نسبت درسال ۱۳۹۳ به ترتیب (۳۴-۲۳و ۵۸ درصد) که طبق گروه‌بندی یاد شده (شی و همکاران ۲۰۰۷) دارای همبستگی متوسط برای ازت و پتاسیم می‌باشد (جدول ۱) ولی این نسبت برای فسفر ۲۳% بود که نشانگر همبستگی مکانی قوی متغیر در محدوده مطالعاتی است.

جدول ۱-پارامترهای نیم‌تغییرنمای تجربی عناصر اصلی خاک

پارامترهای مدل های برازش داده شده برنیم تغییرنمای برای هریک از صفات مورد مطالعه(سال ۸۳)						
پارامتر	مدل نیم تغییرنما	اثرقطعه ای	سقف	دامنه	نسبت همبستگی	کلاس همبستگی
ازت	کروی	۰.۰۰۲۰۳	۰.۰۰۳۶	۲۸۰۰	۵۶	متوسط
فسفر	کروی	۷۵	۱۶۰	۳۰۰۰	۴۷	متوسط
پتاسیم	کروی	۳۵۶۰	۸۳۹۵	۲۵۷۰	۴۲	متوسط
پارامترهای مدل های برازش داده شده برنیم تغییرنمای برای هریک از صفات مورد مطالعه(سال ۹۳)						
پارامتر	مدل نیم تغییرنما	اثرقطعه ای	سقف	دامنه	نسبت همبستگی	کلاس همبستگی
ازت	کروی	۰.۰۰۰۴۷	۰.۰۰۱۳۷	۳۳۰۰	۳۴	متوسط
فسفر	کروی	۰.۲۵۷	۱.۱۳۳	۲۲۰۴	۲۳	قوی
پتاسیم	کروی	۰.۰۳۵	۰.۰۶	۲۶۰۰	۵۸	متوسط

نقشه پهنه بندی ازت در بازه ده ساله نشان دادکه افزایش نسبی ازت به تدریج از سمت شرق منطقه به سمت غرب منطقه بوده همچنین در قسمت جنوب منطقه نیز یک روند افزایشی محسوسی در مقدار این عنصر مشاهده شده که احتمال می رود به دلیل مصرف بی رویه کودهای ازته در این مناطق باشد (شکل ۳)، همچنین در مورد پارامتر فسفر نیز روندی افزایش به صورت مشخص درقسمتهای شمالی و غربی مشاهده گردیده که امکان دارد منتج از عدم مدیریت صحیح کوددهی باشد. اما عنصر پتاسیم و با توجه به نقشه پهنه بندی استخراج شده کاهش این عنصر به صورت مشهود مشخص گردیده که دلیل آن احتمالاً روند کاهشی مصرف کودهای پتاسه دراین بخش از منطقه مطالعاتی باشد.

درنهایت با توجه به نقشه های پهنه بندی منتج شده می توان به این نتیجه دست یافت که در منطقه مطالعاتی فوق الذکر یک نوع مدیریت واحد که وابسته به نیاز غذایی محصول باشد حکمفرما نبوده وکوددهی محصولات براساس فراوانی کود، وضعیت اقتصادی و تجربه زارع انجام می شود و برنامه ای که مبتنی بر توصیه کودی براساس تجزیه های آزمایشگاهی خاک باشد وجود ندارد. اینگونه اقدامات درنهایت منتج به ایجاد آلودگی هایی در خاک به لحاظ سمی شدن سطح عنصر ویا ورود به آبهای زیرزمینی و ایجاد مشکلاتی می گردد.



شکل ۳- نقشه‌های کریجینگ متغیرهای مورد بررسی

منابع

۱-Shi J, Wang H, Xu J, Wu J, Liu X, Zhu H., and Yu Ch. ۲۰۰۷. Spatial distribution of heavy metals in soils: a case study of Changxing, China. Environment Geology ۵۲:۱-۱۰studies of soil properties. Advances in Agronomy ۳۸, ۴۵-۹۴

۲-Lorenz, O.A. ۱۹۷۶. Potential nitrate levels in edible plant parts. University of California, USA.

۳-FAO, ۱۹۹۳. Status of cadmium, lead, copper, cobalt, and selenium in soil and plant. Soil Bulletin No. (۶۵), RomeItaly.

۴- Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. ۱۹۸۲. Nitrogen- total. In: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۲.American Society of Agronomy and Soil Science Society of America p. ۵۹۵-۶۲۴.

۵- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. ۱۹۵۴. Estimation of available phosphorus in soils byextraction with sodium bicarbonate. US Dept. Agric. WashingtonDC, Circular ۹۳۹ pp.

۶-Thomas, G. W. ۱۹۸۲. Exchangeable cations. In: Page, A. L. et al. (eds.), pp. ۱۵۹-۱۶۵, Methods of soil analysis. Part ۲. Agron. Monogr. ۹, SSSA, Madison. WI.

۷. Li J. and Heap A. D. ۲۰۰۸. A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists. Geoscience Australia, Record ۲۰۰۸/۲۳.

۸- Chukwu, G. O. et al.۲۰۰۷. Spatial distribution of N, P and K in major yam soils of southeastern Nigeria. African Journal of Biotechnology. Vol ۶. Pp: ۲۸۰۳-۲۸۰.

Abstract

Population growth and the need to produce more food for growth is the increasing use of chemical fertilizers. Currently, fifty percent of the population supported his food with chemical fertilizers in agriculture gain.In these studies, the main elements of the changes in soil nutrient (nitrogen, phosphorus and potassium) in West Azarbaijan province portion of the land was determined Piranshahr city. ۷۰ surface soils (cm۰-۳۰) compound per year in the ten-year period (۱۳۹۳-۱۳۸۳) were randomly picked and analysis. Zoning of the main elements of the food in question was performed by ordinary kriging. Spherical models were fitted to the half-angle view of the main elements of the case. Gates affected range from ۲۸۰۰ to ۳۳۰۰ meters for ten years ۲۵۷۰ to ۲۶۰۰ meters of nitrogen and potassium increased, but decreased from ۳۰۰۰ to ۲۲۰۰ meters for phosphorus. The correlation between each element in an average of ۸۳, but only the element phosphorus in ۹۳ class has a strong correlation. Finally, map software Arc Gis ۱۰ developed and extracted. The increase in the amount of phosphorus and nitrogen were observed while decreasing the relative amount of potassium found Probably due to lack of management depends on the need of laboratory analysis of food products or soil. The results of this research can be used to prevent an increase in pollution of soil used to be poor.

تعیین برخی پارامترهای ورمی کمپوست حاصل از زباله های آلی سطح شهر رفسنجان

سمیه صدر
عضو هیئت علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور استان کرمان(کشکوئیه)

چکیده
دفن و سوزاندن زباله از دیرگاه تنها راه پیش روی بشر بوده است که به دلیل ایجاد مشکلات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی، امروزه جای خود را به بازیافت زباله داده است.بازیافت صحیح زباله علاوه بر این‌که نقش اساسی در کاهش خطرات زیست محیطی دارد، گام بسیار مهمی در کشاورزی پایدار است. با توجه به درصد بسیار کم مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، دستیابی به عملکرد بالقوه خاک‌های تحت کشت، بدون تامین مواد آلی در خاک، امکان پذیر نمیباشد لذا مطالعه کلیه راه‌هایی که بتواند مواد آلی را به خاک اضافه کند از الویت خاصی برخوردار است. در این میان شهرستان رفسنجان از نظر جغرافیایی در یکی از خشک‌ترین مناطق ایران قرار دارد و به دلیل موقعیت خاص اقتصادی و شهری پتانسیل لازم برای برداشت گام‌های اساسی در این مقوله حساس را دارا میباشدونیاز است که توجه ویژه بهاین مسأله حیاتی شود.
واژه های کلیدی: رفسنجان، ورمی‌کمپوست، زباله‌های آلی، بازیافت

مقدمه
مواد زائد آلی میتوانند منبع غنی برای تقویت خاک باشند چرا که به علت اثرات سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حاصلخیزی خاک دارند به عنوان یکی از ارکان باروری خاک شناخته شده‌اند و این در حالی است که خاک‌های خشک و نیمه خشک از نظر مواد آلی بسیار فقیر هستند و مقدار مواد آلی در بیشتر از ۶۰ درصد خاک‌های زیر کشت ایران کمتر از ۱% و در بخش قابل توجهی کمتر از ۰/۵% است. با توجه به این نکته، دستیابی به عملکرد بالقوه خاک‌های تحت کشت، بدون تامین مواد آلی در خاک، امکان پذیر نمی باشد لذا مطالعه کلیه راه‌هایی که بتواند مواد آلی را به خاک افزوده و مواد آلی موجود در آن را حفظ کند از الویت خاصی برخوردار است)صفا و قفقازی، ۱۳۸۵). بقایای گیاهی و فضولات حیوانی در حفظ کشاورزی پایدار و فعال، عمومیت بیشتری دارد و انهدام صحیح این پسماندهای آلی طی چرخه‌هایی میتواند مواد غذایی گیاهی را تامین و شرایط فیزیکی خاک را بهبود ببخشد. بروز مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بیرویه کودهای شیمیایی و نابودی میکروارگانیسم‌های موجود در خاک موجب شده که یکی از مهمترین و کاربردیترین زمینه‌های مورد تحقیق در مطالعات علمی امروز، تلاش برای تولید کود بیولوژیک باشد. کودهای بیولوژیک به مواد حاصلخیزکننده‌ای اطلاق میشود که حاوی تعداد کافی از یک یا چند گونه از ارگانیسم‌های مفید خاکزی باشد(عبدلی و مجلسی، ۱۳۷۰). قدمت کودهای بیولوژیک به قبل از میلاد مسیح باز می‌گردد به طوری که ۲۰۰۰ سال قبل شخصی به نام مارکوس کاتوازورمی، کمپوست تولید میکرد به طوری که مواد زائد قابل تجزیه را توسط عواملی از جمله تأثیر باکتریهای متفاوت به صورت کود آلی پوسیده که کمپوست نام دارد تبدیل نموده و در اراضی کشاورزی مورد استفاده قرار میداد. در این میان کرم‌ها و حشرات نیز بیتاثیر نیستند بخصوص کرم‌های خاکی که بر اساس نظر ارسطو ریه‌های زمین به شمار میروند. ورمیکمپوست محصول تجزیه زیستی موادآلی از طریق عمل متقابل بین گونه‌های خاصی ازکرم خاکی و موجودات ریز زنده مانند قارچ‌ها، باکتریها و اکتینومایست‌ها است(Edwards, ۱۹۹۵)که در واقع یک کود گیاهی با تخلخل و نفوذپذیری و قابلیت دارا بودن هوای کافی و بالا، ظرفیت نگهداری آب مناسب و فعالیت میکروبی است. در طبیعت سرانجام تمام مواد آلی به طور طبیعی تجزیه میشوند در فرایند تولید ورمیکمپوست شما به این روند سرعت بخشیده و به یک نتیجه مطلوب که همان مدفوع کرم است دست میبابید. فضولات کرم‌های خاکی در حقیقت محصول جانبی طبیعی کرم‌های خاکی هستند که از نظر مواد غذایی مورد نیاز گیاه غنی بوده و به عنوان یکی از بهترین مواد اصلاح کننده خصوصیات خاک میتوانند بکار روند(Smith, ۱۹۹۸).

از آنجا که ایران در بخش‌های وسیعی از اراضی خود دارای اقلیم گرم و خشک است و به شدت تحت تأثیر مقدار کم ماده آلی خاک است این موضوع محققان و دلسوزان بخش کشاورزی و محیط زیست را بر آن داشته است که تمام تلاش خود را در جهت افزایش هر چند ناچیز ماده آلی خاک انجام دهند. در این میان شهرستان رفسنجان از نظر جغرافیایی در یکی از خشک ترین مناطق ایران قرار دارد. این شهر با جمعیتی بالغ بر ۱۳۷هزار نفر که در هر ۱۰۰۰۰ متر مربع حدود ۱۷ نفر ساکن هستند، یکی از شهرستان‌های مهم استان به شمار میرود. انباشت روزانه بیش از ۷۸ تن انواع زباله‌هایخانگی و صنعتی و ۶ تن در هفته زباله‌های عفونی و بیمارستانی در شهر رفسنجان توجه و تلاش بیشتر برای ساخت کارخانهبازیافت را در این منطقه، ضروری میسازد.علاوه بر این شرایط ویژه شهر رفسنجان در فصل برداشت پسته و تولید صدها کیلوگرم پوست تازه پسته که معمولاً چندین روز در محل تولید باقی میمانند، مشکلات جدی را در زمینه بهداشت شهری و تولید مناظر نازیبا در منطقه به وجود آورده است

با توجه به مطالب ذکر شده و با توجه به این‌که بر اساس قانون مدیریت پسماندها، مراکز استان‌ها موظفند تمام زباله‌های تولیدی خود راپردازش و بازیافت کنند، و از آن جایی که شهر رفسنجان به دلیل موقعیت خاص اقتصادی و شهری پتانسیل لازم برای برداشت گام‌های اساسی در این مقوله حساس را دارا میباشد، نیاز است تا با اقدام اساسی و توجه ویژه این مسأله حیاتی دنبال شود.

مواد و روش‌ها
۱-منطقه مطالعاتی: شهرستان رفسنجان با وسعتی حدود ۱۰٬۶۷۸ کیلومتر مربع در شمال غرب استان کرمان واقع شده است. جمعیت شهرستان بنا بر سرشماری سال ۱۳۸۵ مرکز آمار ایران، برابر ۲۹۵٬۱۷۵ نفر بوده است و ۴۵ درصد از جمعیت شهرستان در مناطق روستایی زندگی میکنند و مهم‌ترین فعالیت اقتصادی آنها باغداری (کشت پسته) است. در حال حاضر تعداد ۷۰

واحد میوه و تره بار ، ۲۱ واحد سبزی و گل فروشی، ۱۹۰ واحد اغذیه فروشی و ۱۶ سالن پذیرایی در شهر رفسنجان به ثبت رسیده است که این واحد ها سالانه چندین تن زباله آلی قابل تجزیه را تولید میکنند.

۲- کارگاه: جهت انجام این پروژه، یکی از سالن‌های اصطبل قدیم شهرداری رفسنجان واقع در مجاورت بوستان معلم که دارای امکانات آب، برق و محیط سرپوشیده بود در نظر گرفته شد و توسط بلوک‌های سیمانی کرتهایی با عمق ۴۰ سانتی متر و طول و عرض به ترتیب ۲ و ۱ متر ساخته شد و منافذی در نظر گرفته شد تا امکان تهویه کرت فراهم گردد.

۳- مواد اولیه: به لحاظ رشد روز افزون جمعیت شهرستان و حجم بالای زباله تولید شده در شهرستان دراین پروژه به عنوان گام اول بخشی از مناطق مرکزی شهر را که توسط شهرداری به عنوان پایلوت برای تفکیک زباله شهری از مبدأ تعیین شده بود به عنوان منبع تأمین زباله مورد نیاز در نظر گرفته وبا همکاری شرکت رفسنجان سیاح و هماهنگی معاونت خدمات شهری شهرستان رفسنجان بخشی از این زباله ها به کارگاه شرح داده شده، منتقل گردید. از آن جهت که تفکیک از مبدأ در زباله های منازل بسیار ضعیف و ناقص انجام شده بود بالاجبار مجدداً به صورت دستی تفکیک بر روی این زباله ها انجام گرفت و کلیه پلاستیک‌ها، پت و قطعات فلزی و زباله های عفونی موجود جدا گردید و مواد باقی مانده به عنوان ماده اولیه مورد نیاز تولید ورمی کمپوست جمع آوری شد.بقایای گل و گیاه از گلفروش‌های شهر از جمله گل فروشی کریستال و گل فروشی امام رضا (ع) و بقایای میوه ازمیدان تره بار شهر، به فاصله سه روز در میان جمع آوری گردید و به سایت باز یافت منتقل شد. این مواد برای تسهیل و تسریع در روند کار به صورت دستی خرد میشدند.پهن اسبی موجود در باشگاه اسب سواری رفسنجان نیز به عنوان ماده دیگر انتخاب شد.

۴- کرم‌های خاکی: کرم خاکی مورد نیاز از نوع Eiseniafoetida از سایت برمشور شیراز و تحت تائید و کنترل گونه شرکت بهسامان خریداری شده و توسط صندوق‌های میوه به رفسنجان انتقال داده شد. شکل(۱)



شکل(۱)- کرم خاکی مورد استفاده برای انجام پروژه حاضر

۵- مراحل انجام پروژه: در این تحقیق روش توده‌ای انتخاب شد. بستر کرم‌ها در ابتدا توسط برگ های جمع آوری شده از سطح بانوان و پهن اسبی آماده شد. بستر کاملاً مرطوب شد و مواد غذایی جمع آوری شده به تفکیک میوه(شکل ۲) ، برگ جمع آوری شده از گلفروشیهای شهر، پهن حیوانی(شکل ۳) و زباله شهری (شکل ۴)، در هر کرت بر روی بستر قرار گرفت. بستر مربوط به زباله شهری و پهن اسب غذای مورد نیاز به ارتفاع به ترتیب ۲۰ تا ۴۰ سانت در بستر قرار گرفت و دیگر غذا به بستر اضافه نشد اما در بستر بقایای میوه و گیاه، اضافه کردن مواد غذایی به بستر به مرور انجام گرفت. به صورت روزانه رطوبت کرت‌ها مورد بررسی قرار گرفته و آبپاشی به صورت اسپری دستی و گاهی توسط شیلنگ‌های آبپاش بر روی بسترها انجام میگرفت به طوری که آب به صورت کاملاً یکنواخت بر روی تمام سطح پخش شود اما ته کرت به صورت غرقاب در نیاید. به طور کلی رطوبت را در حدی در نظر گرفتیم که وقتی یک مشت از ماده بستر را در دست بفشاریم دو تا سه قطره آب از آن خارج شود. به طور روزانه درجه حرارت مخازن قرائت شد. این کارجهت انجام بهتر تجزیه صورت گرفت و دمای سیستم در حد میانه(۲۵-۳۵ درجه سانتی گراد) کنترل شد. این شرایط در زمستان با پوشش پلاستیک و اضافه کردن مواد غذایی بیشتر و در تابستان توسط پنکه و آبپاشی روی بسترها تامین شد. کرتها هر هفته توسط pH متر دستی قرائت شد این کار جهت کنترل عامل اسیدیته در حد خنثی انجام گرفت. پس از مدت ۳ ماه، مدفوع کرمی باعث تغییر رنگ لایه بالایی بستر به رنگ قهوه‌ای تیره و به صورت گرانول شد که همان ورمیکمپوست بوده و آماده برداشت بود. در صورت خرد کردن بقایای گیاهی و برخی میوه ها می توان روند تولید ورمی کمپوست را به ۲ ماه تقلیل داد.

جهت برداشت این کرت‌ها مواد کرمی حاصل را به پرده پارچه‌ای یا پلاستیکی منتقل نموده و در معرض نور شدید طبیعی و یا مصنوعی قرار دادیم و هر ۲۰ تا ۳۰ دقیقه لایه سطحی بستر را برداشته و توسط دو اندازه متفاوت الک ۵ و ۲ میلیمتر(شکل ۶) الک نمودیم این کار را به مرور انجام داده تا در نهایت انتهای بستر کرمها به صورت خوشه‌ای و دسته‌ای تجمع کردند آنها را به آرامی برداشته و به بستر دیگری انتقال دادیم. البته تا حد امکان کوکون ها از بستر جمع‌آوری و به بستر جدید منتقل شد.نمونه برداشت شده و سرند شده (شکل ۵) از بستر میوه،گیاه، زباله شهری و کود دامی به آزمایشگاه انتقال داده شد و پارامتر های شوری، pH، سدیم، پتاسیم، کلسیم, منیزیم بر روی این پارامتر ها انجام گرفت عناصر میکرو نیز بر روی نمونه میوه و گیاه اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

بر اساس آنالیز های انجام شده و نتایج حاصل آنچه به نظر می رسد این است که ورمی کمپوست حاصل از زباله شهری کمترین شوری را دارا است و بیشترین شوری در این مجموعه ورمی کمپوستی را کود حیوانی به خود اختصاص داده است. عامل اسیدیته در تمامی نمونه ها با استناد به بسیاری از منابع علمی دیگر در کلیه نمونه ها در حد قلیایی بوده و این عامل را می توان به عنوان یکی از عیوب ورمی کمپوست در مناطق خشك در نظر گرفت. مقدار پتاسیم گزارش شده در نمونه‌های ورمی کمپوست در گزارشهای متفاوت در محدوده ۷/۰ تا ۱/۱ است در حالی که میزان پتاسیم در تمامی نمونه‌های مورد بررسی بیش از ۷/۰ درصد بوده است. در این میان ورمی کمپوست حاصل ازکود دامی دارای ۴/۱ درصد پتاسیم است که در مقایسه با نوع پوسیده کود دامی که به طور متوسط ۹/۰ تا ۱ درصد پتاسیم دارند مقدارقابل قبولی است. به طور قطع ورمیکمپوست در مقایسه با کودهای شیمیایی پتاسه دارای مقدار پتاسیم بسیار کمتری است. با توجه به سایر ویژگیهای کود آلی ورمیکمپوست که به آن اشاره شده است در تمامی کشورهای توسعه یافته، توصیه و تأکید بسیاری به استفاده از اینگونه کودهای بیولوژیك شده است.

درصد سدیم، کلسیم و منیزیم در نمونه ورمی حاصل، در جدول (۱) ذکر شده است. نسبت کلسیم به منیزیم نیز از موارد مهمی است که در انتخاب کودهای بیولوژیك اهمیت دارد به طوری که تا حد امکان باید این نسبت به حد ۱ و زیر ۱ نرسد. در نمونه های ورمی کمپوست حاصل از مواد گیاهی این نسبت به حدود ۱۰ رسیده است که نسبت قابل توجهی به شمار می رود.



شکل (۲)- بستر میوه برای تهیه ورمی کمپوست



شکل (۳)- بستر کود اسبی برای تهیه ورمی کمپوست





شکل (۴)- بستر ضایعات شهری در طرح حاضرشکل(۵)- نمونه برداشت شده و سرند شده



شکل (۶)- سرند دستی مورد استفاده در طرح حاضر (رفسنجان)

جدول ۱-غلظت عناصر پر مصرف و برخی از خصوصیات ورمی کمپوست

مشخصات نمونه	EC	pH	K	Na	Ca	Mg
	dSm^{-1}		%	%	%	%
ورمی کمپوست گیاهی	۲۵	۷.۸	۰.۹	۰.۴۴	۹.۷	۱
ورمی کمپوست حیوانی	۳۶	۷.۹	۱.۴	۰.۳۷	۵.۵	۱.۹
ورمیکمپوست زباله شهری	۱۷	۷.۹	۰.۷	۰.۳	۱۰.۲	۱.۲

جدول شماره۲- غلظت عناصر کم مصرف در نمونه های ورمی کمپوست

مشخصات نمونه	Fe	Zn	Mn	Cu
	ppm	ppm	ppm	ppm
ورمی کمپوست میوه	۶۱۰۰	۵۷.۱	۶۹۰	۱۵.۲
ورمی کمپوست گیاه	۲۴۰۰	۵۲.۸	۷۳۰	۱۴.۵

در میان عناصر میکرو در این پروژه به غلظت Mn، Fe،Zn و Cu توجه شده است و مقادیر آنها در جدول (۲)آورده شده است. آنچه واضح است این است که با توجه به آلی بودن ورمیکمپوست، بخش زیادی از عناصر میکرو موجود در این کود به صورت کلات وجود دارد و این مطلب دور از ذهن نخواهد بود که قابلیت دسترسی این عناصر برای گیاه میتواند نسبت به مقدار مساوی همان عنصر در خاك، بالاتر باشد. همچنین علاوه بر این عناصر کود حاصل به دلیل عبور مکرر از دستگاه گوارش کرم خاکی، حاوی مواد هیومیك، آنزیم‌ها، مواد مخاطی و انواع ترشحات سیستم گوارش کرم و همچنین لاشه کرم‌های مرده است که ذخیره آلی سرشاری را برای خاك فراهم خواهد آورد.

منابع

صفا، م , و قفقازی، ل.، ۱۳۸۵ ، تولید کمپوست گامی در جهت توسعه سیستم مدیریت پسماند روستایی. صفحه های ۳۵۷ تا ۳۶۹. سومین همایش ملی مدیریت پسماند.ایران، تهران،سازمان شهرداریها و دهداریهای کشور.

عبدلی، م. ع. و مجلسی م. ۱۳۷۰.مدیریت مواد زاید جامد، اصول مهندسی و مباحث مدیریتی، شهرداری تهران، سازمان بازیافت و تبدیل مواد، ۸۲۷ صفحه.

Edwards, C. A. ۱۹۹۵. Historical overview of vermicomposting. Biocycle ۳۶ (۶): ۵۶-۵۸.

Smith, K. ۱۹۹۸. Practical guide to raising earthworm (Basic vermiculture information) K&W rabbit and worm.Bioresource Technology, ۸۴(۲): ۱۹۱-۱۹۶.

Abstract

Burying and burning rubbish of late, sometimes the only way facing humankind is due to environmental problems, create economic and social, nowadays replaced by recycling waste data. Correct garbage recycling in addition to this fundamental role in reducing environmental risks, the very important step in sustainable agriculture is. Due to the very low in organic matter in soils of arid and semi-arid, the potential of soils to achieve performance under the cultivation of organic materials in the soil, no, is not possible, therefore, to be able to study all the way to add organic matter to the soil is of a higher priority. Rafsanjan city in geographical terms in one of the most arid regions of Iran, and due to the particular situation of urban and economic potentials of the fundamental steps required for harvest in this category of the sensitive and need that special attention to this issue is vital.

زغال زیستی[۱۳۳] ، یک ابزار ترسیب کربن در خاک

بهروز گلیج [۱]، حسین شریعتمداری [۲]، محسن سلیمانی [۳] ، مهران شیروانی [۴]
۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشکده کشاورزی، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی ،۴- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، ۳- استادیار گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
زغال زیستی (بیوچار) یکی از مواد حاصل از پیرولیز ضایعات آلی است که به عنوان اصلاح‌کننده برای ترسیب کربن در خاک توصیه شده است. این پژوهش با هدف بررسی تاثیر زغال زیستی حاصل از پوسته شلتوک برنج در مقایسه با یک نمونه ورمی‌کمپوست (حاصل از ضایعات کارخانه چای و کود حیوانی) به عنوان اصلاح‌کننده خاک بر درصد کربن آلی و تنفس میکروبی و همچنین شاخص هدر رفت کربن در اثر تنفس میکروبی(LOR) یک خاک آهکی صورت گرفت. تیمارهای زغال زیستی و ورمی‌کمپوست کربن آلی و تنفس میکروبی خاک را به طور معنی‌داری افزایش دادند. در این مقایسه تاثیر زغال زیستی بر افزایش کربن آلی خاک بیشتر از ورمی‌کمپوست بود، در حالیکه هدررفت کربن در اثر تنفس میکروبی نسبت به کربن اضافه شده به خاک (LOR) در تیمارهای زغال ریستی کمتر از ورمی کمپوست بود. به عبارت دیگر زغال زیستی باعث افزایش ترسیب کربن آلی در خاک شد.
واژه‌های کلیدی: زغال زیستی، پیرولیز، ترسیب کربن، تنفس میکروبی، شلتوک برنج

مقدمه
افزایش غلظت دی اکسید کربن جو و تغییر شرایط آب و هوایی جهان نیاز ما را به داده‌ها و اطلاعات در خصوص چرخه کربن به شدت افزایش داده است. جریان CO_2 خاک یا تنفس خاک یکی از مهمترین اجزای بودجه کربن در اکوسیستم می‌باشد که متشکل از تجزیه و معدنی شدن مواد آلی، تنفس میکروبی و تنفس ریشه و ریزوسفر است. سالانه حدود ۱۰ درصد از دی‌اکسیدکربن اتمسفر از خاک‌ها خارج می‌شود که این مقدار ۱۰ برابر دی‌اکسیدکربن تولید شده از سوخت‌های فسیلی می‌باشد. (Raich and Potter, ۱۹۹۵) بقایای گیاهی به طور دائم توسط گیاهان تولید و به خاک اضافه می‌گردد. قسمتی از این بقایا توسط موجودات خاک تجزیه شده و پس از تبدیل به دی‌اکسیدکربن به اتمسفر برمی‌گردد و به این صورت چرخه کربن که با فتوسنتز شروع شده بود، دوباره کامل می‌گردد. قسمت دیگر بقایای گیاهی به شکل هوموس باقی‌مانده و نسبت به تجزیه مقاوم می‌گردد. بنابراین مقدار کربن باقی‌مانده در خاک تفاوت بین مقدار کربن آلی اضافه شده به خاک توسط بقایای گیاهی و میزان دی‌اکسیدکربن حاصل از فعالیت میکروبی است. لذا جهت افزایش سطح کربن خاک به منظور بهبود کیفیت خاک‌ها و همچنین حفظ بهداشت محیط زیست افزودن ضایعات آلی از جمله پسماندهای گیاهی و کود حیوانی به عنوان عامل کلیدی محسوب می‌شود. در همین راستا و در جهت معرفی منابع حاوی کربن پایدارتر در خاک، کاربرد زغال زیستی و ورمی‌کمپوست در چند سال اخیر توجه زیادی را به خود جلب نموده است.

مواد و روش‌ها
این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل شاهد (b.)، سطوح یک، دو و سه درصد زغال زیستی که به ترتیب b_1، b_2 و b_3 و سطح دو درصد ورمی‌کمپوست (vt) در یک خاک آهکی بود. به منظور تولید اصلاح کننده ها، زغال زیستی از پوسته شلتوک برنج در شرایط پیرولیز (تجزیه حرارتی) در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد و به مدت یک ساعت و شرایط عدم حضور اکسیژن (خروج اکسیژن توسط گاز نیتروژن) در کوره الکتریکی تولید شد (Rajkovich et al ۲۰۱۱ ,.). ورمی‌کمپوست نیز از اختلاط ضایعات کارخانه چای و کود حیوانی با نسبت ۱:۱ و افزودن کرم خاکی (*Eisenia foetida*) به مدت ۴۵ روز تهیه گردید. نمونه خاک مورد آزمایش در این پژوهش به صورت مرکب از چهار نقطه و از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متر مزرعه تحقیقاتی لورک دانشگاه صنعتی اصفهان برداشته شد. نمونه خاک هوا خشک شده و بعد از کوبیدن از الک ۲ میلیمتری جهت استفاده در آزمایشگاه و از الک ۴ میلیمتری جهت استفاده در گلدان عبور داده شد. ورمی‌کمپوست تولید شده نیز پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلیمتری در داخل ظروف مخصوص نگهداری شد، نمونه‌ی زغال زیستی نیز پس از عبور از الک ۲ میلیمتری مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک، pH و EC (هدایت الکتریکی) خاک در عصاره ۵/۱:۲ با استفاده از الکترود و درصد آهک خاک از طریق تیتراسیون (Carter and Gregorich, ۲۰۱۴)، درصد کربن آلی با دستگاه آنالیز کربن مدل ۲۲CS، نیتروژن کل با دستگاه اتوکلتک مدل ۳۲۰۰ و بافت خاک به روش هیدرومتری (Day, ۱۹۶۵) اندازه‌گیری شد. برای اصلاح‌کننده‌ها نیز، pH و EC نمونه‌های زغال زیستی و ورمی‌کمپوست در عصاره ۱:۱۰ (Carter and Gregorich, ۲۰۱۴)، درصد کربن آلی با دستگاه آنالیز کربن مدل ۲۲CS، نیتروژن کل با دستگاه اتو کلتک مدل ۳۲۰۰ ، غلظت کل آهن، روی، منیزیم و منگنز به روش هضم با اسید نیتریک و قرائت با دستگاه جذب اتمی (Kimbrough and Wakakuwa ۱۹۸۹,) اندازه‌گیری شد. برای تیمار خاک، سطوح معین زغال زیستی و ورمی‌کمپوست به خاک اضافه و تیمار شاهد نیز بدون اضافه کردن زغال زیستی و ورمی‌کمپوست در نظر گرفته شد. خاک‌های تیمار شده داخل گلدان‌هایی با ظرفیت ۵ کیلوگرم جهت انکوباسیون ۴۵ روزه در گلخانه قرار گرفتند. در دوره ۴۵ روزه انکوباسیون، رطوبت خاک در ۵۰ درصد ظرفیت نگهداری رطوبت خاک حفظ شد و هر ۱۵ روز، یک نمونه‌ی ۵۰ گرمی خاک از تمام گلدان‌ها جهت اندازه‌گیری تنفس میکروبی خاک و همچنین در مرحله پایانی (۱۵ روز پایانی) دوره انکوباسیون، یک نمونه جهت

[۱۳۳] Biochar

اندازه‌گیری درصد کربن خاک از تمام گلدان‌ها برداشت شد. به منظور اندازه‌گیری تنفس میکروبی خاک از روش تیتراسیون استفاده شد (Haney et al., ۲۰۰۱). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ و ۱ درصد انجام شد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL صورت گرفت.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مورد مطالعه قبل از اعمال تیمار و مواد اصلاحی به کار رفته در تیمارهای مورد آزمایش به ترتیب در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مورد مطالعه

ویژگی (واحد)	pH عصاره ۲:۱ ۵/	EC عصاره ۲:۱ ۵/ dS m^{-1}	اهک (%)	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	بافت –
	۷/۷	۵۱۰/۰	۵/۴۰	۷/۱	۱/۰	لوم رسی

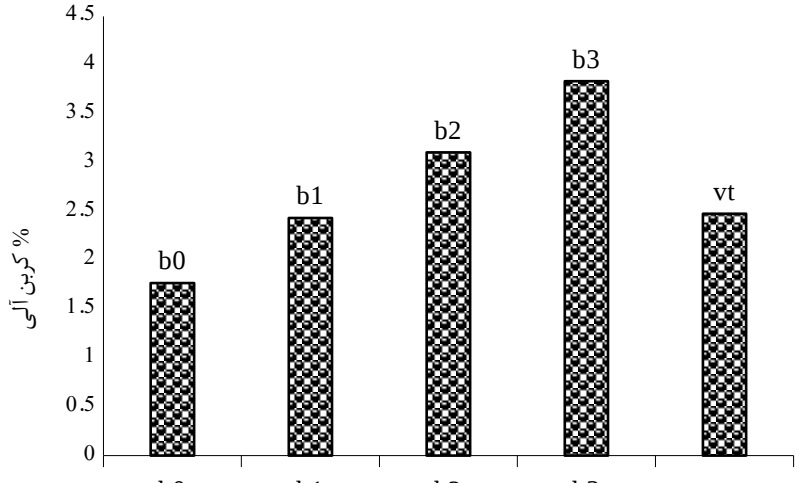
جدول۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی مواد اصلاحی مورد استفاده

ویژگی (واحد)	pH عصاره ۱:۱۰ –	EC عصاره ۱:۱۰ dS m^{-1}	OC (%)	N (%)	Fe	Zn	Mg	Mn
					mg kg^{-1}			
زغال زیستی	۳/۷	۱۸۶/۰	۴۰	۵۵/۰	۳۲۰	۲۹	۹۱۸	۲۰۰
ورمی‌کمپوست	۳/۷	۷۵۱/۰	۱۵	۴۸/۲	۹۲۵۳	۱۲۰	۸۶۵۹	۱۲۰۵

.به ترتیب غلظت کل عناصر آهن، روی، منیزیم و منگنز می‌باشد Mn و Mg، Zn، Fe، نیتروژن کل N، کربن آلیOC :پارامترها شامل

زغال زیستی و ورمی‌کمپوست دارای pH مساوی و تا حدودی قلیایی بودند. هدایت الکتریکی ورمی‌کمپوست به دلیل املاح موجود در کود حیوانی زیادتر از زغال زیستی می‌باشد. مقدار تمام عناصر اندازه‌گیری شده به جز کربن آلی در ورمی‌کمپوست بالاتر از زغال زیستی بود. احتمالاً از نظر بهبود شرایط حاصلخیزی خاک ورمی‌کمپوست اصلاح‌کننده مناسب‌تری در مقایسه با زغال زیستی باشد. در مقابل مقدار زیاد کربن آلی موجود در زغال زیستی نکته قابل توجهی است که می‌تواند کاربرد آن را در افزایش ذخیره کربن آلی خاک توجیه نماید.

تاثیر مواد اصلاحی بر کربن آلی خاک: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر مواد اصلاحی بر کربن آلی خاک در سطح ۰۱/۰ معنی‌دار شد. تاثیر تیمارهای اصلاحی بر میانگین کربن آلی خاک در شکل (۱) نشان داده شده است.



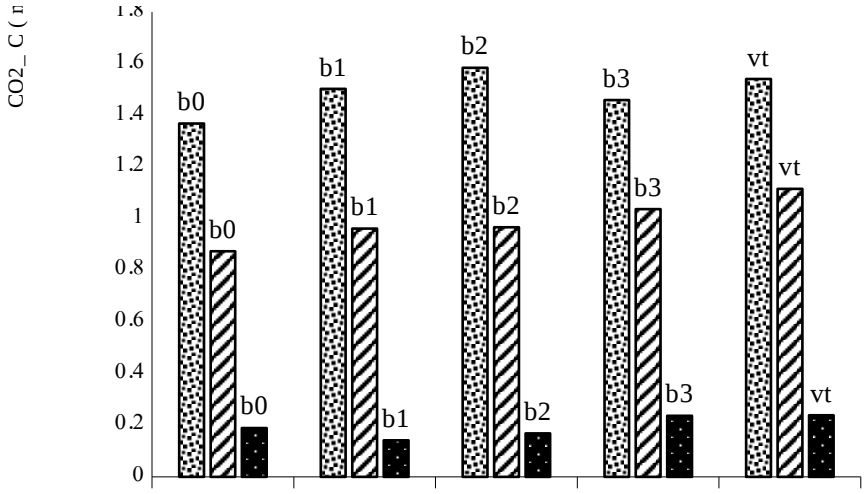
شکل ۱. تاثیر تیمارهای اصلاحی بر میانگین درصد کربن آلی خاک
(Vt) و سطح دو درصد ورمی‌کمپوست b۳ و b۲ ،b۱ سطوح یک، دو و سه درصد زغال زیستی که به ترتیب ،(b۰)شاهد

زغال زیستی و ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار کربن آلی خاک در پایان دوره انکوباسیون شدند. افزایش مقدار کربن آلی خاک در اثر کاربرد زغال زیستی با سطح کاربرد آن متناسب بود. تیمار دو درصد ورمی‌کمپوست نیز باعث افزایش کربن آلی خاک در مقایسه با شاهد گردید. این تاثیر تقریبا معادل تیمار یک درصد زغال زیستی بود (شکل ۱). محققین تاثیر اضافه کردن زغال زیستی ضایعات کارخانه کاغذ را بر افزایش کربن یک خاک آهکی در استرالیا گزارش کردند (Van Zwieten et al., ۲۰۱۰). افزایش کربن آلی خاک در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست هم می‌تواند به دلیل دارا بودن کربن آلی فراوان ورمی‌کمپوست باشد.

تاثیر مواد اصلاحی بر تصعید کربن آلی خاک: به منظور بررسی مقدار کربن تصعید شده از خاک در اثر مواد اصلاحی در دوره انکوباسیون علاوه بر اندازه‌گیری شاخص تنفس میکروبی، با توجه به میزان کربن خالص اضافه شده توسط مواد اصلاحی به خاک، نسبت کربن تصعید شده به کربن آلی خاک در هر تیمار نیز به عنوان شاخص LOR[۱۳۴] محاسبه گردید. به دلیل کوچک بودن نسبت حاصله این شاخص بر حسب در هزار[۱۳۵] تعریف شد.

$$LOR = \frac{\text{مقدار کربن خالص تصعید شده در اثر تنفس میکروبی در دوره انکوباسیون}}{\text{مقدار کربن آلی خاک}} \times ۱۰۰۰$$

تاثیر مواد اصلاحی و زمان انکوباسیون بر تنفس میکروبی خاک و شاخص LOR: تجزیه واریانس نتایج نشان داد اثر تیمارها و زمان انکوباسیون بر تنفس میکروبی خاک و شاخص LOR در دوره ۴۵ روزه انکوباسیون معنی‌دار بود.
نمودار اثر متقابل تیمار در زمان بر میانگین تنفس میکروبی خاک در شکل ۲ و نمودار اثر متقابل تیمار در زمان بر میانگین شاخص LOR در دوره‌های ۱۵ روزه انکوباسیون در شکل ۳ نشان داده شده است.



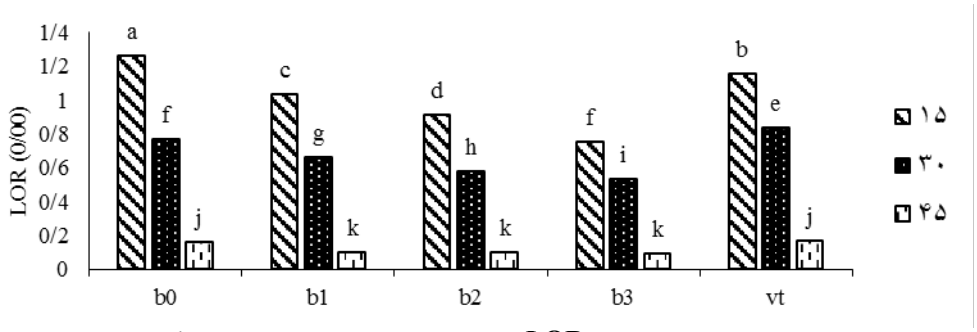
شکل ۲. اثر متقابل تیمار در زمان بر میانگین تنفس میکروبی خاک

شاهد (b۰)، سطوح یک، دو و سه درصد زغال زیستی که به ترتیب b۱، b۲ و b۳ و سطح دو درصد ورمی‌کمپوست (Vt) و زمان های مختلف انکوباسیون که شامل ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز بود در راهنمای نمودار مشخص شده است.

زغال زیستی و ورمی‌کمپوست باعث افزایش تنفس میکروبی خاک شدند. کاربرد مواد اصلاحی نسبت به شاهد میانگین تنفس میکروبی خاک را به صورت معنی‌دار افزایش داد. گذشت زمان تنفس میکروبی خاک را به دلیل کاهش منابع قابل دسترس و قابل تجزیه برای موجودات زنده به صورت معنی‌دار کاهش داد. افزایش تنفس میکروبی خاک با افزودن زغال زیستی و ورمی‌کمپوست می‌تواند به دلیل ورود مواد آلی در اثر افزودن مواد اصلاحی و در نتیجه فعالیت بیشتر میکروب‌ها برای تجزیه مواد آلی باشد. مقدار تاثیری که زغال زیستی می‌تواند بر تنفس میکروبی خاک یا تولید $CO_۲$ بگذرد، تابعی از مقدار کربن آلی ناپایدار خاک و نوع زغال

[۱۳۴] Loss on respiration
[۱۳۵] Permill

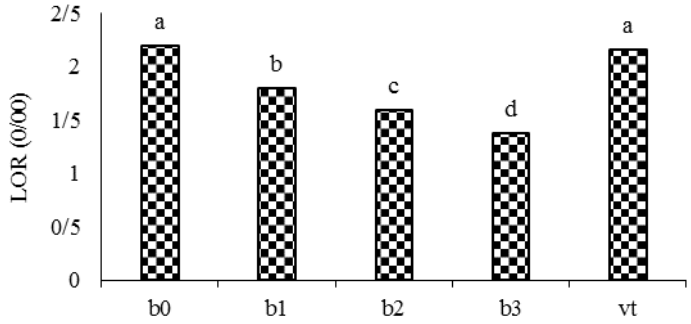
زیستی اضافه شده به خاک می‌باشد. محققین بیان داشتند کاربرد زغال زیستی در خاک‌های آهکی استرالیا نیز باعث افزایش کربن خاک و به تبع فعالیت بیشتر میکروب‌ها و سایر موجودات خاک می‌شود (Van Zwieten et al., ۲۰۱۰).



در دوره‌های ۱۵ روزه انکوباسیون LOR شکل ۳. اثر متقابل تیمار در زمان بر میانگین شاخص

محاسبه شاخص LOR در طول دوره‌های ۱۵ روزه انکوباسیون نشان داد از نظر نسبت هدررفت کربن بین تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود دارد به طوریکه در هر سه دوره (زمان‌های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) این شاخص در اثر کاربرد زغال زیستی نسبت به شاهد و همچنین نسبت به ورمی‌کمپوست کوچکتر بود. بیشترین نسبت هدررفت کربن در اثر تنفس میکروبی مربوط به مرحله اول نمونه‌برداری (زمان ۱۵ روز) بود که می‌تواند به دلیل فعالیت بیشتر موجودات خاک در این زمان و نیز رسیدن به حداکثر جمعیت در این دوره باشد. در اثر گذشت زمان و در مرحله آخر انکوباسیون نیز برای همه تیمارها هدررفت کربن از خاک به دلیل کاهش ترکیبات قابل تجزیه توسط موجودات خاک، کاهش یافت.

اثر مواد اصلاحی در کل دوره انکوباسیون (۴۵ روز) بر میانگین شاخص LOR در شکل ۴ نشان داده شده است.



در دوره ۴۵ روزه انکوباسیون LOR شکل ۴. اثر تیمارهای اصلاحی بر میانگین شاخص

در تیمارهای زغال زیستی شاخص LOR به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد کمتر بود. این کاهش متناسب با سطح کاربرد زغال زیستی بود. در این رابطه ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداد. زغال زیستی عمدتاً متشکل از کربن آلی پلیمری و در برابر تجزیه میکروبی مقاوم بوده و دارای ثبات بیشتری نسبت به ورمی‌کمپوست می‌باشد که باعث کاهش تنفس میکروبی نسبت به ورمی‌کمپوست شده است. از طرفی بر هم‌کنش متفاوت زغال زیستی و ورمی‌کمپوست با خاک نیز ممکن است تنفس میکروبی خاک را به شکل متفاوتی تغییر دهد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد زغال زیستی علیرغم محتوی بالای کربن و افزایش بیشتر کربن آلی خاک نسبت به ورمی‌کمپوست، کربن کمتری را در اثر تنفس میکروبی از دست داده است و به نوعی علاوه بر افزایش کربن آلی خاک باعث کاهش هدر رفت کربن و یا افزایش ترسیب کربن در خاک شده است.

منابع

[۱] Carter M.R. and Gregorich E.G. ۲۰۱۴. Soil Survey Field and laboratory Methods Manual, Soil Survy Investigation Report.

[۲] Day R. ۱۹۶۵. Particle Fractionation and Particle Size Analysis. In: A. L. Page (ed). Method of Soil Analysis. Part ۱. P: ۵۴۵-۵۶۶.

[۳] Haney R.L., Hons F.M., Sanderson M.A. and Franzluebbers A.J. ۲۰۰۱. A rapid procedure for estimating nitrogen mineralization in manured soil. Biology and Fertility of Soils, ۳۳: ۱۰۰-۱۰۴.
[۴] Kimbrough D.E. and Wakakuwa J.R. ۱۹۸۹. Acid digestion for sediments, sludges, soils and wastes, a proposed alternative to EPA SW۸۴۶ Method ۳۰۵۰. Environmental Science, ۲۳: ۸۹۸.
[۵] Raich J.W. and Potter C.S. ۱۹۹۵. Global patterns of carbon dioxide emission from soils. Global Biogeochemical Cycles, ۹: ۲۳-۳۶.
[۶] Rajkovich S., Enders A., Hanley K., Hyland C., Zimmerman A.R. and Lehmann J. ۲۰۱۱. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. Biology and Fertility of Soils, ۴۸(۳): ۲۷۱-۲۸۴.
[۷] Van Zwieten L., Kimber S., Morris S., Chang K.Y. and Downie A. ۲۰۱۰. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. Plant Soil, ۳۲۷: ۲۳۵-۲۴۶.

Abstract

Bio-char is one of the pyrolysis products of organic wastes which can be recommended as an amendment for carbon sequestration in soil. This study was carried out to assess the effects of rice husk biochar as compared with a vermicompost (produced from a mixture of a tea processing factory waste and cow manure) as soil amendments on organic carbon content, microbial respiration rate and also an index of carbon loss on respiration (LOR) in a calcareous soil. Biochar and vermicompost treatments, significantly increased organic carbon and microbial respiration of soil. The increase on soil carbon content induced by biochar was much higher than vermicompost, while the ratio of carbon losses due to microbial respiration (LOR) in biochar was lower than vermicompst. In other word the boichar treatment, significantly increased carbon sequestration in soil.

Keywords: Biochar, Pyrolysis, Carbon sequestration, Microbial respiration, Rice husk

بررسی کلی عوامل تاثیرگذار بر وضعیت پتاسیم در خاک‌های جنوب ایران (استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد)

حمیدرضا اولیایی [۱]، مهدی نجفی قیری [۲] و ابراهیم ادهمی [۱]
دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه یاسوج، ۲- استادیار دانشگاه کشاورزی داراب

چکیده

در میان عناصرغذایی ضروری برای گیاه، پتاسیم بیشترین فراوانی را در خاک دارد و به طور متوسط ۶/۲ درصد وزنی پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. حضور این عنصر در محیط خاک به مقدار کافی و در زمان لازم جهت حصول کمی و کیفی به محصول ضروری است. از این‌رو مطالعه عوامل موثر بر وضعیت کلی پتاسیم خاک دارای اهمیت زیادی است. این مقاله به جمع‌بندی مطالعاتی که در یک دهه گذشته در خاک‌های دو استان جنوبی فارس و کهگیلویه توسط محققین مختلف صورت گرفته می‌پردازد. نتایج این تحقیقات که بر روی بیش از ۲۰۰ نمونه خاک سطحی و عمقی در ۷ راسته خاک و رژیم‌های رطوبتی اریدیک، زریک و یوستیک و حرارتی مزیک، ترمیک و هایپرترمیک صورت گرفته بیانگر دامنه نسبتا گسترده‌ای از شکل‌های مختلف پتاسیم در این خاک‌ها بوده‌است. این نتایج همچنین نشان داد که از مجموع عوامل مختلف،وضعیت تکاملی خاک، ترکیب کانی‌شناسی خاک در اجزای مختلف بافتی و کاربری اراضی از مهمترین عوامل در تعیین میزان و نسبت شکل‌های مختلف پتاسیم بوده است.

واژه های کلیدی: تکامل خاک، پتاسیم تبادلی،شکل پتاسیم، کانی رسی

مقدمه

پتاسیم به عنوان عنصری ضروری برای رشد گیاه، در کشاورزی اهمیت زیادی دارد. این عنصر در خاک به چهار شکل وجود دارد که به ترتیب سهولت جذب برای گیاه شامل پتاسیم محلول، تبادلی، غیر تبادلی و ساختمانی میباشد(Najafi etal., ۲۰۱۱). واکنش‌های سینتیکی و تعادلی بین چهار شکل پتاسیم خاک، سطح پتاسیم محلول و قابلیت دسترسی شکل‌های مختلف پتاسیم برای جذب گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sparks, ۲۰۰۰). کاهش غلظت پتاسیم در محلول خاک به‌وسیله جذب پتاسیم توسط گیاهان و میکروب‌ها یا شستشوی پتاسیم از خاک‌ها باعث آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی به محلول خاک می‌گردد. چندین فرایند، آزادسازی پتاسیم از کانی‌های رسی را کنترل می‌کند. دو فرآیند معمول آزادسازی شامل: ۱- انحلال میکا و در پی آن تشکیل محصولات هوادیدگی و ۲- خروج پتاسیم بین لایه‌ای میکاها و تبدیل آنها به اسمکتیت و ورمیکولیت می‌باشد (Sparks, ۲۰۰۰).

خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک عمدتاً حاوی مقادیر زیادی پتاسیم غیرتبادلی به علت وجود کانیهای بیوتیت و موسکویت در آن‌ها هستند. پتاسیم حبس شده بین لایه‌های داخلی کانیهای رسی در اکثر خاک‌ها منبع مهم پتاسیم برای رشد گیاهان میباشد (حسین‌پور، ۱۳۷۸). ارتباط بین شکل‌های مختلف پتاسیم به عنوان تابعی از کانی‌شناسی و تکامل خاک در تعیین ذخیره پتاسیم خاک و پیش بینی چرخه پتاسیم و جذب به‌وسیله گیاهان در خاک‌های کشاورزی بسیار با اهمیت است. معمولا جهت بررسی پتاسیم، تمرکز مطالعات روی خاک‌های سطحی بوده و به خاک زیرسطحی کمتر اهمیت داده می‌شود. اهمیت پتاسیم خاک زیرسطحی به مقدار پتاسیم قابل استفاده آن در مقایسه با خاک سطحی و همچنین به تراکم ریشه و زمان اقامت ریشه در آن افق به منظور جذب پتاسیم بستگی دارد. خاک‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک معمولا دارای مقادیر زیادی پتاسیم به شکل‌های تبادلی و غیرتبادلی هستند. عدم پاسخ گیاه به کاربرد کود پتاسیم در این نواحی ممکن است مربوط به منابع بزرگ پتاسیم قابل استفاده باشد که تحت شرایط آبشویی کم پروفیل خاک، هوادیدگی نسبتا مناسب و وجود کانی‌های حاوی پتاسیم، به مقدار زیاد در خاک انباشته شده است. در سال‌های اخیر نشانه‌هایی از کمبود پتاسیم و پاسخ گیاهی به کاربرد کود پتاسیم در این نواحی مشاهده شده است. در این حالت نیاز است که به مصرف کودهای پتاسیم اهمیت داده شود و همچنین نیاز به اطلاعات بیشتری در مورد طبیعت و سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی به عنوان یک منبع مهم برای تامین پتاسیم مورد نیاز گیاه در این خاک‌ها می‌باشد. همچنین نیاز است که اطلاعات دقیقی در مورد سرنوشت کودهای پتاسیم اضافه شده به خاک داشته باشیم. مهم‌ترین نکته در این مورد قدرت تثبیت پتاسیم توسط کانی‌های خاک است. به طور کلی تثبیت پتاسیم به عنوان یک فرآیند شیمیایی غیرآلی درنظر گرفته می‌شود که به‌وسیله تعادل بین پتاسیم نگه داشته شده در مکان‌های بین لایه‌ای در کانی‌هایی نظیر ایلیت یا ورمی‌کولیت و پتاسیم نگه داشته شده در مکان‌های دارای قابلیت استفاده بیشتر برای گیاه یعنی محل‌های تبادلی و محلول خاک تعیین می‌شود (Olk and Cassman, ۱۹۹۵).

Sharpley(۱۹۹۰) با استفاده از روابط بین اشکال مختلف پتاسیم، کانی‌های غالب و رده‌بندی خاک‌ها نسبت به پیش‌بینی نحوه واکنش کود پتاسه در خاک، شبیه‌سازی چرخه پتاسیم و برداشت آن از خاک توسط گیاه اقدام نمود. توزیع پتاسیم اضافه شده به خاک در شکل‌های محلول، تبادلی و غیرتبادلی به تراکم بارهای سطحی و فضای بین لایه‌ای کانی‌های رسی بستگی دارد. خاک‌های

نواحی خشک و نیمه‌خشک معمولا دارای مقادیر زیادی پتاسیم به شکل‌های تبادلی و غیرتبادلی هستند. عدم پاسخ گیاه به کاربرد کود پتاسیم در این نواحی ممکن است مربوط به منابع بزرگ پتاسیم قابل استفاده باشد که تحت شرایط آبشویی کم خاکرخ، هوادیدگی نسبتا مناسب و وجود کانی‌های حاوی پتاسیم، به مقدار زیاد در خاک انباشته شده است.

صدری و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه انجام گرفته در ارتباط با وضعیت پتاسیم خاک‌های استان فارس اعلام نمودند که با افزایش مقدار کانی ایلیت، میزان پتاسیم غیرتبادلی افزایش یافته‌است. همین روند در پتاسیم تبادلی نیز مشاهده گردید. نامبردگان اظهار نمودند که استعداد این خاک‌ها برای آزادسازی پتاسیم احتمالاً به مقدار ایلیت در بخش رس خاک بستگی دارد. Cimrin et al (۲۰۰۴) نتیجه‌گیری کردند که پتاسیم غیرتبادلی خاک‌های منطقه گاواستحتتأثیر مقدار ایلیت و پتاسیم تبادلی تحت تأثیر مواد آلیوایلیت می‌باشد. در سال‌های اخیر نشانه‌هایی از کمبود پتاسیم و پاسخ گیاهی به کاربرد کود پتاسیم در این نواحی مشاهده شده است که این به علت افزایش سیستم‌های کشت آبی و استفاده فشرده از اراضی (آبشویی سریع پتاسیم از لایه‌های بالایی به علت آبیاری، افزایش جذب پتاسیم به‌وسیله گیاه به علت عملکرد بیشتر و تبادل پتاسیم در لایه‌های بالایی با آمونیوم به کار رفته) و عدم توازن در کاربرد کودهای مختلف می باشد.

از آنجا که روابط بین شکل‌های مختلف پتاسیم با برخی ویژگی‌های خاک و نوع کانی‌های رسی و تکامل خاک در پیش بینی وضعیت حاصلخیزی پتاسیم خاک‌ها و چرخه پتاسیم در خاک و در نتیجه مدیریت این عنصر در خاک دارای اهمیت می‌باشد. بنابراین، هدف از این مطالعه یک جمع‌بندی پیرامون شرایط کلی پتاسیم در خاک‌های استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد، یافتن ارتباط بین این شکل‌ها و خصوصیات خاک، کانی‌های رسی و همچنین میزان تکامل خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با جمع آوری داده‌های حاصل از نتایج پایان نامه‌های دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترای که بر روی خاک‌های دو استان فارس و کهگیلویه انجام گرفته صورت گرفت. بیش از ۲۰۰ نمونه خاک از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر از راسته‌ها (شامل انتی‌سول، اینسپتی‌سول، آلفی‌سول، اریدی‌سول، مالی‌سول، ورتی‌سول و هیستوسول و رژیم‌های رطوبتی (اریدیک، زریک، یوسیتک و اریدیک-یوستیک) و حرارتی مختلف (شامل مزیک، ترمیک و هایپرترمیک) جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. دامنه میزان متوسط بارندگی سالانه در استان فارس از ۵۰ تا ۷۵۰ و در استان کهگیلویه از حدود ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر متغیر بوده‌است. میانگین دمای سالانه نیز در دو استان از حدود ۱۱ تا ۱/۲۳ درجه سانتیگراد در نوسان بوده‌است. آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی متداول شامل بافت، پ‌هاش، هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم، مقدار گچ، ماده آلی به روش‌های معمول صورت گرفت. شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و کل به ترتیب در عصاره اشباع، عصاره‌گیری با استات آمونیوم ۱ نرمال با پ‌هاش ۷، عصاره‌گیری با اسید نیتریک یک مولار جوشان به مدت یک ساعت، و هضم با اسید فلوریدریک و مخلوط اسیدهای غلیظ کلریدریک و نیتریک تعیین شدند (پرت، ۱۹۶۵). سپس پتاسیم با استفاده از دستگاه شعله سنجی مدل Jenway PFPV اندازه‌گیری گردید. پتاسیم ساختمانی از تفاضل پتاسیم کل از پتاسیم عصاره‌گیری شده توسط اسید نیتریک جوشان محاسبه گردید. جهت انجام مراحل کانی‌شناسی، مرحله خالص‌سازی بخش رس خاک‌ها به روش Kittrick. and Hope (۱۹۶۳) انجام گرفت، سپس بر روی هر یک از نمونه‌های رس بدست آمده چهار تیمار شامل منیزیم، منیزیم و اتیلن گلیکول، پتاسیم در دمای معمولی و پتاسیم در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس اعمال گردید و با دستگاه پراش پرتو ایکس Brucker مدل D۸-ADVANCE اسکن گردیدند. تجزیه نیمه کمی مقدار رس بر اساس سطح زیر منحنی پیک‌های هر کانی در تیمار منیزیم و اتیلن گلیکول صورت گرفت.

نتایج و بحث

در اکثر موارد خاک‌های دو استان روند نسبتاً یکسانی را نشان دادند، جز آنکه به دلیل خشک‌تر بودن و کمتر بودن مقدار رطوبت نسبی در خاک‌های استان فارس نسبت به استان کهگیلویه خاک‌ها دارای بافت سبک‌تر، پ‌هاش بیشتر، ماده آلی کمتر، مقادیر بالاتر گچ و آهک و از نظر کانی‌شناسی دارای مقادیر بالاتری از پالیگورسکیت، ایلیت و کوارتز می‌باشند. مطالعات کانی‌شناسی رس صورت‌گرفته توسط اولیایی (۱۳۸۴) در خاک‌های استان کهگیلویه نشان داد که کانی‌های میکا و کلریت دارای منشاء توارثی بوده در حالیکه دو کانی اسمکتیت و پالیگورسکیت دارای هر دو منشاء پدوژنیک و توارثی بوده‌اند.

حیدرماه (۱۳۹۰) در مطالعه جامعی که در خاک‌های استان کهگیلویه و بویر احمد انجام داد، میانگین مقدار پتاسیم محلول، تبادلی، غیرتبادلی، ساختمانی و کل را به ترتیب ۹، ۱۵۳،۵۲۲ و ۷۸۷۱ و ۸۳۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک گزارش نمود. نامبرده در مطالعه کانی‌شناسی این خاک‌ها ترتیب فراوانی نسبی کانی‌های رسی در خاک‌های مناطق مورد مطالعه را به صورت زیر گزارش نمود: اسمکتیت> کلریت> میکا> پالیگورسکیت. به جز کانی پالیگورسکیت که فقط در نمونه‌های خاک مناطق خشک‌تر استان یافت گردیدند، سه کانی دیگر در تمام خاک‌های مورد مطالعه مشاهده شدند. این در حالی است که Najafi Ghiri (۲۰۱۰) در مطالعه مشابهی در خاک‌های استان فارس میانگین مقادیر پتاسیم محلول، تبادلی، قابل استخراج با اسید نیتریک، ساختمانی و کل را به‌ترتیب، ۲۰، ۲۴۴، ۱۰۲۶، ۵۲۹۷ و ۶۳۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بودند. این نتایج نشان می‌دهد که خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران دارای مقدار نسبتا بالای شکل‌های مختلف پتاسیم می‌باشند. همچنین نامبرده مهم‌ترین کانی‌های بخش رس خاک‌های این استان را ایلیت، کلریت، پالیگورسکیت، اسمکتیت، ورمیکولیت، کائولینیت، کوارتز و کانی‌های مخلوط اعلام نموده‌است. رس اسمکتیت حدود ۳۸ درصد از کانی‌های بخش رس و پس از آن کانی کلریت با ۲۳ درصد و کانی ایلیت و پالیگورسکیت با ۱۸ و ۱۶ درصد فراوان‌ترین کانی‌های بخش رس خاک‌های مورد مطالعه بوده‌است. همبستگی مثبت و معنی‌داری

بین شکل‌های مختلف پتاسیم (بجز پتاسیم محلول) و مقدار ایلیت خاک وجود داشت. همچنین تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین مقدار پتاسیم راسته‌های مختلف خاک‌های استان فارس مشاهده شد. مقایسه توزیع شکل‌های مختلف پتاسیم بین راسته‌های مختلف خاک نشان داد که خاک‌های ورتی‌سولز و آلفی‌سولز دارای مقادیر بالاتری از شکل‌های مختلف پتاسیم (بجز پتاسیم محلول) نسبت به راسته‌های دیگر خاک هستند. همچنین مقدار پتاسیم در خاک‌های هیستوسولز نسبت به دیگر خاک ها بسیار کمتر بود.صدری و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای پیرامون ارتباط شکل‌های مختلف پتاسیم با کانی‌های رسی و تکامل خاک در برخیخاک‌های استان فارسدر مجموع خاک‌های مورد مطالعه را بر اساس ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی، وضعیت پتاسیم و میزان تکامل خاک در سه گروه قرار داد: گروه یک: خاک‌های تکامل یافته (آلفی‌سولز) دارای آهک کمتر از ۲۰ درصد، کانی غالب اسمکتیت و ایلیت و میانگین پتاسیم کل آنها حدود ۸۸۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود. این خاک‌ها دارای رژیم رطوبتی و حرارتی، زریک و مزیک بوده و ارتفاع آن‌ها بین ۲۲۰۴-۱۹۸۰ متر از سطح دریا می‌باشد. این گروه از خاک‌ها در مناطق سپیدان و آسپاس در شمال و شمال غربی استان فارس واقع شده‌اند.گروه دوم: خاک‌های نسبتاً تکامل یافته (اریدی‌سولز و اینسپتی‌سولز) دارای آهک بیشتر از ۲۰ درصد (میانگین ۴۳ درصد)، کانی غالب آنها کلریت، پالیگورسکیت و ایلیت و میانگین پتاسیم کل آنها حدود ۴۷۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بودند. این خاک‌ها دارای رژیم رطوبتی زریک و اریدیک و حرارتی ترمیک و هایپرترمیک بوده و ارتفاع آن‌ها بین ۲۲۳۱-۱۱۰۰ متر از سطح دریا می‌رسد. این گروه از خاک‌ها به طور عمده در مناطق جنوبی استان فارس واقع شده‌اند.گروه سوم: خاک‌های بدون تکامل پروفیلی (انتی‌سولز) که دارای بیشتر از ۲۰ درصد آهک (میانگین ۵۷ درصد) و کانی غالب آنها پالیگورسکیت، کلریت و ایلیت و میانگین پتاسیم کل آنها حدود ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بودند. این خاک‌ها دارای رژیم رطوبتی و حرارتی، اریدیک و ترمیک بوده و ارتفاع این خاک‌ها بین ۲۰۵۶-۸۵۴ متر از سطح دریا می‌رسد. این گروه از خاک در مرکز به سمت جنوب استان فارس واقع شده‌اند(جدول ۱). بر اساس نتایج نامبردگان بیشترین مقدار تمام شکل‌های پتاسیم، جز پتاسیم محلول در گروه ۱ مشاهده شد. همچنین رابطه معنی‌داری بین تمام شکل‌های پتاسیم به جز محلول با مقدار ایلیت برقرار شد. نتایج کانی شناسی بیانگر غالب بودن کانی اسمکتیت و ایلیت در خاک آلفی‌سولز بوده که سبب افزایش پتاسیم قابل دسترس در این خاک‌ها شده است.

مطالعات انجام گرفته توسط صادقی (۱۳۹۳) بر روی تعدادی از خاکهای مناطق مختلف اقلیمی استان کهگیلویه و بویر احمد نشان داد که بین شکلهای پتاسیم تبادلی، غیرتبادلی، ساختمانی با هم همبستگی مثبت و معنیداری وجود دارد در حالی که پتاسیم محلول خاک با هیچ یک از اشکال خاک همبستگی نشان نداد. Najafi Ghiri etal. (۲۰۱۱)، بین شکلهای مختلف پتاسیم با یکدیگر همبستگی مثبت و معنیداری به دست آوردند. همبستگی مثبت میان شکلهای مختلف پتاسیم وجود تعادل دینامیک و متقابل بین شکلهای پتاسیم را نشان میدهد.همبستگی پتاسیم تبادلی با ظرفیت تبادل کاتیونی (**r=۷۴۷/۰) و رطوبت اشباع (*r=۵۵۶/۰) و ماده آلی (*r=-۵۵۸/۰)، رس (**r=۷۳۵/۰) و پتاسیم محلول (**r=-۵۳۹/۰) در این خاکها معنیدار بوده است.

حیدرماه (۱۳۹۰) با بررسی وضعیت پتاسیم خاک‌های استان کهگیلویه و ارتباط آن با تکامل خاک بیان نمود که با تکامل خاک‌ها به سمت آلفی‌سول همزمان با افزایش در میزان رس و تنوع کانی‌های رسی، بر میزان پتاسیم‌های تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی افزوده می‌شود. بنابراین اقلیم با عوامل مؤثر آن بر تشکیل و تکامل خاک، اعم از دما و رطوبت در تنوع کانی‌شناسی و تغییرات عواملی چون عنصر تغذیه‌ای پتاسیم تأثیرگذار است. در مورد پتاسیم محلول به علت وجود املاح محلول و تأثیر سایر عوامل بر تغییر مقدار پتاسیم محلول، نمی‌توان به نتیجه صحیحی در مورد ارتباط آن با تحول خاک دست یافت. آزادی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه انجام گرفته در خاک‌های شمال فارس اعلام نمودند که توزیعشکل‌هایمختلفپتاسیمبین رده‌هایمختلفخاکبیانگر این بود که خاک‌هایورتیسولوآلفیسولدارایمقادیربالاتریازشکل‌هایمختلفپتاسیمنسبتبهرده‌هایدیگرخاکهستند. همچنینمقدارپتاسیمدرخاک‌هایانتیسولنسبتبهدیگرخاک‌ها بسیارکمتربود.بر اساس نتایج این محققین، خاک‌هایردهآلفیسولبهعلتحضور کانی غالب ایلیتدارایبیشترینمقدارپتاسیم غیرتبادلی بوده‌است.میانپتاسیمکلبا پتاسیمتبادلی،غیرتبادلی، ساختمانی،پتاسیمساختمانیباپتاسیمکلوظرفیت تبادل کاتیونی،پتاسیمتبادلیباپتاسیممحلولوپتاسیم کلوپتاسیممحلولباپتاسیمتبادلیومادهآلیرابطه معنیداروجودداشته‌است.

یکی از دلایل تفاوت نسبتا زیاد در بین مقادیر پتاسیم تبادلی اندازه‌گیری شده در خاک‌ها با توجه به تجارب موجود، تفاوت میان روش‌هاست که دفعات و زمان به هم خوردن نمونه‌ها در منابع مختلف متفاوت بوده که از ۱ تا ۴ نوبت به هم خوردن (shake) و در دامنه زمانی ۱۰ تا ۳۰ دقیقه می‌باشد که طبعاً موجب اختلاف نتایج می‌شود به خصوص زمانی که خاک‌ها دارای پتاسیم غیرتبادلی با پایداری کم باشند که بخشی از پتاسیم غیرتبادلی به راحتی آزاد می‌شود و دوم اینکه به خصوص در سال‌های اخیر کیفیت پایین استات آمونیم مورد استفاده در آزمایشگاه‌ها و آلوده بودن آن به پتاسیم (تا ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) موجب افزایش چشمگیر مقادیر اندازه‌گیری شده پتاسیم تبادلی می‌شود که باید مراقب این موارد بود. در مجموع به نظر می‌رسد به رغم تصور بسیاری از خاک‌ها به ویژه با کاربری زراعی و باغی با کمبود پتاسیم (کمتر از حد بحرانی ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) مواجه بوده و استفاده از کودهای پتاسه در بهبود کمی و کیفی محصولات نقش مهمی دارد.

جدول ۱- توزیع شکل‌های مختلف پتاسیم در خاک‌های مطالعه‌شده در استان فارس (صدری، ۱۳۹۴)

Illite	Potassium forms (%)				Potassium forms ($mgkg^{-1}$)					Soil order	Soil no.
%	Structural	Non-exch.	Exch.	Solut.	Total	Structural	Non-exch.	Exch.	Solut.		
25	81.8	13.1	4.9	0.03	8437	6906	1107	421	3.0	Alfisols	1
25	81.2	13.8	4.8	0.04	8930	7255	1235	436	4.1	Alfisols	2
30	84.5	11.0	4.3	0.02	9201	7781	1020	398	2.4	Alfisols	3
26.6^{b}	82.5^{a}	12.6^{a}	4.6^{a}	0.03^{a}	8856^{a}	7314^{a}	1121^{a}	418^{a}	3^{c}	Average of Group 1	
20	80.6	14.6	4.5	0.20	5397	4353	790	243	11.0	Aridisols	4
20	79.7	15.6	4.4	0.22	5485	4372	857	244	12.2	Aridisols	5
15	82.5	12.1	4.4	0.81	5660	4674	689	251	46.0	Aridisols	6
20	82.8	10.4	6.5	0.14	4498	3726	472	293	6.5	Inceptisols	7
20	81.2	11.2	7.3	0.19	3256	2644	367	238	6.5	Inceptisols	8
20	82.3	11.3	6.0	0.16	3912	3223	445	238	6.6	Inceptisols	9
20	79.7	13.2	6.8	0.19	4709	3756	623	321	9.3	Inceptisols	10
19.3^{a}	81.2^{a}	12.6^{a}	5.7^{a}	0.27^{a}	4702^{b}	3821^{b}	606^{b}	261^{b}	14^{a}	Average of Group 2	
10	75.5	13.2	10.9	0.29	2354	1778	312	257	7.0	Entisols	11
20	79.5	11.1	9.1	0.18	2523	2008	282	230	4.6	Entisols	12
15	69.1	17.3	12.9	0.58	2312	1598	401	299	13.6	Entisols	13
20	75.8	13.7	10.1	0.29	2994	2270	412	303	8.7	Entisols	14
16.2^{a}	74.9^{a}	13.8^{b}	10.7^{b}	0.27	2546^{c}	1914^{c}	352^{b}	298^{b}	8^{b}	Average of Group 3	

منابع

آزادی، ا. باقرنژاد، م. و ابطحی، س.ع. ۱۳۹۲ بررسی وضعیت پتاسیم و ارتباط آن با کانیشناسی و ویژگیهای خاک در خاک‌های منطقه کافتر استان فارس. نشریه مدیریت خاک. شماره ۳.صفحه های ۶۹-۵۹.

اولیایی، ح. م. ۱۳۸۴. مطالعه‌ی کانیشناسی رس، میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌های استان کهگیلویه و بویراحمد، جنوب غرب ایران.پایان‌نامه‌ی دکتری، بخش علوم خاک، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۲۳۲ صفحه.

حسین‌پور، ع. ۱۳۷۹. مطالعه تثبیت پتاسیم، کمیت-شدت پتاسیم و سرعت آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی در تعدادی از خاک‌های ایران. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۰۵ صفحه.

حیدرماه، ص. ۱۳۹۱. سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در خاک‌های آهکی استان کهگیلویه و بویراحمد. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج.

صدری، ن.، اولیایی، ح.ر.، ادهمی، ا. و نجفی قیری، م. ۱۳۹۴. ارتباط شکل های مختلف پتاسیم با کانیهای رسی و تکامل خاک در برخی خاک های استانفارس. نشریه آب و خاک. (پذیرش).

Cimrin K.M. and AkcaE. SenolM.B. and KapurS. ۲۰۰۴. Potassium potential of the soils of the Gaves Region in Eastern Anatolia. Turk Journal of Agriculture, ۲۸: ۲۵۹-۲۶۶.

Kittrick J. A. and Hope E. W. ۱۹۶۳. A procedure for the particle size separation of soil for x-ray diffractionanalysis. Soil Science, ۹۶: ۳۱۲-۳۲۵.

Najafi M., Abtahi A. Karimian N. Owliaie H.R. and Khormali F. ۲۰۱۱. Kinetics of non-exchangeable potassium release as a function of clay mineralogy and soil taxonomy in calcareoussoils of southern Iran. Archives of Agronomy and Soil Science. ۵۷(۴): ۳۴۳-۳۶۳.

Najafi-Ghiri M. ۲۰۱۰. Study of morphological and mineralogical properties and potassium status of soils of Fars province. Ph.D. thesis, p. ۲۲۲, Department of Soil Science, Shiraz University, Iran. (in Persian with English abstract).

Olk D.C., and CassmanK.G. ۱۹۹۵. Reduction of potassium fixation by two humic acid fractions in vermiculitic soils. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۹: ۱۲۵۰-۱۲۵۸.
Pratt P.F. ۱۹۶۵. Potassium. ۱۰۲۲-۱۰۳۰. In: C. A. Black. Methods of Soil Analysis, ۲۱۵ part ۲. American Society of Agronomy, Madison, WI.
Sparks D.L. ۲۰۰۰. Bioavailability of soil potassium, pp. D-۳۸-D-۵۲. *In*: Sumner, M.E. (ed.) Handbook of soil science, CRC Press, Boca Raton, FL.

Abstract

Among the essential nutrient elements for plants, potassium has the largest amount in the soil (۲.۶% of earth's crustweight).The adequate presence of this element in the soil environment and is essential foroptimum quality and quantity of the product. Therefore, the study of the effective factors on K statue has great importance. This study attempts to collect the results of the researches have done in the soils of southern Iran in last decade. More than ۲۰۰ soil samples of surface and subsurface horizons belong to ۷ soil orders and different soil moisture and temperature regimes were analyzed. The results indicate a relatively wide range of different forms of potassium in the soils studied. In addition, soil evolution, mineralogy of soil separates and land use were the most important factors affecting the K statue in the studied soils.

مطالعه اثر کشت گیاه برنج بر شکل های شیمیایی پتاسیم در تعدادی از خاک های آهکی استان فارس

صمد عبدی [۱]، رضا قاسمی فسایی [۲]، محمد فیضیان [۳]
۱-دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر(عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

چکیده
به منظور بررسی اثر کشت گیاه برنج بر شکل های شیمیایی پتاسیم یک مطالعه گلخانه ای بر روی ۱۰ نمونه از خاک های آهکی استان فارس انجام شد. قبل و بعد از کشت گیاه شکل های شیمیایی پتاسیم توسط عصاره گیرهای آب، استات آمونیم یک مولار خنثی و اسید نیتریک مولار جوشان تعیین شد. نتایج نشان داد که شکل محلول پتاسیم قبل و بعد از کشت باهم اختلاف معنی دار ندارند اما شکل های تبادلی و غیر تبادلی قبل و بعد از کشت با هم اختلاف معنی دار دارند. این نتایج نشان می دهد کشت گیاه برنج می تواند به طور چشمگیر میزان پتاسیم خاک را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: تبادلی، غیر تبادلی، محلول

مقدمه
پتاسیم در خاکها در چهار شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی وجود دارد(Sparks and Huang, ۱۹۸۵). پتاسیم محلول خاک شکلی از پتاسیم است که به طور مستقیم توسط گیاهان و ریز جانداران جذب می شود و همچنین بسیار در معرض آبشویی قرار دارد. سطوح پتاسیم محلول معمولا پایین است مگر اینکه اصلاح کننده هایی به خاک اضافه شده باشد. مقدار پتاسیم محلول برای خاکهای کشاورزی مناطق مرطوب ۵-۲ میلی گرم بر لیتر می باشد و برای خاکهای مناطق خشک مقدار بسیار بالاتری دارد (Haby *et al*., ۱۹۹۰). پتاسیم تبادلی جزئی از پتاسیم خاک است که از طریق پیوند الکترواستاتیکی به سطوح بیرونی کانیهای رسی و مواد هوموسی پیوند یافته است. این شکل از پتاسیم به آسانی با دیگر کاتیونها تبادل می شود و همچنین به راحتی برای گیاهان قابل دسترس است. پتاسیم تثبیت شده بین لایه های چهار وجهی همجوار میکاهای هشت وجهی دو جایی و هشت وجهی سه جایی، ورمی کولایت و کانیهای رسی مختلط نگه داشته می شود. چون نیروهای پیوندی بین پتاسیم و سطوح رس بسیار بیشتر از نیروهای آبگیری بین یونهای پتاسیم منفرد می باشد پتاسیم تثبیت می شود که موجب یک تغییر جزئی در ساختمان کریستالی می شود و یونهای پتاسیم به طور فیزیکی با درجات مختلف به دام می افتند که این باعث کند شدن آزاد سازی پتاسیم و فرایندهای پخشیدگی می شود(Sparks, ۲۰۰۰). بیشترین قسمت پتاسیم در شکل ساختمانی وجود دارد که عمدتا در شکل کانیهای اولیه دارای پتاسیم مانند موسکوویت، بیوتیت و فلدسپارها می باشد. سادوسکی و همکاران (۱۹۸۷) نشان دادند که پتاسیم ساختمانی حدود ۹۸ درصد پتاسیم کل را تشکیل می دهد که بیشتر آن به صورت فلدسپار در جزء شن وجود داشت. رابطه پویایی بین این شکلها وجود دارد. هنگامی که پتاسیم محلول و تبادلی به علت جذب گیاه و شستشو خارج می شوند، پتاسیم غیر تبادلی به شکل تبادلی آزاد می شود. قابلیت دسترسی پتاسیم غیر تبادلی بستگی به مقدار پتاسیم بین لایه ای ندارد بلکه عمدتا بستگی به سرعتی دارد که در آن می تواند بصورت قابل دسترس آزاد شود. مطالعات کمی در مورد واجذبی پتاسیم در خاکهای آهکی گزارش شده است. بنابراین اطلاعات بیشتری در مورد طبیعت و سرعت واجذبی پتاسیم غیر تبادلی در خاکهای آهکی لازم است (Jalali, ۲۰۰۵). وضعیت یک عنصر در یک خاک معین را نمی توان فقط با مقدار آن مشخص نمود چون عناصر در شکل ها و وضعیت های متفاوتی یافت می شوند و علاوه بر آن تبدیل از یک شکل به شکل دیگر و افزوده شدن و خارج شدن آنها از خاک سبب ایجاد نظام پویایی در خاک می شود .(Mutscher, ۱۹۹۵)هنگامی که پتاسیم محلول و تبادلی به علت جذب گیاه و شستشو خارج می شوند، پتاسیم غیر تبادلی به شکل تبادلی آزاد می شود. قابلیت دسترسی پتاسیم غیر تبادلی بستگی به مقدار پتاسیم بین لایه ای ندارد بلکه عمدتا بستگی به سرعتی دارد که در آن می تواند بصورت قابل دسترس آزاد شود(Sparks, ۲۰۰۰). معمولا فرض می شود پتاسیم ساختمانی به آرامی در دسترس گیاهان قرار می گیرد در صورتی که قابلیت دسترسی آن بستگی به میزان پتاسیم در دیگر شکلها و درجه هوادیدگی میکاها و فلدسپارهای سازنده جزء معدنی پتاسیم دارد (Sparks and Huang, ۱۹۸۵). توانایی گیاهان مختلف برای استفاده از شکل های مختلف پتاسیم متفاوت است استفتن و اسپارکس (۱۹۷۹) گزارش کردند که گیاه چاودار می تواند به مدت طولانی تری پتاسیم تثبیت شده را بدون کاهش عملکرد جذب کند در صورتی که شبدر قرمز نمی تواند این کار را انجام دهد و دچارکمبود پتاسیم می شود که این می تواند به ریشه های بلند چاودار نسبت داده شود که به آن اجازه می دهد در یک غلظت به طور نسبی پایین پتاسیم رشد کند. مطالعات چندانی در مورد اثر کشت بسیاری از گیاهان زراعی ازجمله برنج بر روی شکل های شیمیایی پتاسیم صورت نگرفته است لذا این مطالعه به منظور بررسی این موضوع در تعدادی از خاک های آهکی استان فارس انجام گردید.

مواد و روش ها

نمونه برداری و تعیین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی

برای انجام این تحقیق تعداد ۱۰ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی متری مناطق مختلف استان فارس جمع آوری شد و بعداز هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی متری، با استفاده از روشهای استاندارد برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی شامل بافت خاک به روش هیدرومتری، پ هاش در خمیر اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاک، کربن آلی به وسیله اکسایش با پتاسیم دی کرومات، کربنات کلسیم معادل به وسیله تیتره کردن با اسید، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با روش جانشین سازی کاتیون ها با استات سدیم مولار با پ هاش برابر ۲/۸ تعیین شد.

تعیین شکلهای شیمیایی پتاسیم در خاکهای مورد مطالعه

به منظور تعیین شکلهای شیمیایی پتاسیم بومی قبل از کشت و بعد از کشت گیاه از عصاره گیرهای ذکر شده در جدول ۱ استفاده شد.

جدول ۱: عصاره گیرهای مورد استفاده جهت تعیین شکل های شیمیایی پتاسیم

ردیف	عصاره گیر	شرح عصاره گیری
۱	استات امونیوم مولار پ هاش ۷	عصاره گیری با نسبت خاک به عصاره گیر ۱:۲۰ به مدت ۳۰ دقیقه
۲	آب	عصاره گیری با نسبت خاک به عصاره گیر ۱:۵ به مدت ۳۰ دقیقه
۳	اسید نیتریک مولارجوشان	عصاره گیری با جوشاندن ۲ گرم خاک با ۲۰ میلی لیتر اسید نیتریک یک مولار به مدت ۲۵ دقیقه

پتاسیم غیر تبادلی از تفاوت بین عصاره گیرهای ۱و ۳ و پتاسیم تبادلی از تفاوت بین مراحل ۱و ۲ تعیین شد(Jalali, ۲۰۰۵). پس از انجام هر عصاره گیری غلظت پتاسیم عصاره گیری شده با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد.

مطالعه گلخانه ای

برای بررسی اثر کشت بر شکلهای شیمیایی پتاسیم طی یک کشت گلخانه ای گیاه برنج در ده خاک مورد مطالعه کشت شدند. قبل ازکشت گیاه، دو کیلوگرم از هر خاک در سه تکرار در کیسه های پلاستیکی وزن شد و عناصر غذایی ضروری (غیر از پتاسیم) براساس نتایج آزمون خاک به شرح زیر به آنها افزوده شد: ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم نیتروژن به صورت اوره (۶۰ درصد قبل از کشت و ۴۰ درصد در هفته چهارم)، ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر به صورت ۵ ، $Ca\ H\ (PO_4)_2,H_2O$ میلی گرم بر کیلو گرم روی به صورت Zn $SO_4, 7H_2O$، ۵/۲ میلی گرم بر کیلوگرم مس به صورت ۵ ، $Cu\ SO_4, 5H_2O$ میلی گرم بر کیلو گرم منگنز به صورت ۵ ، $Mn\ SO_4, 4H_2O$ میلی گرم بر کیلوگرم آهن به صورت سوکسترین ۱۳۸. پس از کاهش رطوبت خاکها، خاک کیسه ها به خوبی مخلوط و به درون گلدانها منتقل شد و سپس تعداد شش عدد بذر برنج رقم قصر دشتی در هرخاک با سه تکرار کشت شد و جمعا ۳۰ گلدان در یک طرح کاملا تصادفی کشت گردید. دو هفته بعد از جوانه زنی تعداد بوته ها به سه عدد تقلیل یافت. گلدانهای حاوی برنج از دو هفته پس از جوانه زدن در حالت غرقاب نگهداری شد. هشت هفته بعد از کاشت، گیاهان از محل ط وقه قطع شدند و به روش خشک سوزانی تجزیه شدند و غلظت پتاسیم در اندام هوایی اندازه گیری شد. به منظور تعیین اثر کشت بر شکلهای شیمیایی پتاسیم، پس از برداشت گیاهان، خاک گلدانها به دقت از ریشه های گیاه جدا شده و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک، شکلهای شیمیایی پتاسیم با روش ذکر شده در جدول ۱ تعیین شد. میانگین شکل های شیمیایی پتاسیم در ده نمونه خاک قبل و بعد از کشت با هم مقایسه گردید. جهت انجام تجزیه تحلیل آماری از نرم افزار SPSS و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی های شیمیایی و فیزیکی خاکهای مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. همه خاکها قلیایی بوده و مقدار ECآنها پایین است. مقدار کربنات کلسیم معادل خاکها بین ۶۹/۳۹ تا ۱۵/۵۰ درصد و میزان رس بین ۷ تا ۳۱ درصد متفاوت است. مقدار CECاز ۰۶/۹ تا ۹۲/۲۳ سانتی مول بر کیلوگرم خاک متفاوت است.

جدول۲: برخی خصوصیا ت فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد مطالعه

محل نمونه برداری	pH	EC (dsm^{-1})	CEC ($cmol\ kg^{-1}$)	CCE	Sand	SiltClay	OM
					(%)		
کوشکک	۷۱/۷	۷۱/۰	۸۷/۱۵	۱۵/۵۰	۴۴/۳۰	۵۶/۳۸	۳۱	۶۷/۱
دانشکده	۸۳/۷	۹۹۷/۰	۸۷/۱۵	۲۴/۴۶	۴۴/۳۰	۵۶/۳۸	۳۱	۷۲/۲
اکبراباد	۹۴/۷	۳۷/۰	۵/۱۳	۲۵/۴۳	۴۴/۳۴	۵۶/۴۲	۲۳	۵۲/۱
کامفیروز	۷۶/۷	۴۵/۰	۹۲/۲۳	۶۱/۴۰	۴۴/۳۲	۵۶/۳۲	۳۵	۰۲/۳
داراب	۰۸/۸	۵۲/۰	۰۶/۹	۸۵/۴۷	۵۶/۱۴	۴۴/۷۸	۷	۲۲/۱
حسین اباد	۰۱/۸	۵۶/۰	۱۳	۶۹/۳۹	۴۴/۲۸	۵۶/۴۴	۲۷	۹۷/۱
زرقان	۲۶/۸	۰۹/۱	۴۹/۱۴	۱۴/۴۳	۴۴/۳۲	۵۶/۳۶	۳۱	۲۳/۱
چیتگر	۹۷/۷	۵۳/۰	۱۵/۱۰	۹/۵۵	۴۴/۴۰	۵۶/۴۶	۱۳	۴۳/۱
فسا	۹۶/۷	۰۴/۱	۰۴/۱۶	۸/۳۹	۴۴/۲۴	۵۶/۴۴	۳۱	۹۲/۳
رامجردی	۹۶/۷	۴۴/۰	۴۹/۱۴	۲۹/۴۴	۴۴/۲۸	۵۶/۴۸	۲۳	۰۳/۲

شکل های شیمیایی پتاسیم قبل و بعد از کشت برنج

.مقادیر شکل های شیمیایی پتاسیم قبل از کشت گیاه در خاک های مورد مطالعه در جدول ۳ امده است

جدول ۳: مقادیر شکل های شیمیایی پتاسیم قبل از کشت گیاه

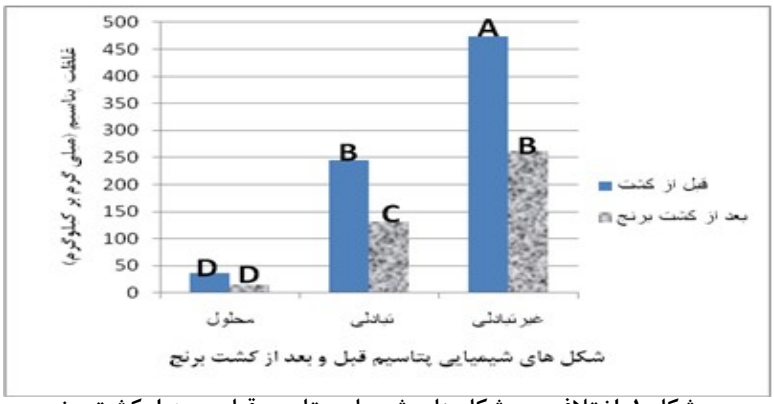
محل نمونه برداری	غیر تبادلی	تبادلی	محلول
	میلی گرم بر کیلو گرم		
کوشکک	۳۱۶	۲۷۶	۴۷
دانشکده	۵۲۰	۵۶۲	۵/۷۷
اکبرآباد	۵۱۶	۲۴۵	۷/۲۴
کامفیروز	۴۰۶	۳۱۸	۵/۲۱
داراب	۱۶۶	۷۲	۵/۲۷
حسین آباد	۳۴۰	۲۴۰	۸/۱۹
زرقان	۴۱۰	۱۹۶	۱۴
چیتگر	۶۶	۱۸۲	۳/۳۸
فسا	۷۵۶	۳۱۵	۳/۳۴
رامجردی	۵۶۶	۳۴۶	۵/۴۶
میانگین	۷/۴۰۶	۵/۲۷۵	۰۳/۳۵

.مقادیر شکل های شیمیایی پتاسیم بعد از کشت برنج در خاک های مورد مطالعه در جدول ۴ آمده است

جدول ۴: مقادیر شکل های شیمیایی پتاسیم بعد از کشت گیاه

محل نمونه برداری	غیر تبادلی	تبادلی	محلول
کوشکک	۱۶۶	۱۲۴	۱۶
دانشکده	۴۶۰	۲۲۵	۳/۳۸
اکبرآباد	۲۹۶	۱۱۲	۵/۱۰
کامفیروز	۲۷۰	۱۴۵	۷/۱۱
داراب	۱۱۰	۸/۱۹	۸/۱۶
حسین آباد	۳۷۶	۱۰۸	۳/۸
زرقان	۳۵۰	۱۳۳	۱۰
چیتگر	۱۰۶	۸/۷۲	۱۴
فسا	۴۲۶	۱۸۹	۵/۱۷
رامجردی	۲/۶۰	۱۵۵	۵/۱۴
میانگین	۳۴/۲۶۲	۲۸/۱۳۱	۸/۱۵

.مقایسه میانگین مقادیر شکل های شیمیایی پتاسیم قبل و بعد از کشت گیاه برنج در خاک های مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است



شکل ۱: اختلاف بین شکل های شیمیایی پتاسیم قبل و بعد از کشت برنج

مشاهده می شود که شکل محلول پتاسیم قبل وبعد از کشت برنج با هم اختلاف معنی داری ندارند ولی شکل های تبادلی و غیر تبادلی قبل و بعد از کشت برنج با هم اختلاف معنی داری دارند. دابرمن و فیرهاست(۲۰۰۰) بیان می کنند که در شرایط کشت غرقاب برنج، آهن و منگنز احیاء شده و با پتاسیم برسر مکانهای تبادلی رقابت می کنند و باعث می شوند پتاسیم وارد محلول خاک شود وغلظت آن در محلول خاک افزایش یابد که در خاک های شنی ممکن است باعث آبشویی پتاسیم از خاک شود. همچنین این محققان بیان می کنند که ریشه برنج به درون محلول خاک یون هیدروژن و مولکول اکسیژن آزاد می کند که یون های هیدروژن آزاد شده می توانند جایگزین پتاسیم تبادلی شود وآن را وارد محلول خاک کند.با توجه به اینکه گیاه برنج می تواند مقدار قابل توجهی از شکل های تبادلی و غیر تبادلی پتاسیم را از خاک استخراج کند توصیه می شود بعد از کشت این گیاه وضعیت پتاسیم خاک مورد بررسی قرار گیرد و در صورت کمبود نسبت به رفع آن اقدام گردد.

منابع

Dobermann A., and Fairhurst T. ۲۰۰۰. Rice. Nutrient disorder and nutrient management. Handbook series. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Rice Research Institute.

Haby V. A., Russelle M. P., and Skogley E.O. ۱۹۹۰. Testing soils for potassium, calcium, and magnesium. Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America, Madison, WI.

Jalali M. ۲۰۰۵. Release kinetics of nonexchangeable potassium in calcareous soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۶:۱۹۰۳-۱۹۱۷.

Mutscher M. ۱۹۹۵. Measurement and Assessment of Soil Potassium. IPI res top, no.۴. IPI, Basel. Switzerland.

Sadusky M. C., Sparks D. L., Noll M. R., and Hendricks G. J. ۱۹۸۷. Kinetics and mechanisms of potassium releasfrom sandy soils. Soil Science Societyof America Journal, ۵۱ : ۱۴۶۰-۱۴۶۵.

Sparks D. L. ۲۰۰۰. Bioavailibility of potassium. Handbook of Soil Science, CRC Press, Boca Raton, FL.
Sparks D. L., and Huang P. M. ۱۹۸۵. Physical chemistry of soil potassium. Potassium in agriculture. American Society of Agronomy, Madison, WI.
Steffen D., and Sparks D. L. ۱۹۹۷. Kinetics of nonexchangeable ammonium release from soils. Soil Science Societyof America Journal, ۶۱: ۴۵۵-۴۶۲.

Abstract

A greenhouse experiment was conducted to study the effect of rice cropping on chemical fors of potassium in ۱۰ samples of calcareous soils of Fars province. Chemical forms of potassium were determined before and after cropping using water, ۱M ammonium acetate, boiling nitric acid extractants. Results showed that solution form of potassium in before and after cropping have not significant diference but exchangeable and nonexchangeable forms have significant difference. These results indicate that rice can decrease soil potassium significantly.

تعیین روابط،کمیت-شدت((Q/I پتاسیم، و چگونگی عرضه آن در خاکهای مهم استان کرمانشاه

محمود شریعتمداری [۱]، فردین حامدی [۲] و شاهرخ فاتحی [۲]
۱- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه ۲- اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

چکیده

توانایی عرضه پتاسیم خاك برای تامین گیاه در طول فصل رشد از یك طرف به کمیت و شدت پتاسیم و از طرف دیگر به سرعت متوسط آزاد شدن پتاسیم از شکلهای غیر تبادلی به تبادلی و محلول ارتباط دارد. بنابراین تکیه بر پتاسیم قابل جذب خاك که توسط استات آمونیوم استخراج شده باشد کافی نمی باشد و بایستی عوامل دیگری را نیز مد نظر داشت. بوسیله تعیین روابط شدت و کمیت پتاسیم، میتوان پتاسیم به سهولت تبادل ΔK_0 درحالت تعادل و ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم PBC^{K} را برآورد نمود. مقادیر بالای پتاسیم به سهولت تبادل ΔK_0 نشان دهنده آزاد شدن بیشتر پتاسیم در محلول خاك است. بالا بودن ظرفیت بافری بالقوه نمایانگر قابلیت جذب پتاسیم برای مدت طولانی در خاک است و پایین بودن میزان ظرفیت بافری بالقوه نشان دهندة توانایی کم خاك درحفظ پتاسیم قابل جذب برای گیاه است. با توجه به بالا بودن میزان پتاسیم قابل جذب خاکهای استان، و مشاهده کمبود پتاسیم در بعضی از محصولات استان، ۵۰نمونه خاك سطحی از فامیل‌هایغالب خاك در اراضی کشاورزی استان کرمانشاه جمع آوری شد. سپس برای به دست آوردن پارامتر های کمیت-شدت پتاسیم منحنیهای کمیت-شدت پتاسیم ترسیم شد. نتایج بدست آمده این آزمایش مشخص نمود روابط کمیت-شدت درتمامی سریهای خاک در سطح ۱ درصد معنی دار بود. همچنین همبستگی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها با درصد رس، پتاسیم به سهولت قابل تبادل ΔK_0 با پتاسیم تبادلی خاکها، همگی در سطح ۱ درصد و ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم PBC^{K} با ظرفیت تبادل کاتیونیدر سطح ۵ درصد معنی دار گردید.

واژه های کلیدی: کمیت-شدت پتاسیم،ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم،پتاسیم به سهولت قابل تبادل

مقدمه

هوازدگی کانیهای حاوی پتاسیم و تداوم مصرف کودهای پتاسه از عوامل موثر در ورود پتاسیم به بخش قابل دسترس بوده و برداشت توسط گیاهان، فرسایش و آبشویی از عوامل موثر در هدر رفت پتاسیم می باشند. در سال‌های گذشته توجه اندکی به وضعیت پتاسیم خاك‌ها و مصرف کودهای پتاسیمی در ایران شده است در نتیجه توازن آن در بسیاری از مزارع منفی بوده و پتاسیم قابل جذب خاك‌ها سیر نزولی را طی نموده است. براساس تحقیقات (منگل، ۱۹۹۳) در خاکهایی که از نظر یون پتاسیم در حد متوسطی باشند تخلیه پتاسیم تبادلی،ممکن است منجر به تثبیت پتاسیم کود توسط کانیهای رس ورمیکولیت و بیدلیت گردد. ولی در خاك‌هایی که بطور نسبی مقادیر زیادی کانیهای میکا دارند یون پتاسیم موجود در بین لایه‌های آن ممکن است در تغذیه گیاه مشارکت داشته باشد. کاهش غلظت پتاسیم در محلول خاك باعث بوجود آمدن نیروی اصلی جهت خروج پتاسیم از بین لایه‌ها و آزاد سازی این یون میشود بر اساس آزمایشات انجام شده در آلمان آزاد سازی پتاسیم غیر تبادلی زمانی شروع شده که غلظت پتاسیم در محلول خاك به کمتر از ۳ میکرو مول در لیتر رسیده و بیشتر توسط کانیهای میکا و فلدسپات انجام می شود و تثبیت آن توسط ورمیکولیت، بیدلیت و میکای قسمتی هوا زده صورت میگیرد(جانگ، ۱۹۸۶). پتاسیم در مسکویت دی اکتاهیدرال تقریبا ۵ در صد بیوتیت تری اکتاهیدرال است (سلیم اختار ۱۹۹۳). نتایج بررسیهای انجام شده توسط الفتی و همکاران(۱۳۷۸) نشان داد که در استان‌های مختلف کشور همبستگی مثبت و معنی داری بین سطوح بحرانی پتاسیم خاك با درصد رس وجود داشته است. در آزمایش انجام شده در مصر مشخص گردید با افزایش درصد رس خاك جذب پتاسیم توسط گیاه کاهش یافته و برای جذب مقدار مشخص پتاسیم توسط گیاه سطح بحرانی این عنصر را بایستی بالاتر در نظر گرفت یا به عبارت دیگر با افزایش درصد رس برای حفظ حد کفایت عنصر در خاك، بایستی مقدار پتاسیم تبادلی خاك بالاتر در نظر گرفت (الفولی و سعید، ۱۹۹۷). حد بحرانی پتاسیم برای گندم در استان کرمانشاه ۳۱۰ میلی‌گرم درکیلوگرم((mg / kg تعیین گردیده و ۲۶ درصد خاکهای مناطق معتدل و سرد استان دارای پتاسیم قابل جذب زیر این حد میباشند.میانگین حد بحرانی پتاسیم برای گندم در ایران ۳۴۱ میلی‌گرم درکیلوگرم((mg / kg تعیین شده و ۸/۳۲ در صد مزارع استان دارای پتاسیم کمتر از این حد می باشند(الفتی ۱۳۷۷). با توجه به بالا بودن میزان پتاسیم قابل جذب خاکهای استان، و مشاهده کمبود پتاسیم در بعضی از محصولات استان، این پروژه با نمونه برداری از ۵۰نمونه خاك سطحی از فامیل‌های مهم خاك های استان کرمانشاه، در دو تکرار و به مدت ۳ سال اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

در این طرح تحقیقاتی ابتدا ۵۰ نمونه خاك سطحی(۳۰-۰ سانتیمتر) از فامیلی های مهم خاك های استان کرمانشاه و از زیرگروه های Typic Calcixerepts، Vertic Calcixerepts ، Aquic Calcixerepts، Typic Calciustepts، Typic Haploustepts، Typic Haploxerepts، Vertic Haploxerepts ، Chromic Haploxererts ،Typic Calcixererts،و Chromic Calcixererts بر اساس مساحت های غالبی که زیرگروه های فوق دردشت های قصر شیرین، سرپل ذهاب، حسن آباد، ماهیدشت،کرمانشاه، صحنه، سنقر، بیله وار، دینه ور وکنگاور دارند تهیه گردید و خصوصیاتی نظیر: پ هاش،عصاره گل اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع، بافت خاك با روش هیدرومتری، درصد آهك، ظرفیت تبادل کاتیونی پس از جدا سازی اجزا با روش استات سدیم در پ هاش ۷ ، پتاسیم محلول در عصاره گل اشباع، پتاسیم تبادلی با روش استات آمونیوم یکمولار و پتاسیم غیر تبادلی با روش اسید نیتریك یك مولار عصاره گیری و اندازه گیری شد. سپس از این ۵۰نمونه خاک، ۱۲ نمونه خاك تقریبا متفاوت تر از بقیه خاکها انتخاب و ۲۵ میلی لیتر محلول ۰۰۲/۰ مولارکلریدکلسیم، که حاوی غلظتهای متفاوتی از پتاسیم شامل صفر، ۱/۰، ۲/۰، ۴/۰، ۸/۰، ۶/۱، ۴/۲و ۲/۳ میلی مولار به نمونه های دو گرمی اضافه گردید و به مدت دو ساعت در دمای ۲۹۹ درجه کلوین تکان داده شدند. پس ازسانتریفوژ کردن سوسپانسیون در ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت پنج دقیقه، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره خاك به وسیله دستگاه هدایت سنج، غلظت کلسیم+منیزیم به وسیله تیتراسیون با EDTA و غلظت پتاسیم با روش اسپکتروسکوپی نشر اتمیك روش فلیم فتومتر اندازهگیری گردید و تغییر در پتاسیم تبادلی(K (از تفاوت غلظت پتاسیم در محلول اولیه و محلول تعادلی بدست آمد. برای محاسبه فعالیت پتاسیم((AR^K ، از روابط زیر استفاده شد:

معادله ۱ $a_i = \lambda_i * c_i$

معادله ۲ $\log^{\lambda_i} = -Ac_i^2(\frac{\mu^{0.5}}{1} + 1)$

a_i = فعالیت هر یون

λ_i = ضریب فعالیت هر یون

c_i = غلظت هر یون

μ = قدرت یونی محلول

A = ۵۰۹/۰

$$AR^K = \frac{a_K}{(a_{Ca} + a_{Mg})^{0.5}}$$

$AR^K = a_k / (a_{Ca} + a_{Mg})^{0.5}$

سپس با رسم (K(mmol Kg^{-1}) در مقابل AR^K(mmol L^{-1})$^{0.5}$، شکل عمومی منحنی شدت به مقدار((Q/Iبدست آمد (بخش خطی و غیر خطی) و با مشخص شدن غلظت های لازمه کلرید پتاسیم برای بخش خطی منحنی، آنگاه با این غلظتها بخش خطی منحنیکمیت- شدت را برای بقیه نمونه ها به روش ذکر شده محاسبه نموده و با محاسبه اجزای منحنی و همبستگی هر یك از این اجزا، بخصوص ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم(PBC^K) با ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها و درصد رس و پتاسیم به سهولت تبادل(K۰)با پتاسیم تبادلی خاک تعیین گردید.این آزمایش در ۲ تکرار و از خرداد ماه سال ۱۳۸۴ به مدت سه سال اجرا گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۱،Q=K عامل کمیت(میلی اکی والان درصد گرم خاك) نشان دهنده تغییر در پتانسیل تبادلی با تغییر عامل شدت است AR^K عامل شدت (I) یا نسبت فعالیت پتاسیم است و همانطور که ملاحظه می گردد روابط شدت- کمیت پتاسیم برای سریهای خاك استان از همبستگی بسیار بالایی برخوردار بوده است و در سطح یك درصد معنی دار میباشند واین امرنشان دهنده بالا بودن ظرفیت بافری بالقوه پتاسم خاکهای استان می باشد.

جدول ۵ - پارامترهای مختلف رابطه Q/I در سری خاك های مختلف

سریهای خاک	معادله Q/I	R^2(adj)	PBC^K	K۰
چفدر	Q=-۰.۳۴۴+۲۴۷.۹I	**۹۸.۰%	۲۴۷.۹	۰.۳۴۴-
دو تپه	Q=-۰.۱۷۴+۱۶۸.۵I	۹۶.۸%**	۱۶۸.۵	۰.۱۷۴-
گاکیه	Q=-۰.۲۰۸+۱۳.۰I	۹۷.۳%**	۱۳.۰	۰.۲۰۸-
رحمت آباد	Q=-۰.۴۲۸+۲۴۰.۷I	۹۸.۷%**	۲۴۰.۷	۰.۴۲۸-
حسن آباد ۱	Q=-۰.۴۷۳+۲۰۳.۷I	۹۷.۷%**	۲۰۳.۷	۰.۴۷۳-
حسن آباد ۲	Q=-۰.۳۴۲+۲۰۶.۸I	**۹۷.۱%	۲۰۶.۸	۰.۳۴۲-
حسن ۳	Q=-۰.۳۴۸+۲۲۷.۴I	**۹۷.۲%	۲۲۷.۴	۰.۳۴۸-

	Q=-۰.۳۹۸+۲۷۷.۵I	**۹۷.۴%	۲۷۷.۵	۰.۳۹۸-
سلیمان آباد چقا کبود	Q=-۰.۳۰۴+۲۰۳.۱I	**۹۷.۸%	۲۰۳.۱	۰.۳۰۴-
گراوند	Q=-۰.۲۰۲+۱۷۷.۴I	**۹۷.۵%	۱۷۷.۴	۰.۲۰۲-
خمیس آباد	Q=-۰.۴۰۹+۱۸۹.۲I	**۹۷.۲%	۱۸۹.۲	۰.۴۰۹-
گردکانه	Q=-۰.۱۸۸+۱۸۹.۷I	**۹۷.۸%	۱۸۹.۷	۰.۱۸۸-

واحدها: PBC^{K}(Cmolc/Kg)/(mol/L)^۰.۵ ، K۰(mg/kg) ، **معنیداردرسطح۱%

نتایج بدست آمده نشان دادبین پتاسیم به سهولت قابل تبادلخاك‌های استان با پتاسیم تبادلی آن‌ها همبستگی بالا و معنیداری در سطح یك درصد وجود دارد (جدول ۲) که گزارش سایر محققین دیگر از جمله بلالی(۱۳۷۶)، بیابانکی و حسین پور(۱۳۸۲) و خراسانی(۱۳۸۴) آن را تایید می کند. خاك‌ها ی مختلف با داشتن AR. های(نسبت فعالیت پتاسیم درحالت تعادل) یکسان، میتوانند پتاسیم تبادلی متفاوتی داشته باشند. همچنین علاوه بر اینکه بین پتاسیم به سهولت قابل تبادلشاخص خوبی برای پتاسیم تبادلی می باشد ولی برآورد بهتری برای پتاسیم محلول در خاك بوده بط وریکه مقادیر بالای پتاسیم به سهولت قابل تبادل نشان دهنده آزاد شدن بیشتر پتاسیم در محلول خاك است (بکت ۱۹۶۴).همچنین بین پتاسیم به سهولت قابل تبادل با پتاسیم محلول همبستگی کمی وجود دارد(جدول ۲) و این نتیجه می تواند بدلیل نوع کانی های رس منطقه و کم بودن پتاسیم به سهولت قابل تبادل بوده که فاز به سهولت قابل تبادل نمی تواند به مقدار کافی پتاسم را وارد محلول خاك نماید. از طرف دیگر رابطه معنی داری بین پتاسیم به سهولت قابل تبادل و کربن آلی (%OC)خاکهای استان وجود ندارد(جدول ۲) که این نتیجه بدست آمده با تحقیق قنواتی(۱۳۸۳) یکسانمی باشد.پس گرچه خاکهای استان از ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم بالایی برخوردار بوده و همبستگی بالایی بین ظرفیت تبادلی خاک با درصد رس(جدول ۳)، ظرفیت بافری بالقوه پتاسیم با ظرفیت تبادل کاتیونی(جدول ۴) و پتاسیم تبادلی با پتاسیم به سهولت قابل تبادل خاک(جدول ۲) وجود دارد ولی پتاسیم به سهولت قابل تبادلبرآورد بهتری برای پتاسیم محلول در خاک می باشد بطوریکه مقادیر بالای پتاسیم به سهولت قابل تبادل نشان دهنده آزاد شدن بیشتر پتاسیم در محلول خاك است(بکت ۱۹۶۴).

جدول ۶ رابطه بین K۰ محلول پتاسیم و درصد کربن آلی و پتاسیم تبادلی

منابع	K(mg/kg)	Ksol(me/L)	(%)OC
K۰(mg/kg)	**۵۹.۴%	۱۰.۳%ns	۱۰.۹%ns

** معنیداردرسطح۱% ، ns معنیدارنیست.

جدول ۷- رابطه بین CEC با درصد رس، درصد کربن آلی و پتاسیم تبادلی

منابع	(%)Clay	(%)OC	K(mg/kg)
CEC	**۸۹.۴%	۱۷.۷%ns	۰.۰%ns

**معنیداردرسطح۱% ، ns معنیدارنیست.

جدول ۸- رابطه بین PBC^{K} با CEC ، درصد کربن آلی و پتاسیم تبادلی

منابع	CEC(Cmolc/Kg)	K(mg/kg)	(%)OC
PBC^{K}	*۳۴.۶%	۲۹.۳%ns	۰.۰%ns

* معنی داردرسطح۵% ، ns معنیدارنیست

بدلیل کم بودن ماده آلی خاکهای استان، زیاد بودن رس خاک، نوع کانیهای خاک که ممکن است بیشتر شامل ایلایت ومونتموریلونایت باشند وتمایلبالاییبرای جذبوتثبیت پتاسیم خاک دارند نمی گذارند فاز پتاسیم به سهولت قابل تبادل بهمقدار کافی پتاسیم را وارد محلول خاك کرده و نیاز گیاه را تامین کند(کم بودن پتاسیم به سهولت قابل تبادل خاکهای استان موید این نکته می باشد).

با توجه به نتایج این تحقیق و به دلیل انجام کشت های ارقام پر محصول و نیازمند بیشتر به پتاسیم توسط کشاورزان و عدم مصرف بهینه کودهای پتاسه درحال حاضر ما شاهد کمبود این عنصر در بعضی از مناطق استان هستیم بنابراین برای حصول به کشاورزی

پایدار، تولید مستمر با داشتن حداکثر عملکرد کمی وکیفی، اجرای سیاست روند افزایش مواد آلی خاکهای استان، بهمراه استفاده از کودهای پتاسه توسط سازمان های مربوطه به کشاورزان توصیه گردد.

منابع

السادات بیابانکی، ف. و ع. حسین پور. ۱۳۸۲. هم بستگی پارامترهای نسبت کمیت- شدت پتاسیم با پتاسیم قابل استفاده و شاخص های گیاهی. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاك ایران، دانشگاه رشت، رشت، ایران.

الفتی، م. ۱۳۷۷. بررسی توازن پتاسیم در برخی خاکهای استان کرمانشاه، گزارش نهایی، نشریه شماره ۲۵۲ ، انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

الفتی، م. و م. ج. ملکوتی و م. ر. بلالی . ۱۳۷۸ . تعیین حد بحرانی پتاسیم برای محصول گندم در ایران، مجله علمی پژوهشی خاك و آب، موسسه تحقیقات خاك و آب، تهران، ایران.

بستانی،ع. و غ. ثواقبی. ۱۳۸۲. بررسی نسبت کمیت ـ شدت (Q/I) پتاسیم در تعدادی از خاکهای تحت کشت نیشکر. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاك ایران، دانشگاه رشت، رشت، ایران.

Beckett P.H.T.۱۹۶۴. Study on soil potassium: The immediate Q/I relations of labile potassium in the soil. J. Soil Sci. Vol ۵:۹-۲۳.

EL-Foully M and AA. Sayad ۱۹۹۷. Potassium in soils and crops, recommendations and present use in Egypt in AE. Johnston (ed.) Food security in the WANA region, the essential need for balanced fertilizer, IPI, Basel PP ۵۰ - ۶۵.

Jungk. A.۱۹۸۶. Potassium and magnesium dynamics in the rhizosphere . ۱۳th . Congress of the International of Soil Science Symposia Papers. Vol. ۵ : ۲۲۵ - ۲۳۲ .

Mengel, K. ۱۹۹۳. Potassium status of soils, assessment and utilization. Ink. Mengel and A. Krauss (ed.). K availability of soils in West Asia and North Africa, status and perspectives. IPI . ۲۱ - ۳۹.

Olfati M., Malakouti M.J., Safari H.,Solhi M., Sayyadian K., Shariatmadari M., Najmedini N.,V. Towshih.۱۹۹۹. A study of the potassium balance in some wheat fields of Iran. In: International symposia on balanced fertilization and crop response to potassium Papers. Tehran, Iran.

Saleem Akhtar , M. ۱۹۹۳. Potassium availability as affected by soil mineralogy. In K. Mengel and A. Krauss (ed.) K availability of soils in west Asia and North Africa. Status and perspectives. IPI ۱۳۹ - ۱۵۶.

Abstract

Supplying soil potassium for plants in during the growing season are depended on quantity and intensity factors of potassium and releasingthe average rate potassium fromnon-exchangeable form to exchange and related solutions. Therefore, relying on soil potassium extracted by ammonium acetate is not sufficient and should also consider other factors. Determining relationships the quantity and intensity can be estimated potassium activity ratio of equilibrium K۰ and PBC^K. High amount K۰ is represents releasing more potassium in soil solution. High amount PBC^K represents is absorptionle ability of K for a long time in soil. Low amount PBC^Kindicated slight ability of soil to Maintenance potassium for plant. Due to high amount of soils exchangeable potassium of Province, and lack of K in some of Province crops, in this project were collected ۵۰ soil surface samplesof dominant soil families in Kermanshah Province. Then qantity-intensity plots were developed and used to derive the typical Q/I parameters. The results of this experiment showed that the amount of intensity relations in all the soil families were significant (at۱% level) and also correlation of CEC with clay percentage , K۰ with soils exchangeable potassium (at ۱% level) and PBCK with CEC were significant(at ۵ % level).

اثرات تنش رطوبتی بر مقدار نیتروژن مصرفی گندم در سیستم کشت بی خاکورزی

عبدالحسین ضیائیان [۱]، لادن جوکار [۲]، سعید غالبی [۳]
۱- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، ۲- مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، ۳- مربی پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
به منظور بررسی اثرات تنش رطوبتی بر میزان نیتروژن مصرفی گندم، در سامانه کشت بی خاک ورزی، طی دو سال و با اجرای یک سیستم آبیاری بارانی تک شاخه و با استفاده از طرح آماری اسپلیت بلوک مرکب در مکان، برهمکنش چهار سطح صفر، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره و چهار میزان آب (I۴,I۳,I۲,I۱ به ترتیب معادل ۷۴۲۰ ، ۶۹۰۰ ، ۶۸۰۰ و ۶۲۹۰ متر مکعب در هکتار) مطالعه شد. میانگین نتایج دو ساله این تحقیق نشان داد که مقادیر مختلف آب مصرفی با تاثیر معنی دار بر اجزا عملکرد نظیر تعداد خوشه در متر مربع (P<۰.۰۱)) و وزن هزار دانه (P<۰.۰۵) موجب افزایش معنی دار (P<۰.۰۱) عملکرد کل عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش و میزان پروتئین دانه و افزایش معنی دار (P<۰.۰۵)جذب کل نیتروژن، و فسفر شدند. کاربرد نیتروژن نیز با تاثیر معنی دار بر اجزا عملکرد، موجب افزایش معنی دار (P<۰.۰۱) عملکرد کل ، عملکرد دانه ، عملکرد کاه و کلش ، میزان پروتئین دانه و میزان جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم شدند. کاربرد توام آب و نیتروژن نیز با تاثیر معنی دار (P<۰.۰۱) بر تعداد خوشه در متر مربع موجب افزایش معنی دار (P<۰.۰۱) عملکرد کل، عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش شدند. بالاترین عملکرد دانه به میزان ۷۷۲۹ کیلوگرم در هکتار از کاربرد ۷۴۲۰ متر مکعب آب و کاربرد ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (تیمار N۱۳۵I۱) بدست آمد.

کلید واژه ها: آبیاری بارانی تک شاخه، تنش رطوبتی، گندم، نیتروژن

مقدمه
تاثیر این دو عامل خشکی و نوع عملیات خاکورزی بر مدیریت نیتروژن در تحقیقات قبلی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به همین دلیل این تحقیق بر روی ذرت به عنوان یکی از مهمترین محصولات زراعی استان طراحی شده است. تحقیقات بسیار زیادی در رابطه با همبستگی نوع عملیات کشت با میزان عناصر غذایی صورت گرفته است. روبرتز و همکاران (۱۹۹۹) با انجام آزمایشی بر روی پنبه اثرات مقادیر و روش های مصرف نیتروژن را در دو شرایط نرمال و بدون خاکورزی را در سه منطقه مطالعه نموده و نتیجه گیری نمودند که پنبه در شرایط بدون خاکورزی به کاربرد نیتروژن پاسخ معنی داری نمی دهد. گزارش ایزورالده و همکاران (۱۹۹۵) حاکی از تلفات بیشتر نیتروژن در عملیات بدون خاکورزی نسبت به کشت نرمال است. تحقیقات بسیار زیادی نیز در رابطه با همبستگی آب و نیتروژن صورت گرفته است (موسه و همکاران،۲۰۰۶، هافل و همکاران،۲۰۰۸ و زورتاولی و همکاران،۲۰۰۹). در این رابطه پائلو و رینالدی (۲۰۰۸) اثرات متقابل سه رژیم رطوبتی و سه سطح نیتروژن را بر روی ذرت مورد آزمایش قراردادند. آنها دریافتند که با صرفه جویی در میزان آب و کود می توان در منطقه مدیترانه ذرت با بازده قابل قبول کشت نمود. ساینت پیرر و همکاران (۲۰۰۸) اثرات توام کمبود رطوبت در زمان پر شدن دانه ها و مدیریت نیتروژن را بر عملکرد، کیفیت پروتئین و خواص خمیر گندم زمستانه مطالعه نمودند. آنها دریافتند که تنش خشکی و کاربرد نیتروژن موجب افزایش میزان پروتئین دانه می گردد. قیصری و همکاران (۲۰۱۰) با انجام يك آزمايش ۴ ساله، اثرات متقابل سه سطح نیتروژن (صفر، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص) و چهار سطح آبیاری (۷۰، ۸۵، ۱۰۰ و ۱۱۳ درصد تخلیه رطوبتی خاك) را بر روی ذرت علوفه ای در ورامین تحقیق نمودند. نتایج آن ها نشان داد که افزایش نیتروژن مصرفی راهکار مناسبی برای جبران کاهش عملکرد ناشی از کمبود آب نیست و این که اثر نیتروژن مصرفی بر عملکرد تابعی از فراهمی آب در خاك است و با افزایش تنش بایستی مقدار نیتروژن کاربردی را کاهش داد. یکی از اقدامات مدیریت آبیاری (به ویژه در شرایط کم آبی)، بهینه سازی کارایی مصرف آب است. یکی از روشهای مناسب و متداول در جهت بهینه سازی کارایی مصرف آب، استفاده از روش آبیاری بارانی تک شاخه ای میباشد. هنکس و همکاران (۱۹۷۶)، روش آبیاری بارانی تك شاخه ای (line source sprinkler irrigation system) برای ایجاد رژیم های مختلف رطوبتی در شرایط آزمایشات مزرعه ای را پیشنهاد داده که به دلیل دقت و سهولت مورد توجه قرار گرفته است. با توسعه سیستم های مختلف خاکورزی و بخصوص خشکسالی های اخیر مدیریت نیتروژن در این شرایط از اهمیت خاصی برخوردار است و لازم است توصیه هایی کودی مطابق با شرایط مختلف آبی و سیستم های مختلف خاکورزی صورت گیرد. با عنایت به این موضوع این تحقیق بر روی گندم به عنوان مهمترین نبات زراعی کشور در فارس به اجرا در آمد.

مواد و روش ها
به منظور بررسی اثرات تنش رطوبتی بر میزان نیتروژن مصرفی گندم، در سامانه کشت بی خاک ورزی، طی دو سال و در هر سال با اجرای یک سیستم آبیاری بارانی تک شاخه و با استفاده از طرح آماری اسپلیت بلوک مرکب در مکان، برهمکنش چهار سطح صفر، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره و چهار میزان آب (I۴,I۳,I۲,I۱ به ترتیب معادل ۷۴۲۰ ،

۶۹۰۰ ، ۶۸۰۰ و ۶۲۹۰ متر مکعب در هکتار) در روش کشت بدون خاکورزی بر روی گندم مطالعه شد. در روش کشت بی خاك ورزی قبل از کشت هیچ گونه عملیات خاک ورزی انجام نشد و با یك بار حرکت مستقیم کار در مزرعه عمل کشت انجام شد. بعد از انتخاب زمین و قبل از کشت از محل اجرای طرح یك نمونه خاك مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری تهیه و برای انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیائی لازم به آزمایشگاه ارسال شدند. بر اساس نتایج تجزیه خاک (علی احیایی و بهبهانی زاده (۱۳۷۳) و با توجه به توصیه های تحقیقاتی کودهای مورد نیاز تعیین گردید. میانگین این نتایج در جدول یك نشان داده شده است. بر اساس نتایج تجزیه خاک و با توجه به توصیه های تحقیقاتی کودهای مورد نیاز تعیین گردید.با توجه به نتایج آزمون خاك ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی نیز مورد نیاز بود که در زمان آماده سازی زمین مصرف شدند. با مشخص نمودن تیمارها و تکرارها، ۳/۱ از کل نیتروژن پیش بینی شده در هر تیمار کودی، مصرف گردید. ۳/۲ باقیمانده نیز در دو نوبت (۳/۱ مرحله پنجه زنی و ۳/۱ مرحله خوشه رفتن) به صورت مصرف خاکی، مصرف شد.جهت کشت و با توجه به طرح و انتخاب سامانه کشت بی خاک‌ورزی، قبل از کشت هیچ گونه عملیات خاک ورزی شامل شخم و دیسک انجام نشد و با یك بار حرکت دستگاه مستقیم کار در مزرعه عمل کشت انجام گرفت. مساحت هر کرت ۹ متر مربع شامل ۶ پشته با فواصل ۵۰ سانتیمتر و طول ۳ متر بود. بذر مصرفی گندم رقم پیشتاز بود. اعمال تیمارهای آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری بارانی و بر مبنای تغییرات میزان آب رسیده به واحد سطح با فاصله گرفتن از آبپاش تعیین گردید و عبارت بود از فاصله های سه متری عمود بر خط آبپاش ها به طوری که ۴ تیمار در فاصله ۳، ۶،۹ و ۱۲ متر از طرفین این خط ایجاد شد. بدین ترتیب چهار رژیم مقدار آب از بدون تنش (I_1) تا تنش شدید (I_4) در سه تکرار در دو نیمه راست و چپ ایجاد شد.در هر نوبت آبیاری؛ میزان آب مصرفی بوسیله کنتور کنترل و بر اساس جبران کسر رطوبت از حد ظرفیت مزرعه و با اندازه گیری رطوبت وزنی خاك در تیمار I_1 یك روز قبل از آبیاری صورت گرفت.بر اساس طرح سیستم آبیاری بارانی موردنظر، ۸ عدد آبپاش مدل Nelson f۳۳ با قطر پاشش ۲۴ متر به فاصله ۶ متر از یکدیگر با پایه آبپاش ۱۵۰ سانتیمتری بر روی یك خط لوله پلیاتیلن ۷۵ میلیمتری نصب شد.میزان آب آبیاری هر تیمار، در هر نوبت آبیاری توسط قوطی های جمع‌آوری آب (catch can)، اندازه‌گیری و در نهایت کل میزان آب جمع آوری شده در قوطی ها در طول فصل رشد تعیین گردد و با توجه به مشخص بودن ابعاد قوطی ها، میزان کل آب رسیده به هر کرت مشخص بود. قبل از برداشت شاخص هایی مانند ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه اندازه گیری شد. برداشت از دو پشته وسط با حذف ۵/۰ متر از ابتدا و انتهای کرت و در سطح ۲ متر مربع به صورت کف بر انجام شد و وزن کل نمونه ها تعیین گردید. با جدا نمودن دانه از کاه میزان عملکرد دانه و وزن کاه و کلش تعیین گردید. از کلیه کرت های یک سمت یك نمونه گندم و یك نمونه از کاه تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد و مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم آن ها اندازه گیری شد (امامی، ۱۳۷۵).با توجه به عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه و با در دست داشتن غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در این اندام ها جذب این سه عنصر توسط کاه و کلش و دانه بطور جداگانه محاسبه گردید. جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط گیاه از مجموع جذب این سه عنصر توسط کاه و کلش و دانه تعیین گردید. میزان پروتئین دانه نیز از حاصلضرب غلظت نیتروژن در دانه در ضریب ۷/۵ تعیین گردید.با استفاده از نرم افزار SAS محاسبات آماری بر روی داده های اندازه گیری شده انجام شد.

نتایج

۱- نتایج تجزیه خاک و آب: بر اساس نتایج به دست آمده خاك‌های مورد نظر بدون محدودیت شوری با کربن آلی کم، درصد مواد خنثی شونده متوسط تا بالا ، فسفر کم و پتاسیم متوسط بود. خاك‌های مزارع مورد مطالعه از نظر عناصر کم مصرف متوسط بودند. (جدول یک). نتایج تجزیه آب نیز نشان داد که واکنش شیمیائی آب قلیائی و کیفیت آب از لحاظ شوری و قلیائیت متناسب بود میزان کلر و سدیم پائین و مناسب برای استفاده در سیستم آبیاری بارانی بود (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاك مزرعه مورد آزمایش

Zn	Fe	Mn	K	P	.O.C	.T.N.V	pH	Ec
میلی گرم در کیلوگرم					%			$dS.m^{-1}$
۶۶/۰	۰/۵	۷/۷	۲۲۴	۵/۸	۶۰/۰	۰/۳۲	۱/۸	۳۱/۱

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مزرعه مورد آزمایش

SAR	مجموع کاتیون ها	Na^+	Ca^{++}	Mg^{++}	مجموع آنیون ها	SO_4^-	HBO_3^-	Cl^-	HCO_3^-	EC	pH
	میلی اکی والان در لیتر									$dS.m^-$	
۶۲/۰	۰/۵	۸/۱	۲/۲	۰/۱	۵/۴	۱/۱	ناچیز	۱/۱	۳/۲	۴۸/۰	۰/۸

در خاک مزرعه مورد مطالعه میزان رطوبت در حد ظرفیت مزرعه ۲۱%، در نقطه پژمردگی دائم ۱۱% و جرم مخصوص ظاهری ۵/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب بود. بدین ترتیب میزان آب قابل استفاده ۱۰% بود که با توجه به دور آبیاری در زمان ۵۰% کاهش رطوبت از FC ، مقدار رطوبت در زمان آبیاری بین ۱۶ تا ۱۷ درصد متغیر بود. عمق موثر ریشه ذرت ۳۰ سانتیمتر نیز لحاظ گردید. مقدار اب

اندازه گیری شده در تیمارهای مختلف در طول دوره رشد برای تیمارهای مختلف به ترتیب ۹۷۰، ۸۸۰، ۷۵۰ و ۶۴۰ میلیمتر بـراورد گردید که طی ۱۰ دوره آبیاری مصرف شده بود.

جدول ۳- مشخصات فیزیکی خاك محل آزمایش

عمق	رطوبت در نقطه ظرفیت مزرعه (FC)	رطوبت در نقطه پژمردگی دایم (PWP)	میزان آب قابل استفاده	بافت	وزن مخصوص ظاهری خاک
(cm)	(درصد وزنی)				(g/cm^3)
۳۰-۰	۲۱	۱۱	۱۰	سیلتی رسی لوم	۵/۱

جدول ۴- شدت پاشش آب در طرفین خط لوله اصلی در سه تکرار آزمایش (اعداد بر حسب میلی لیتر در ساعت و فاصله ظروف از لوله و آبپاش ها به ترتیب ۵/۱ ، ۵/۴، ۵/۷ و ۵/۱۰ متر میباشند)

R ۱	۸/۸	۴/۱۰	۵/۱ ۳	۶/۱۶	*	۶/۱۶	۷/۱۳	۸/۱۰	۲/۹
R ۲	۵/۸	۸/۱۰	۰/۱ ۴	۸/۱۶	*	۱۶	۴/۱۳	۰/۱۱	۹
R ۳	۷/۸	۵/۱۰	۸/۱ ۳	۵/۱۶	*	۱۷	۶/۱۳	۵/۱۰	۳/۸

۲- تایج تاثیر تیمارهای مختلف بر برخی صفات کمی مورد مطالعه

۱- نتایج تجزیه واریانس داده ها: بر اساس نتایج به دست امده اثرات اصلی سال، سمت، سـطوح مختلـف آب و سـطوح مختلـف نیتروژن و اثرات توام آب و نیتروژن بر تعداد خوشه در متر مربع در سطح آماری ۱% معنی دار بود. اثرات اصلی سال و سطوح مختلـف نیتروژن بر تعداد دانه در به ترتیب در سطح (P<۰.۰۱) و (P<۰.۰۵) معنی دار بـود. از لحـاظ آمـاری سـال، سـطوح مختلـف آب و سـطوح مختلف نیتروژن تاثیر معنی داری به ترتیب در سطح (P<۰.۰۱) ، (P<۰.۰۵) و (P<۰.۰۵) بر وزن هزار دانه داشتند. اثرات اصلی سمت بر هیچیک از صفات مزبور معنی دار نبود. اثرات اصلی و متقابل سطوح مختلف آب و نیتروژن بر عملکـرد کـل، عملکـرد دانـه و عملکـرد کاه در سطح (P<۰.۰۱) معنی دار بود.

جدول ۴-۱۵- تجزیه واریانس کاربرد تیمارهای مختلف بر برخی صفات کمی مورد مطالعه

منابع تغییر	درجات ازادی	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد کل	عملکرد دانه
سال	۱	۳۵۹۶۲۵۴**	۷۵۶۳**	۹/۸۳۷**	۳۷۸۰۸۶۱^{ns}	۱۷۵۷۹۷۱^{ns}
تکرار (سال)	۴	۳۱۷۱^{ns}	۵۰^{ns}	۸/۱۹^{ns}	۳۴۳۶۲۶۷۳^{ns}	۱۰۵۰۹۲۷۶^{ns}
سمت	۱	۱۷۹۵۲۴**	۲۱^{ns}	۶/۳^{ns}	۳۱۹۸۹۴۳^{ns}	۷۳۳۸۳۸^{ns}
سمت در سال	۱	۱۱۶۴۷۶**	۲۸^{ns}	۲/۳^{ns}	۱۲۸۱۸۸۹۳۶*	۲۴۷۰۳۵۲۶^{ns}
خطای (سمت * سال)	۴	۴۰۹۵^{ns}	۳۱^{ns}	۱/۳۷^{ns}	۱۰۰۲۷۲۹۲^{ns}	۱۸۰۸۰۲۸^{ns}
سطوح مختلف آب	۳	۱۷۱۸۲۳**	۲۳^{ns}	۹/۳۲*	۱۰۲۹۵۰۱۷۲**	۲۵۰۳۹۳۵۶**
سطوح آب*سال	۳	۶۰۵۹۹*	۱۵^{ns}	۱/۹^{ns}	۲۵۶۵۹۲۲۵^{ns}	۵۴۵۹۹۲۰^{ns}
سطوح آب*سمت	۳	۱۸۹۷۹**	۹^{ns}	۸/۲۱^{ns}	۱۴۲۴۷۹۳۰^{ns}	۳۰۳۸۳۹۴^{ns}
سطوح آب*سمت*سال	۳	۲۴۸۵۴**	۴۱^{ns}	۱/۲۶^{ns}	۲۰۴۱۳۸^{ns}	۱۹۱۵۱۳۴^{ns}
خطای (سطوح آب*سمت*سال)	۲۴	۴۶۷۱**	۲۲^{ns}	۴/۹^{ns}	۹۲۲۴۹۵۷^{ns}	۲۰۲۹۴۹۲^{ns}
سطوح مختلف نیتروژن	۳	۱۲۳۴۲۴**	۹۸*	۶/۴۰*	۳۲۸۶۲۸۰۹۵**	۵۸۴۲۳۳۲۷**
سطوح نیتروژن*سال	۳	۷۰۳۰۷**	۱۲^{ns}	۲/۵۳*	۶۹۳۰۰۰۲۶**	۴۰۵۸۵۶۳^{ns}

	۳	۳۲۶۲۱**	۷۱ ns	۸/۸ ns	۵۳۵۹۹۴۳ ns	۱۳۳۴۵۷ ns
سطوح نیتروژن*سمت	۳	۴۳۲۹۸**	۷ ns	۷/۱ ns	۹۵۶۹۷۸۷ ns	۲۳۷۰۷۹۲ ns
خطای (سطوح نیتروژن*سمت)	۲۴	۷۶۷۵ ns	۲۵ ns	۹/۱۳ ns	۱۴۹۷۳۶۹۷ ns	۱۸۸۴۵۱۵ ns
سطوح نیتروژن*آب	۹	۱۱۷۶۵**	۱۲ ns	۹/۱۰ ns	۱۱۶۳۰۸۴۹**	۲۹۹۴۲۸۲**
سطوح نیتروژن*آب*سال	۹	۱۶۵۱۰**	۱۵ ns	۰/۱۰ ns	۱۴۸۷۴۹۴۳**	۳۱۹۴۸۷۷**
سطوح نیتروژن*آب*سمت	۹	۶۸۷۱**	۸ ns	۶/۹ ns	۵۵۶۴۷۶۵ ns	۱۰۰۰۲۱۲ ns
سطوح نیتروژن*آب*سمت*سال	۹	۷۲۲۵**	۱۸ ns	۲/۶ ns	۵۶۷۳۱۳۶ ns	۲۵۲۹۶۳۰*
خطای	۷۲	۳۳۶۱ ns	۱۳ ns	۶/۹ ns	۴۴۸۴۰۱ ns	۱۱۳۴۷۴۴ ns
کل	۱۹۱					
ضریب تغییرات		۷/۸	۵/۱۱	۹/۸	۷/۱۳	۵/۱۸

و * به ترتیب بیانگر عدم معنی داری، معنیدار بودن در سطح ۱% و معنیدار بودن در سطح ۵% اختلاف بین متغیرهای مربوطه هر ستون (ns، ** و *) می باشد.

۲- اثرات اصلی و توام کاربرد سطوح مختلف آب و نیتروژن بر برخی صفات مورد مطالعه:

در بین تیمارهای آبی بالاترین و کمترین میزان عملکرد کل به ترتیب به میزان های ۱۶۵۰۳ و ۱۳۲۵۴ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای I۱ و I۴ بدست امد که تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد داشتند.

در بین تیمارهای آبی بالاترین و کمترین میزان عملکرد دانه به ترتیب به میزان های ۶۲۲۶ و ۴۶۹۱ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای I۱ و I۴ بدست امد که تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد داشتند.

در بین تیمارهای نیتروژن بالاترین و کمترین میزان عملکرد کل به ترتیب به میزان های ۱۷۵۴۶ و ۱۱۶۰۵ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای N۱۳۵ و N۰ بدست امد که تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد داشتند.

در بین تیمارهای نیتروژن بالاترین و کمترین میزان عملکرد دانه به ترتیب به میزان های ۶۶۲۳ و ۴۱۳۶ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای N۱۳۵ و N۰ بدست امد که تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد داشتند.

بیشترین و کمترین عملکرد کل به ترتیب به میزان های ۲۰۰۲۶ و ۱۰۲۴۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از کاربرد ۹۵۰۰ متر مکعب آب و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی در هر هکتار و کاربرد کمترین مقدار ۶۶۰۰ متر مکعب آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب به میزان های ۷۲۲۹ و ۳۴۴۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از تیمارهای I۱N۱۳۵ (کاربرد بیشترین مقدار آب و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

بالاترین و پائین ترین میزان وزن هزار دانه به ترتیب به میزان های ۵/۳۴ و ۳/۳۳ گرم در هکتار به ترتیب از تیمارهای I۱N۹۰ (کاربرد بیشترین مقدار آب و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

بالاترین و پائین ترین تعداد خوشه در متر مربع به ترتیب به میزان های ۷۸۴ و ۵۰۴ خوشه به ترتیب از تیمارهای I۱N۱۳۵ (کاربرد بیشترین مقدار آب و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

بالاترین و پائین ترین تعداد دانه در خوشه به ترتیب به میزان های ۳/۳۳ و ۷/۲۷ دانه به ترتیب از تیمارهای I۱N۱۸۰ (کاربرد بیشترین مقدار آب و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

بالاترین و پائین ترین میزان جذب کل نیتروژن به ترتیب به میزان های ۱۹۹ و ۹۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از تیمارهای I۱N۱۳۵ (کاربرد بیشترین مقدار آب و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

بالاترین و پائین ترین میزان پروتئین دانه به ترتیب به میزان های ۶/۱۱ و ۴/۹ درصد به ترتیب از تیمارهای I۲N۹۰ (کاربرد ۷۱۱۰ متر مکعب آب و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی در هر هکتار) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

نتایج بدست آمده نشان داد که تیمارهای مختلف با تاثیر بر اجزا عملکرد موجب افزایش عملکرد دانه شدند. علاوه بر این نتایج بدست آمده حاکی از همبستگی بالای میزان نیتروژن مصرفی با میزان آب مصرفی بود. بطوری که در تیمارهای با کمبود آب، کاربرد مقادیر بالای نیتروژن نه تنها عملکرد را بالا نبرد بلکه موجب کاهش عملکرد نیز گردید. تحقیقات بسیار زیادی در این زمینه صورت گرفته است. هافل و همکاران (۲۰۰۸) اثرات متقابل دو سطح آب و دو سطح نیتروژن را در ۱۹ ژنوتیپ برنج مورد مطالعه قرار دادند و

نشان دادند که در شرایط دیم (بدون آب)، کاربرد نیتروژن عملکرد دانه را ۳۲ تا ۶۹ درصد کاهش می هد. آن ها نتیجه گیری نمودند که در ارقام مختلف میزان نیتروژن کاربردی به شدت تحت تاثیر تنش قرار دارد. موسه و همکاران (۲۰۰۶) با انجام آزمایشی بر روی ذرت در تایلند، اثرات متقابل دو سطح آب (بدون تنش آبی یا آبیاری کامل و تنش آبی قبل از گرده افشانی) و سه سطح نیتروژن (صفر، ۸۰ و ۱۶۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص) را بر روی چهار واریته ذرت تحقیق نمودند. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که در شرایط تنش در مقایسه با شرایط بدون تنش عملکرد ۱۳ تا ۳۲ درصد کاهش می یابد. آن ها مقدار ۸۰ کیلوگرم نیتروژن را برای شرایط تنش و ۱۶۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص را برای شرایط بدون تنش پیشنهاد نمودند. محققین فوق پیشنهاد نمودند که یکی از راهکارهای مقابله با تنش قبل از گرده افشانی ذرت، استفاده از واریته هایی است که ریشه های آن ها به سرعت در خاك نفوذ می کند و آب را از لایه های عمقی خاك جذب می نماید. پائلو و رینالدی (۲۰۰۸) نیز اثرات متقابل سه رژیم رطوبتی و سه سطح نیتروژن را بر روی ذرت مورد آزمایش قراردادند. آنها دریافتند که با صرفه جویی در میزان آب و کود می توان در منطقه مدیترانه ذرت با بازده قابل قبول کشت نمود. ساینت پیرر و همکاران (۲۰۰۸) اثرات توام کمبود رطوبت در زمان پر شدن دانه ها و مدیریت نیتروژن را بر عملکرد، کیفیت پروتئین و خواص خمیر گندم زمستانه مطالعه نمودند. آنها دریافتند که تنش خشکی و کاربرد نیتروژن موجب افزایش میزان پروتئین دانه می گردد. قیصری و همکاران (۲۰۱۰) با انجام یك آزمایش ۴ ساله، اثرات متقابل سه سطح نیتروژن (صفر، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص) و چهار سطح آبیاری (۷۰، ۸۵، ۱۰۰ و ۱۱۳ درصد تخلیه رطوبتی خاك) را بر روی ذرت علوفه ای در ورامین تحقیق نمودند. نتایج آن ها نشان داد که افزایش نیتروژن مصرفی راهکار مناسبی برای جبران کاهش عملکرد ناشی از کمبود آب نیست و این که اثر نیتروژن مصرفی بر عملکرد تابعی از فراهمی آب در خاك است و با افزایش تنش بایستی مقدار نیتروژن کاربردی را کاهش داد. زورتاولی و همکاران (۲۰۰۹) نیز با انجام یك آزمایش گلدانی ، اثرات متقابل نیتروژن و آب را بر تجمع و کارایی نیتروژن در فلوریدا را مطالعه نمودند و نتیجه گیری نمودند که کاربرد نیتروژن زیاد در شرایط کمبود آب تاثیر منفی بر عملکرد دارد. هیل و همکاران (۲۰۰۰) سیستم آبیاری بارانی تک شاخه ای را همراه با ۳ سطح نیتروژن صفر، ۱۰۳ و ۲۰۶ کیلوگرم در هکتار بر روی علف مرغزار آزمایش کردند. نتایج آن ها نشان داد که با افزایش آب آبیاری عملکرد تمام رقم ها افزایش یافت.در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف بالای نیتروژن راهکار مناسبی برای جبران کمبود آب در زراعت گندم نیست و بجای آن راهکارهای دیگر از جمله انتخاب سطح زیر کشت بر اساس میزان آب موجود در فصل حداکثر نیاز آبی گندم انجام شود.

منابع

.امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیة گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲. موسسة تحقیقات خاك و آب، تهران، ایران، ۱۲۸ صفحه

علیاحیایی، م. و ع. ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۳. شرح روش‌های تجزیة شیمیایی خاك، جلد ۱، نشریه شماره ۸۹۳. موسسة تحقیقات خاك و آب تهران، ایران، ۱۲۸ صفحه.

Gheysari, M., Mirlatifi, S.M., Bannayan, M., Homaee, M. and Hoogenboom, G. ۲۰۱۰. Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. Agricultural Water Management. ۹۷: ۱۴۱۱-۱۷۱۰.

Haefele, S. M., Jabba, S.M.A., Siopongco, J.D.L.C., Tirol-Padre, A., Amarante, S.T., StaCruz, P.C. and Cosico, W.C. ۲۰۰۸.Nitrogen use efficiency in selected rice (Oryza sativa L.) genotypes under different water regimes and nitrogen levels. Field Crops Research. ۱۰۷: ۱۳۷-۱۴۶.

Hanks, R. J., J. Keller, V. P. Rasmussen and B. D. Wilson ۱۹۷۶. Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop production studies. Soil Science Society of American Journal. ۴۰:۴۲۶-۴۲۹.

Izaurralde, R.C., Feng, Y., Robertson, J.A., McGill, W.B., Juma, N.G. and Olson, B.M. ۱۹۹۵. Long-term influence of cropping system, tillage method, and nitrogen source on nitrate leaching. Canadian Journal of Soil Science. ۷۵:۴۹۷-۵۰۵.

Hill, R.W., R., Newhall, A., Brain, and N., Sheridan. ۲۰۰۰. Grass pastures response to water and nitrogen. Utah State University Extension, USA.

Mose, S.B., Feil, B., Jampatong, S and Stamp, P. ۲۰۰۶. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. Agricultural Water Management. ۸۱: ۴۱-۵۸.

Paolo, E. D. and Rinaldi, M. ۲۰۰۸. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crops Research. ۱۰۵: ۲۰۲-۲۱۰.

Roberts, K, Howard, D. D., Gwathmey, C. O. and Sleigh, D. E. ۱۹۹۹. Economics of broadcast and injected nitrogen on no-till cotton produced at three locations in Tennessee. The Journal of Cotton Science. ۳:۱۰۹-۱۱۵.

Saint Pierre, C., Peterson, C.J., Ross, A.S., Ohm, V., Verhoeven, M.C., Larson M. and Hoefer, B. ۲۰۰۸. Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. Journal of Cereal Science. ۴۷: ۴۰۷-۴۱۶.

Zotarelli, L., Dukes, M.D., Scholberg, J.M.S., Mu oz-Carpena, R. and Icerman, L. ۲۰۰۹. Tomato nitrogen accumulation and fertilizer use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. Agricultural Water Management. ۹۶- ۸

Abstract

In order to investigated the effects of water stress on nitrogen consumption of wheat in no- tillage system, by using a split-block design and implementing a single-line source sprinkler system, effects of four levels of ۰, ۹۰, ۱۳۵ and ۱۸۰ kg N/ha as urea source and four level of irrigation water I۱, I۲, I۳, I۴ equal to ۷۴۲۰, ۶۹۰۰, ۶ and ۶۲۹۰ cubic meters of water per hectare, respectively) was studied. In no-till system, wheat seed was planted using direct seeder without any tillage operation. The results showed that different amounts of water with a significant effect (P<۰.۰۱) on yield components such as the number of panicles per square meter and the ۱۰۰۰ grain weight caused a significant increase on grain yield, nitrogen, phosphorus and potassium uptake by grains and total uptake of phosphorus, manganese and iron. Among of different irrigation treatments, the highest average yield of ۶۲۴۰ kg ha were obtained from I۱.By reducing water consumption, yield and straw yield and nitrogen uptake level (P <۰.۰۱), and uptake of phosphorus and potassium levels (P <۰.۰۵) decreased significantly. Statistically, the main effect of nitrogen application on yield level (P <۰.۰۵) and grain yield (P <۰.۰۱) were significant. Among of different nitrogen treatments, the highest average yield of ۶۶۲۹ kg ha were obtained from application of ۱۳۵ kgN.ha$^{-۱}$.The highest grain yield (۷۲۰۸ kg ha) obtained from combined use of ۷۴۲/۴۳ mm water and ۹۰ kgN. ha$^{-۱}$ (N۹۰I۲

جذب سطحی نیکل از محلول‌های آبی توسط لیکا

سمیه بختیاری [۱]، حکیمه عباسلو [۱]
۱- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی سیرجان

چکیده
در سال‌های اخیر به‌دلیل خطرات جدی فلزات سنگین بر سلامت انسان و اکوسیستم‌های طبیعی به آلودگی محیط زیست با فلزات سنگین توجه ویژه‌ای مبذول شده است و به همین دلیل روش‌های متعددی به‌منظور حذف فلزات سنگین مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. جذب سطحی بیش از سایر روش‌ها برای حذف فلزات سنگین به‌خصوص با استفاده از جاذب‌های ارزان قیمت مورد توجه بوده است. در این مطالعه، توانایی جاذب لیکا در حذف نیکل از آب بررسی شد. مقدار جذب نیکل توسط لیکا از ۸/۰ تا ۷/۳ میلی‌گرم بر گرم در مقادیر اولیه نیکل (۱۰۰-۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) متفاوت بود. حداکثر مقدار جذب نیکل ۹۲ درصد شد. داده‌های حاصل از جذب به‌خوبی با معادله لانگمویر و فروندلیچ برازش یافتند. بر اساس این نتایج، لیکا به‌عنوان یک جاذب در دسترس و ارزان قیمت جهت حذف نیکل پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جذب سطحی، لیکا، نیکل.

مقدمه
فلزات سنگین یکی از آلاینده‌های پایدار غیر قابل تجزیه بیولوژیکی هستند که به‌وسیله فرایندهای طبیعی و یا فعالیت‌های انسانی در محیط زیست رها شده، به‌طور خودبه خود و طبیعی تخریب پذیر نبوده و به شدت برای گیاهان، حیوانات و انسان‌ها سمی هستند. فلزات سنگین ممکن است به‌وسیله اجزاء تشکیل دهنده خاک، رسوبات و فاز جامد جذب و ذخیره شده، در محلول‌های آبی حل شده و یا به‌وسیله جانداران جذب و تجمع یابند و نهایتاً وارد زنجیره غذایی انسان شوند. بنابراین برای هر کدام از فلزات سنگین حدی تعیین شده که بالاتر از آن می‌تواند سمی وخطرناک باشد. امروزه سازمان‌هایی که حفاظت از محیط زیست را بر عهده دارند با وضع قوانینی از ورود بی رویه این عناصر به طرق مختلف به محیط زیست جلوگیری می‌کنند(Stratton, ۱۹۸۷).
روش‌های متعددی چون ترسیب، انعقاد، لخته‌سازی، سل‌های الکتروشیمیایی، تبادل یونی، استخراج با حلال، اسمز معکوس و جذب سطحی جهت حذف فلزات سنگین از محلول‌های آبی پیشنهاد شده‌اند (Elouear et al, ۲۰۰۸). ولی هریک از این فرایندها محدودیت هایی از نظر فنی و اقتصادی دارند.
جذب سطحی یکی از رایجترین روش‌هاست که جهت حذف فلزات سنگین با استفاده از جاذب‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سال‌های اخیر، توجه ویژه‌ای به استفاده از جاذب‌های ارزان قیمتی مانند کانی‌های رسی معطوف شده است و مطالعات مختلف قابلیت بالای این جاذب‌های طبیعی را در حذف عناصر سنگین از آب نشان داده‌اند. لیکا یک نوع رس منبسط شده است که در کوره‌های گردان و در حرارت حدود ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، از انبساط نوع خاصی از خاک رس تولید می‌شود (Noori, ۲۰۱۴). بررسی مطالعات گذشته نشان‌دهنده قابلیت زیاد لیکا در حذف برخی از ترکیبات سمی از آب است (Amiri et al., ۲۰۱۱; Haque et al., ۲۰۰۸; Dordio et al., ۲۰۱۰). هدف از انجام این مطالعه، بررسی قابلیت لیکا در حذف فلز سنگین نیکل از محلول‌های آبی بود.

مواد و روش‌ها
از لیکا به عنوان جاذب، از نمک‌های $NiCl_2,2H_2O$ و $CaCl_2$ خریداری شده از شرکت مرک به ترتیب به‌عنوان ماده جذب شونده و الکترولیت استفاده گردید. جاذب مورد نظر به منظور یکنواختی در اندازه ذرات، پس از آسیاب شدن، از الک ۲۷۰ مش عبور داده شد. ۱/۰ گرم جاذب را توزین نموده و به فالکون انتقال داده و ۱۰ سی‌سی از هر غلظت جذب‌شونده نیکل به آن اضافه شد. پس از تهیه سوسپانسیون ۱ درصد از جاذب و جذب شونده (محلول ۰۱/۰ مولار $CaCl_2$ حاوی غلظت‌های ۱۰۰-۰ میلی‌گرم بر لیتر نیکل) به میزان سه تکرار برای هر غلظت، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد شیک گردیدند و پس از شیک، سانتریفیوژ و محلول رویی جهت اندازه‌گیری نیکل باقیمانده در محلول با استفاده از دستگاه اتمیک جمع‌آوری شد. مقدار کادمیوم جذب شده از تفاوت مقدار نیکل اولیه و نیکل باقیمانده در محلول محاسبه شد.
معادلات متعددی جهت بیان ریاضی رابطه بین مقدار جذب یک ترکیب به‌وسیله فاز جامد و غلظت آن در محلول در حالت تعادل مورد استفاده قرار میگیرد که معروف‌ترین آن‌ها معادلات لانگمویر و فروندلیچ میباشند.

معادله لانگمویر
معادله لانگمویر جهت جذب بر روی سطوح کاملاً یکنواخت همراه با قابلیت چشم‌پوشی از بر هم کنش بین مولکول‌های جذب شونده به کار میرود.

برای یک جذب شونده، معادله لانگمویر به صورت معادله ۱ است:

(۱)

$$\frac{x}{m}=\frac{v_m k c_e}{1+kc_e}$$

فرم خطی معادله لانگمویر نیز به شکل زیر میباشد:

(۲)

$$\frac{c_e}{x/m}=\frac{1}{kv_m}+\frac{c_e}{v_m}$$

که در آن:

C_e: غلظت جذب شونده در محلول تعادلی (mg/L)

x/m: مقدار ماده جذب شده به ازای واحد جرم جاذب (mg/g)

m: جرم جاذب (mg)

V_m: ظرفیت جذب

معادله فروندلیچ

معادله فروندلیچ، یک مدل تجربی است که جهت توصیف جذب در سیستم‌های محلول استفاده میشود. فرمول آن به صورت معادله ۳ است:

(۳)

$$\frac{X}{M}=K_f C_{e^{1/n}}$$

شکل خطی معادله فروندلیچ نیز به صورت زیر میباشد:

(۴)

$$\log\frac{x}{m}=\log k_f+\frac{1}{n}\log C_e$$

k_f: شاخص ظرفیت جذب

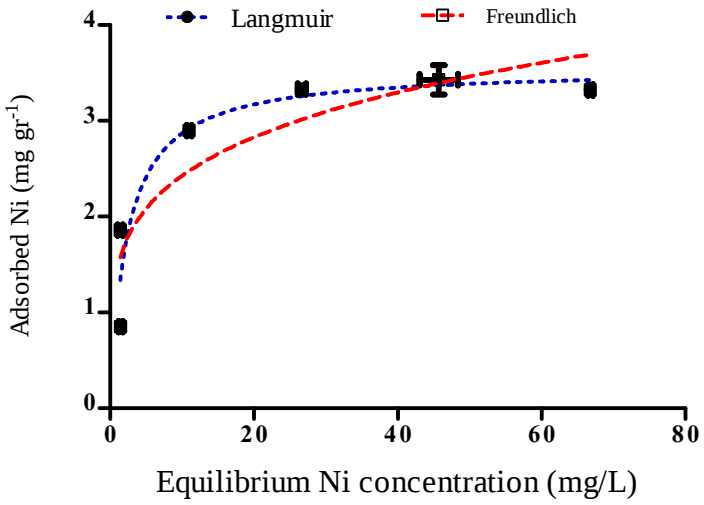
n/۱: شاخص شدت جذب

پارامترهای دیگر این ایزوترم در مدل لانگمویر توصیف شده‌اند.

با ترسیم log(x/m) در مقابل $\log C_e$ یک خط راست حاصل میشود که شیب و عرض از مبدأ آن به ترتیب برابر با n/۱ و k_f است.

نتایج و بحث

ایزوترم‌های لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شده بر روی داده های حاصل از آزمایش‌های جذب در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار جذب نیکل با افزایش غلظت تعادلی افزایش پیدا کرده است.



شکل ۱- ایزوترم‌های لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شده بر جذب نیکل توسط لیکا

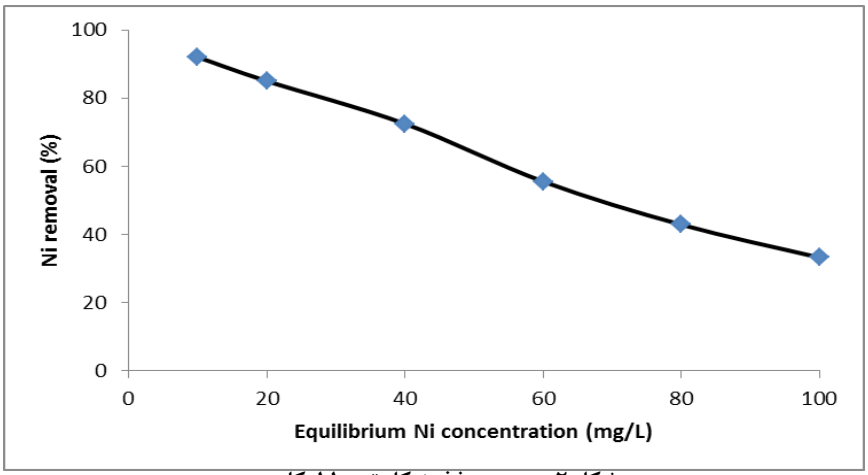
ضرایب حاصل از برازش مدل‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. هر دو مدل لانگمویر و فروندلیچ برازش خوبی بر داده‌های حاصل از جذب نیکل داشتند. بهترین مدل جذب، مدل لانگمویر R^2= ۸۹/۰ می‌باشد. ضریب n مدل فروندلیچ که معیار شدت جذب

است کمتر از ۱ به‌دست آمد که نشان‌دهنده جذب غیر خطی بر روی سطوح غیر همگن می‌باشد که با افزایش پوشش سطح، انرژی جذب به‌صورت نمایی کاهش می‌یابد. ثابت K_F معادله فروندلیچ نیز معیاری از قدرت جذب است. حداکثر مقدار جذب نیکل توسط این جاذب ۵۴/۳ میلی‌گرم بر گرم محاسبه گردید. محمدی و همکاران (۱۳۹۱)، حداکثر نیکل جذب شده توسط جاذب فعال را ۵۹/۴ گزارش نمودند.

جدول ۱ - ثابت‌ها و ضرایب تبیین برازش یافته از مدل‌های لانگمویر و فروندلیچ بر داده‌های حاصل از جذب نیکل بر روی لیکا

معادله	مقادیر +خطای استاندارد
لانگمویر	
Q_{max}(mgr/gr)	۱۳/۰+۵۴/۳
K_L(gr/mgr)	۰۸/۰±۴۲/۰
R^2	۸۹/۰
SEE	۳۴/۰
فروندلیچ	
K_F	۱۶/۰±۴۵/۱
N	۰۳/۰±۲۲/۰
R^2	۸/۰
SEE	۴۵/۰

با افزایش مقدار اولیه نیکل، جذب کاهش یافته است که این امر ناشی از اشباع شدن مکان‌های تبادلی جذب توسط جذب شوند با افزایش غلظت اولیه است.



شکل ۲- درصد حذف نیکل توسط لیکا

منابع

محمدی، م. و شامحمدی، ش. ۱۳۹۲. مقایسه جاذب‌های کربن فعال، خاک اره، پوسته فندق و پوسته بادام در حذف نیکل از محیط آبی. مجله آب و فاضلاب، شماره ۳، صفحه‌های ۷۱ تا ۷۸.

Amiri H., Jaafarzadeh N., Ahmadi M., Mart´nez S.S., ۲۰۱۱. Application ofLECAmodified with Fenton in arsenite and arsenate removal as an adsorbent. Desalination ۲۷۲, ۲۱۲-۲۱۷.

Dordio A., Carvalho A.J.P., Teixeira D.M., Dias C.B., Pinto A.P., ۲۰۱۰. Removal of pharmaceuticals in microcosm constructed wetlands usingTyphaspp. and LECA. Bioresour. Technol. ۱۰۱ (۳): ۸۸۶-۸۹۲.

Elouear,Z.,Bouzid,J.,Boujelben,N.,Fe ki,M.,Montiel,A.۲۰۰۸, The use of exhausted olive cake ash (EOCA) as a low cost adsorbant for removal of toxic ions from aqueous solutions. Fuel, vol. ۸۷, pp.۲۵۸۲-۲۵۸۹

Haque N., Morrison G., Cano-Aguilera I., Gardea-Torresdey J.L., ۲۰۰۸. Iron-modified light expanded clay aggregates for the removal of arsenic (V) from groundwater. Microchem. J. ۸۸, ۷-۱۳.

Noori M., Kazemian H., Ghahramani E., Amrane A., Zarrabi M., ۲۰۱۴. Defluoridation of water via Light Weight Expanded Clay Aggregate (LECA): Adsorbent characterization, competing ions, chemical regeneration, equilibrium and kinetic modeling, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, ۴۵: ۱۸۲۱-۱۸۳۴.

Stratton G. W. ۱۹۸۷. The effect of pesticides and heavy metals towards phototrophic microorganisms. Pp. ۷۱-۱۴۷. *In*: Hodgson, E. (Ed.), Review in Environmental Toxicology. Vol. ۳. Elseview, New York.

Abstract

Environmental pollution with heavy metals has received substantial attention due to its serious threat to the human health and the natural ecosystems. For this purpose, several methods were investigated for removal of heavy metals. Adsorption has received much attention to remove metal ions, especially using low cost adsorbent. In this study, the ability of light expanded clay aggregate to remove Ni^{++} from polluted water was studied. The amount of adsorbed Ni (II) exposure to Leca increased from ۰.۸ to ۳.۷ mg/g in different levels of Nickle (۱۰-۱۰۰ mg/L). The maximum removal efficiency for Ni was ۹۲%. In this study, adsorption process of Nickle was fitted with Freundlich and langmuir adsorption isotherm. According to the results, Leca is recommended as a low cost and available adsorbent to remove Nickle from industrial wastewater.

تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی از خصوصیات شیمیایی خاک

اکرم خواجوندی [۱]، فهیمه متقی [۱]،مسعود بازگیر [۲]،محمد جواد زارع [۳]، علی اشرف امیری نژاد [۴]
۱- دانشجوی کارشناس ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام ۲-استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام ۳-دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام ۴- استادیار کروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه

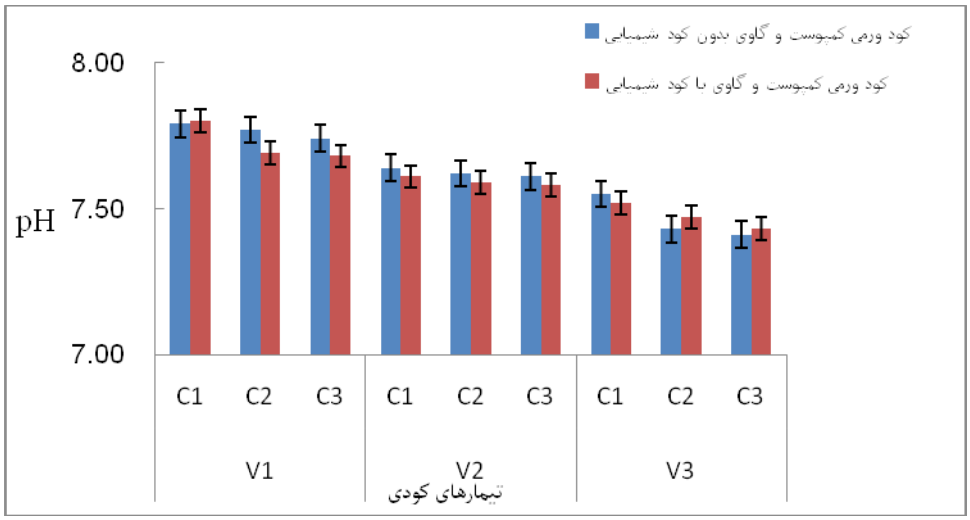
چکیده
کاربرد کودهای آلی در کشاورزی علاوه بر بهبود حاصلخیزی خاک، می‌تواند روی خصوصیات شیمیایی خاک نیز موثر باشد. هدف از این تحقیق بررسیاثر کاربرد تلفیقی سه کود گاوی، ورمی کمپوست وشیمیایی (N,P) بر برخی خواص شیمیایی خاک شامل pH، EC،OC وعناصر ماکرو(فسفر) بود. پروژه مذکور در غالب طرح اسپلیت پلات فاکتوریل با تیمارهای کودی شامل کرت اصلی شیمیایی، وعدم استفاده از کود های شیمیایی(۱۰۰کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۵۰کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت تقسیط)، و کرت‌های فرعی شامل سه سطح ورمی‌کمپوست(۰، ۵/۷،۱۵کیلوگرم در ۲۰مترمربع) و سه سطح کود گاوی(۰، ۵/۷،۱۵ کیلوگرم در ۲۰مترمربع) می‌باشد.بر اساس نتایج، بین سطح اول کود های آلی (ورمی‌کمپوست وکود گاوی) و سطح سوم این کودها در دو حالت بدون کود شیمیایی وبا کود شیمیایی پارامتر هایی نظیر pH،OC وفسفر (به جز EC) از لحاظ شیمیایی به طور معنی‌داری بهبود یافتند.

واژه های کلیدی: کود ورمی‌کمپوست، کود گاوی، کود شیمیایی، خصوصیات شیمیایی خاک، شهرستان مهران

مقدمه
خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک که بیش از ۸۰ درصدزمین‌های کشاورزی را شامل می شوند از نظر مواد آلی فقیرمیباشند، بنابراین برای بهبود باروری این خاک‌ها، افزودن مواد آلیبه آن‌ها ضروریاست(بای‌بوردی و همکاران، ۱۳۷۹). به کارگیری ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک کود آلی می‌تواند راهی برای بهبود بخشیدن شرایط خاک از نظر حفظ رطوبت خاک باشد.ورود مواد آلی به خاک با افزایشمقدار و قابلیت جذب عناصر غذایی توسط گیاه سبب افزایشسطح حاصلخیزی خاک و هم چنین بهبود شرایط فیزیکی آنمی شود(اکبری نیا و همکاران، ۱۳۸۳).منابع سنتی و محدود مواد آلی، جوابگوی نیاز روزافزون بخش کشاورزی به کود آلی نیست (بای‌بوردی وهمکاران، ۱۳۷۹). از این رو استفادهاز موادی نظیر ضایعاتکشاورزی و مواد زائد صنعتی، به عنوانمنابع تأمین کننده مواد آلی خاک رو به گسترش است.کود ورمیکمپوست متشکل ازفضولات کرم‌های خاکی، مواد بهکار رفته در تهیه بستر کشت،مواد زائد آلی در مراحل مختلف تجزیه، کرم‌های خاکی درمراحل مختلف تکامل و هم چنین میکروارگانیسم‌های مربوط بهفرآیند کمپوست‌سازیاست(Dickerson, ۱۹۹۹).ورمیکمپوست علاوه بر تأثیر برغلظت عناصر غذایی موجود در خاک بر خواص شیمیایی خاکمانند هدایت الکتریکی، درصد مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، pH و هم چنین بر خواص فیزیکی خاک نیز تأثیر میگذارد(Matos and Arrunda, ۲۰۰۳).استفاده از ورمی‌کمپوست در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایشجمعیت و فعالیت میکروارگانسیم‌های مفید خاک، در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانندنیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی میشود(Arancon and et al., ۲۰۰۴). در اینپژوهش میخواهیم میزان تأثیر هرکدام از این کودها را به طور جداگانه و تلفیقی بر خصوصیات شیمیایی خاک در شرایطمزرعهای بررسی کنیم.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه در مهران واقع در استان ایلام، در مزرعه آموزشی تحقیقاتی دانشگاه ایلام، واقع در ۲/۱۴ کیلومتری جنوب شرقی مهران انجام گرفت.این منطقه دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد که میانگین بارندگی سالیانهآن ۲۴۰ میلی متر، میانگین درجه حرارت سالیانه ۳/۲۳ درجه سانتی گراد می‌باشد.طرح در قالب اسپلیت پلاتفاکتوریل در سه سطح کود ورمی کمپوست و گاوی با کود شیمیایی و بدون کود شیمیایی در ۱۸کرت انجام گرفتکهابعاد هر کرت ۴*۵متر می‌باشد و برای نمونه برداری خاک از هر کرت سه نمونه برداشت شد که مجموعا ۵۴ نمونه مرکب شدند.سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از عملیات کوبیدن و الککردن(الک ۲ میلی متری)آزمایش‌های شیمیایی روی آن‌ها انجام گرفت.خصوصیات شیمیایی خاک از قبیل pHخاک به روش الکترود شیشه، قابلیت هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت سنج در عصاره اشباع خاک،اندازه‌گیری کربن آلی به روش سوزاندن تر،فسفر قابل جذب به روش اولسن اندازهگیریشد. تجزیه و تحلیل داده‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS ۹.۱ صورت گرفت و با استفاده از نرم افزار EXCEL نمودارها رسم گردیدند.
دلیل کاهش pH خاک بعد از اضافه کردن کودهای آلی به خاک می‌تواند تجزیه مواد آلی موجود در این مواد است که منجر به تولید اسید کربنیک و اسیدهای آلی می‌شود (Hervas and et al., ۱۹۸۹). Atieh و همکاران (۲۰۰۰) نیز در طی تحقیق خود اظهار داشتند که با

تلفیق ورمی کمپوست حاصل از کود دامی در بسترهای معمول کشت، pH بستر خاک به طور معنی‌داری با افزایش ورمی کمپوست کاهش یافت.

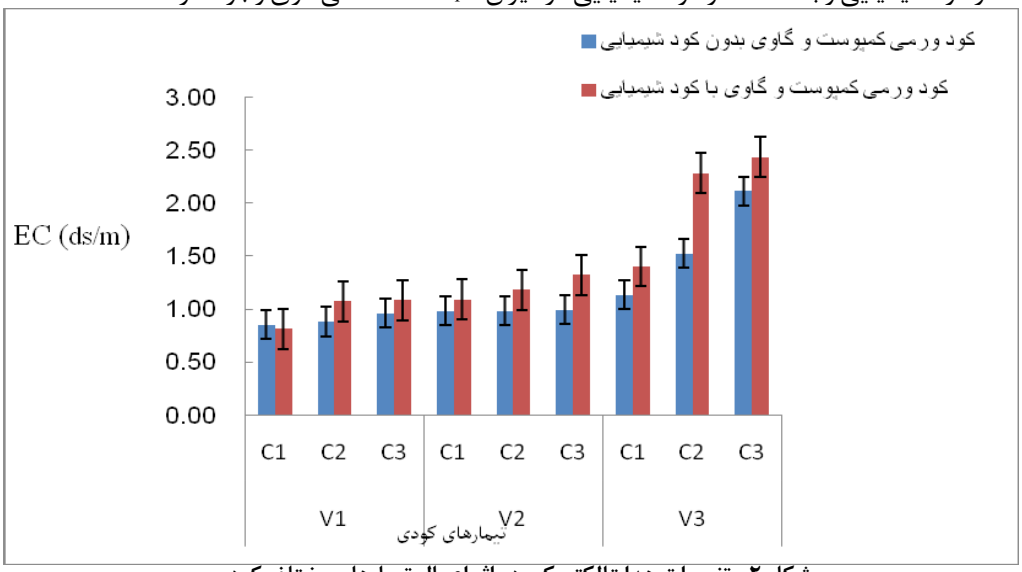


شکل ۱- تغییرات اسیدیته گل اشباع در اثر اعمال تیمارهای مختلف کودی
V1: ۰ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست، V2: ۵/۷ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست، V3: ۱۵ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی، C1: ۰ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی، C2: ۵/۷ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود شیمیایی: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به طور تقسیط، C3: ۱۵ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی.

میزان هدایت الکتریکی بر اثر اعمال تیمارهای مختلف کودی تحت تاثیر قرار گرفته است (شکل ۲). به طوری که در سطح اول کود ورمی کمپوست و گاوی و در سطح سوم این کودها در دو حالت بدوناستفاده از کود شیمیایی و با استفاده از کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری ایجاد شده است. ورمی کمپوست حاوی مقداری نمک است که این باعث می‌شود در میزان هدایت الکتریکی تاثیر بگذارد (Srikanth and et al., ۲۰۰۰).

نتایج و بحث

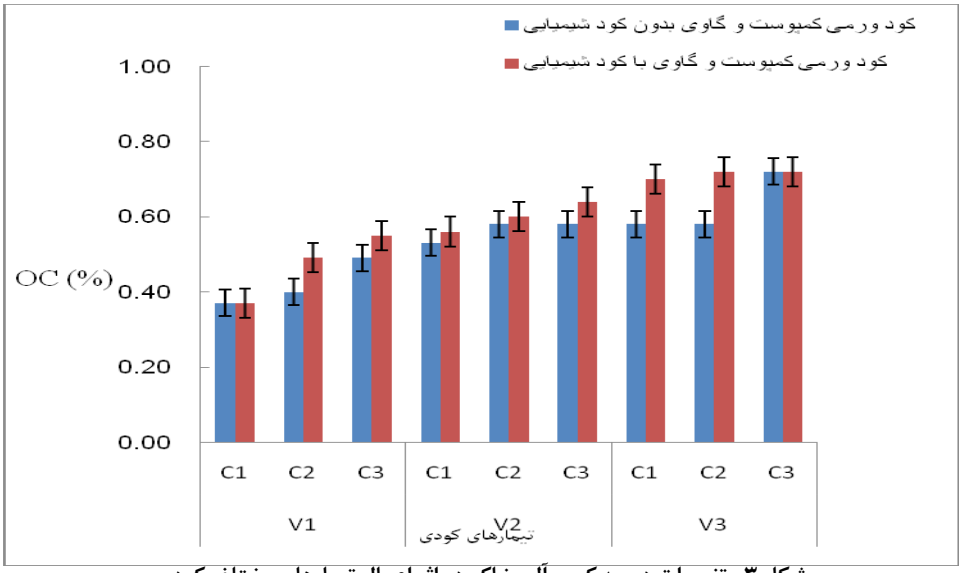
در شکل ۱ همان طوری که از نمودار مشخص است بین سطح کودی اول ورمی کمپوست و گاوی و سطح سوم آن در دو حالت بدون استفاده از کود شیمیایی و بااستفاده از کود شیمیایی در میزان pHاختلاف معنی‌داری وجود دارد.



شکل ۲- تغییرات هدایتالکتریکی در اثر اعمال تیمارهای مختلف کودی

C۱: کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست ۱۵ :V۳ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست ۵/۷ :V۲، کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست ۰ :V۱ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی، کود شیمیایی: ۱۵ :C۳، کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی ۵/۷ :C۲، کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی ۰ ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به طور تقسیط

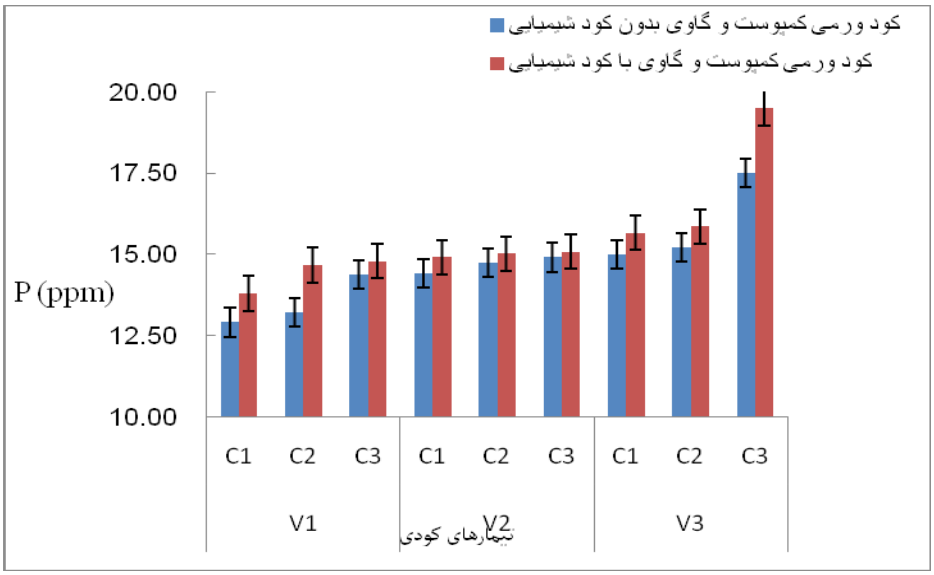
مطابق شکل ۳ تغییرات درصد کربن آلی خاک در سطح اول ورمی‌کمپوست و گاوی نسبت به سطح سوم این کودها در دو حالت بااستفاده از کود شیمیایی و بدوناستفاده از کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد. Gelik و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی که انجام دادند به این نتیجه رسیدند که کاربرد تیمارهای ورمی‌کمپوست باعث افزایش کربن آلی خاک می‌شود که با نتایج حاصله همخوانی داشت.



شکل ۳- تغییرات درصد کربن آلی خاک در اثر اعمال تیمارهای مختلف کودی

C۱: کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست ۱۵ :V۳، کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست ۵/۷ :V۲، کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست ۰ :V۱ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی، کود شیمیایی: ۱۵ :C۳، کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی ۵/۷ :C۲، کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی ۰ :C۱ ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به طور تقسیط

تغییرات فسفر قابل جذب خاک در سطح اول ورمی‌کمپوست و گاوی نسبت به سطح سوم کودی در دو حالت بااستفاده از کود شیمیایی و بدوناستفاده از کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد (شکل ۴). ورمی کمپوست سرشار از جمعیت میکروبی، به ویژه قارچها، باکتریها و اکتینومیستها است که نقش مهمی در ساخت مواد مغذی داشته و همچنین در اثر عبور مواد آلی از دستگاه گوارش کرمها مقادیر زیادی از مواد مغذی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دسترس خاک و گیاه قرار میدهد.



شکل ۴- تغییرات فسفر قابل جذب خاک در اثر اعمال تیمارهای مختلف کودی
V_1: ۰ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست، V_2: ۵/۷ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست، V_3: ۱۵ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع ورمی‌کمپوست
C_1: ۰ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی، C_2: ۵/۷ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی، C_3: ۱۵ کیلوگرم در ۲۰ مترمربع کود گاوی، کود شیمیایی: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به طور تقسیط

منابع

اکبری نیا، ا.، قلاوند، ا. وشریفی،ا. ۱۳۸۳. تأثیر سیستم های مختلف تغذیه بر خواص خاک، جذب و غلظت عناصر توسط گیاهدارویی زنیان و عملکرد آن. مجله پژوهش و سازندگیشمارهی ۶، صفحه های ۱۱تا ۱۳.

بابیوردی، ی.م.، ملکوتی، م.ج،امیر مکری، ه و نفیسی، م. ۱۳۷۹. تولید و مصرف بهینه کود شیمیایی در راستای اهداف کشاورزیپایدار. نشر آموزش کشاورزی، کرج

Atieh R.M., EdwardC.A., Sulber S. andMetzgerJ.D. ۲۰۰۰. Earthworm processed organic wastes as component ofhorticultural potting media for growing marigold and vegetable seedling. Compost Sci. and Utitiz, ۸(۳۰): ۲۱۵-۲۲۳.

Dickerson G.W. ۱۹۹۹.Vermicomposting Guide.Cooperactive extension Service. College of Agriculture and homeEconomics. New mexico state university.

GelikI., Ortas I. and KilikS. ۲۰۰۴. Effect of compost, Mycorhiza, Mnure and fertilizer on some physical propertiesof Chromoxerert soil. Soil and till. Res,۷۸:۵۹۶۷.

Hervas L., MazuelosC., Sensi N. and Saiz-JimenezC. ۱۹۸۹. Chemical and Physicochemical characterization ofvermicompost and their humic acid fractions. Sci. Total Environ, ۸۱/۸۲:۵۴۳-۵۵۰.

Martin W.H. and Sparks D.L. ۱۹۸۵. On the dehavior of nonexchangeable pota ssium in Soils. Commum. Soil Sci .plant Anal, ۱۶:۱۳۳-۱۶۲

Matos G.D. and ArrundaM.A.Z.۲۰۰۳. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions fromlaboratory effluents. Proc. Biochem, ۳۹:۸۱-۸۸.

Srikanth K., Srinivasamurthy C.A. and SiddamarappaV.R. ۲۰۰۰. Direct and residual effect of enriched compost,vermicompost and fertilizerz on properties of an Alfisol. J. Ind. Soc. of Soil Sci, ۴۸(۳):۴۹۶-۴۹۹.

Abstract

In agriculture using organic fertilizers improve soil fertility and affect soil chemical properties. The aim of this project was the study of impact of three kind of fertilizers including vermicompost, manure (cow) and chemical (N,P) on soil chemical properties such as pH, EC, OC and P. The statistical design was split plot factorial with three different fertilizers treatment. The main plot consist of chemical and no chemical fertilizers application (Triple superphosphate ۱۰۰ kg/ha and urea ۵۰ kg/ha) and subplots include three level of vermicompost (۰, ۷.۵ and ۱۵

kg/۲۰m^{۲}) and cow manure (۰, ۷.۵ and ۱۵ kg/۲۰m^{۲}). The results show there is a significant different between first level of using organic fertilizers (vermicompost and cow manure) and third level of these fertilizers in terms of pH, EC and P.

تأثیر محلول‌پاشی پلی‌آمین‌های آزاد و نیتروژن بر رشد و عملکرد پسته

وحید مظفری [۱] و مریم حسنی کیشه [۲]
۱ـ دانشیار گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده
ریزش جوانه‌های گل و میوه‌ها از جمله مشکلات فیزیولوژیکی درختان پسته می‌باشند که ارتباط نزدیکی با کاهش عملکرد درختان پسته دارند. بدین منظور آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در یک باغ پسته انجام گرفت. تیمارها شامل اوره (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد)، پوتریسین (۰ و ۰/۵ میلی‌مول برلیتر)، اسپرمین (۰ و ۰/۲ میلی‌مول برلیتر) و اسپرمیدین (۰ و ۰/۲ میلی‌مول برلیتر) بودند. محلول‌پاشی در دو مرحله انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تشکیل میوه اولیه به دلیل برطرف نشدن نیاز سرمایی درختان پسته معنی‌دار نگردید. لیکن برهمکنش رشد رویشی (اندازه‌گیری طول شاخه‌های سال جدید) تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت و معنی دار گردید. نتایج مقایسه میانگینها نشان داد که محلول پاشی اسپرمین علی‌رغم تأثیر مثبت بر تشکیل میوه اولیه تأثیر چندانی بر رشد رویشی ندارد. مصرف پوترسین و اسپرمیدین به ترتیب با بیش از دو برابر اثر منفی بر تشکیل میوه اولیه دارد در مورد روشد رویشی باعث کاهش رشد نسبت به شاهد گردیدند..
واژهای کلیدی : پوترسین، اسپرمین، اسپرمیدین،ازت،پسته

مقدمه
به دلیل نقش مهم پسته در صادرات و جایگاه آن به عنوان یکی از منابع تأمین ارز، برداشتن قدم‌های مؤثر برای افزایش تولید و کیفیت این محصول لازم و ضروری به نظر می‌رسد.می‌رسد.پژوهش‌های مختلفی برای درک علل ریزش جوانه‌های گل در پسته انجام شده است. مطالعات اولیه علت این پدیده را به رقابت بین جوانه‌های گل و میوه‌های در حال نمو برای جذب کربوهیدراتها و متابولیت‌هامرتبط دانسته‌اند (Crane & Iwakir,۱۹۸۱)، در حالی‌که برخیگزارش‌ها نشان دادند که کمبود برخی عناصر معدنی نیز در وقوع این پدیده نقش دارند (Picchioni et al., ۱۹۹۷;). یکی دیگر از علل ریزش جوانه‌ها عدم بر طرف شدن نیاز سرمایی برای شکستن رکود گیاه است. رکود دستاورد طبیعت است که گیاهان چندساله را قادر می‌سازد تا در جریان وجود شرایط طبیعی کشنده زنده بمانند. پلی‌آمین‌ها گروه جدیدی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که امروزه به عنوان هورمون‌های گیاهی شناخته و در بسیاری از فرآیندهای رشد و نمو نقش دارند. نقش پلی‌آمین‌ها به عنوان ترکیبات ضد پیری و ضد تنش به تأثیر آنها در جلوگیری از رادیکال‌های آزاد مربوط می‌شود. این ترکیبات به دلیل داشتن بارهای مثبت، به عنوان دهنده الکترون و ایجاد کننده کمپلکس با ترکیبات دارای رادیکال آزاد محسوب شده و در نتیجه از تجمع این ترکیبات مضر که باعث تسریع در پیری و ایجاد تنش در سلول‌ها می‌شوند جلوگیری می‌کنند.
پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین، گروهی از پلی‌آمین‌های با وزن مولکولی کم و آلفاتیک می‌باشند که در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژی چون پیری، تنش، تنظیم بیان ژن، نسخه‌برداری، تکثیر یاخته‌ای، پایداری غشای یاخته‌ای و فعال کردن دریچه‌های یونی شرکت دارند. همچنین در سنتز پروتئین‌ها با تنظیم پلی‌زوم‌ها شرکت داشته و با پایدار نگه داشتن غشای دو لایه منجر به یکنواختی کلروپلاست و جلوگیری از تخریب آن می‌گردد. محلول‌پاشی به عنوان یک نوع مدیریت مهم برای رشد و ازدیاد میوه مطرح شده است. در این آزمایش ابتدا تأثیر محلول‌پاشی اوره و پلی‌آمین‌های آزاد پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین را در ریزش جوانه‌های گل و در نتیجه کاهش سال‌آوری تعیین نموده و در پایان تأثیر آنها بر کمیت و کیفیت محصول پسته مورد سنجش قرار می‌گیرد.

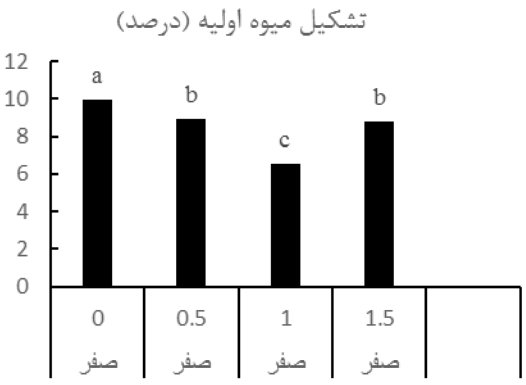
مواد و روش‌ها
به‌منظور بررسی محلول‌پاشی پلیآمینهای آزاد و نیتروژن بر تشکیل میوه و برخی خصوصیات رشدی پسته (رقم اوحدی)، یک باغ دو هکتاری پسته که از نظر قطر تنه، ارتفاع، قطر سایه‌انداز و سن (۸ ساله) تقریبا با هم یکسان بودند، انتخاب گردید. در این باغ فاصله ردیف‌ها از هم ۶ متر و فاصله هر درخت با درخت بعدی روی هر ردیف دو متر بود. آبیاری درختان به روش قطرهای انجام گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل اوره در چهار سطح (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد)، پوترسین در دو سطح (۰ و ۰/۵ میلی‌مول بر لیتر)، اسپرمین در دو سطح(۰ و ۰/۲ میلی‌مول بر لیتر) اسپرمیدین در دو سطح (۰ و ۰/۲ میلی‌مول بر لیتر) ودر مجموع ۴۸ درخت مورد آزمایش قرار گرفت و از هر درخت دو شاخه انتخاب و علامت‌گذاری گردید. محلولپاشی در دو زمان متورم شدن جوانه‌ها (۹/۱/۱۳۹۴) و پس از زمان گلدهی(۳۱/۱/۱۳۹۴) در اوایل صبح، هنگامی که سرعت باد در حداقل و دمای هوا مناسب بود تا مرحله آبچک برای هر تیمار انجام شد.
پس از محلول‌پاشی، تعداد جوانههای گل و میوههای موجود بر روی شاخههای تعیین شده هر درخت تحت تیمار، در دو زمان ۲۳ فروردین و ۱۰ اردیبهشت مورد شمارش قرار گرفت و در نهایت تشکیل میوه اولیه از رابطه زیر محاسبه شد:

تعداد کل جوانه‌های گل/تعداد میوه پس از مرحله‌ی گلدهی = تشکیل میوه اولیه

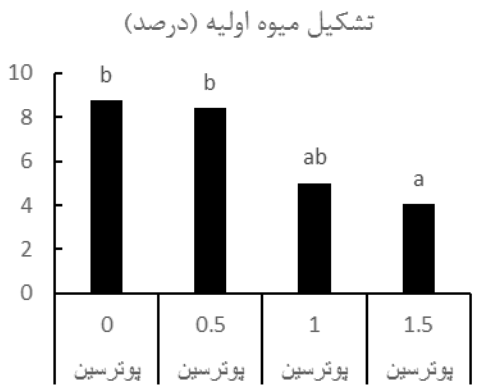
همچنین برای بررسی رشد رویشی در ۱۵/۲/۱۳۹۴ طول شاخه‌های سال جدید هر درخت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ۹۱ انجام و برای رسم نمودارها از EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

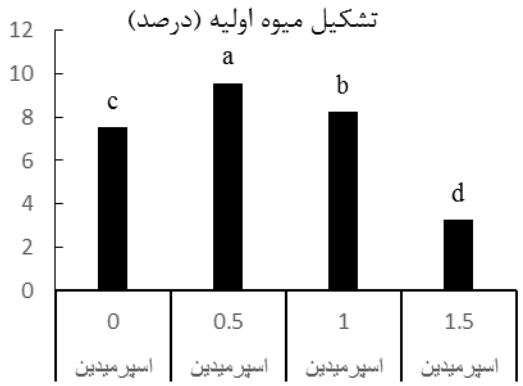
نتایج نشان داد که تأثیر برطرف نشدن نیاز سرمایی گیاه بر ریزش جوانه‌ها و به دنبال آن تشکیل میوه اولیه بسیار بیشتر از تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش بوده است(راحمی، م.۱۳۸۹). تأثیر این عامل محیطی به گونه‌ای بوده است که تقریباً حدود ۹۰ درصد جوانه‌ها ریزش داشتند. با توجه به عدم کنترل عوامل محیطی، و نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که تأثیر هیچ‌کدام از تیمارها بر تشکیل میوه اولیه معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین عدم کاربرد ازت و مصرف آن در سطوح ۵/۰ و ۵/۱ درصد مشاهده نگردید اما کاربرد سطح سوم ازت تشکیل میوه اولیه را ۵۲ درصد کاهش می‌دهد (شکل ۱ الف). همچنین مصرف پوترسین در سطوح سوم و چهارم ازت تأثیر منفی بر تشکیل میوه اولیه دارد (شکل ۱ ب) و اسپرمین تأثیر مثبتی بر آن دارد به گونه‌ای که مصرف آن با سطح چهارم ازت بیش از دو برابر این فاکتور زایشی را افزایش می‌دهد(شکل ۱ ج). محلول‌پاشی اسپرمیدین همراه با سطح دوم ازت تشکیل میوه اولیه را به میزان ۲۷ درصد افزایش و همراه با سطح چهارم ازت به‌طور قابل توجهی کاهش می‌دهد(شکل ۱ د). پژوهش‌های انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که ارتباط نزدیکی بین پلی‌آمین‌های درون‌زای جوانه‌های گل و درصد ریزش آنها وجود دارد، به گونه‌ای که در زمان ریزش جوانه‌های گل غلظت پلی‌آمین‌های درون‌زای جوانه‌ها بخصوص اسپرمین کاهش می‌یابد (Roussos *et al*., ۲۰۰۴.). به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی پلی‌آمین اسپرمین از طریق افزایشغلظت این ماده در شاخه‌ها نقش مهمی در جلوگیری از ریزش جوانه‌های گل ایفا می‌نماید. برخی پژوهش‌ها نشان دادند که میزان پلی‌آمین‌های آزاد در گل‌ها و میوه‌های درختان انگور، آلو و مرکبات با رشد و نمو میوه ارتباط دارد و کاهش این مواد در گل‌ها و میوه‌ها منجر به افزایش شدت ریزش آنها می‌گردد (Arias *et al*., ۲۰۰۵). از طرفی مشخص شده است که کاربرد خارجی پلی‌آمین‌های آزاد در درختان انبه و لیچی از ریزش شدید میوه‌ها جلوگیری می‌کند (Malik & Singh.,۲۰۰۶).



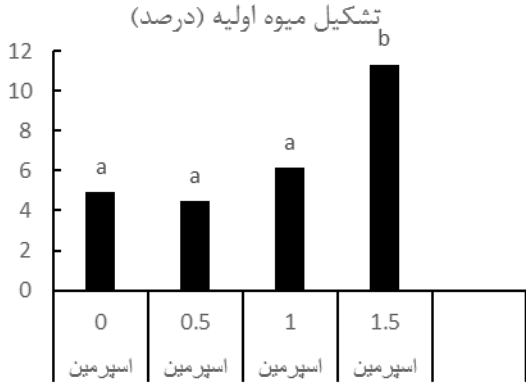
شکل ۱- الف



شکل ۱-ب



شکل ۱-د

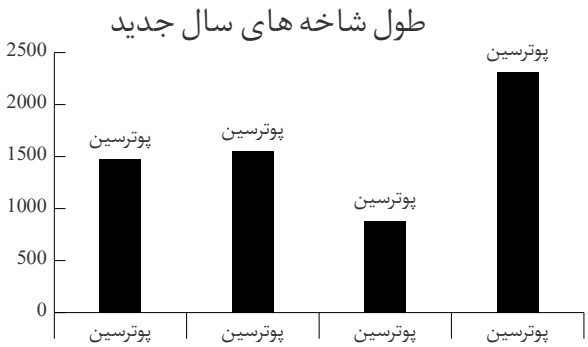


شکل ۱- ج

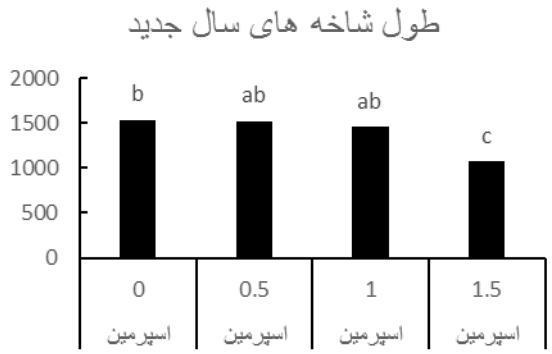
همچنین نتایج تجزیه واریانس مربوط به رشد رویشی (طول شاخه‌های سال جدید) نشان از معنی‌دار شدن اثر متقابل پلی‌آمین‌ها دارد. مقایسه میانگین اثر متقابل پلی‌آمین‌ها با ازت بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که محلول‌پاشی اوره ۱ درصد منجر به کاهش رشد رویشی به میزان ۳۴ درصد گردید(شکل ۲ الف). همچنین مصرف توأم پوترسین و سطح سوم و چهارم ازت به ترتیب منجر به کاهش ۶۷ درصدی و افزایش ۵۶ درصدی رشد رویشی گردید(شکل ۲ ب).محلول‌پاشی اسپرمین و سطح چهارم ازت به میزان ۴۲ درصد رشد رویشی را کاهش داد اما با سطوح دیگر تفاوت قابل توجهی نسبت به شاهد نداشت (شکل ۲ ج). مصرف اسپرمیدین همراه با سطوح مختلف ازت منجر به کاهش رشد رویشی گردید(شکل ۲ د).



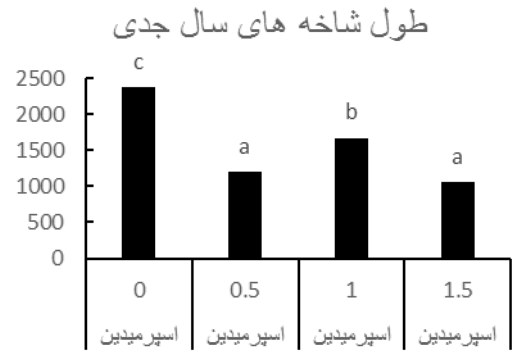
شکل ۲- الف



شکل 2-ب



شکل ۲- د



شکل ۲- ج

منابع

راحمی، م.۱۳۸۹. درختان میوه معتدله در اقلیم‌های گرم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Arias M., Carbonell, J. &Agusti, M. (۲۰۰۵). Endogenous free polyamines and their role in fruit set of .low and high parthenocarpic ability citrus cultivars. *Journal of Plant Physiology*, ۱۶۲, ۸۴۵-۸۵۳
Crane, J. C. &Iwakiri, B. T. (۱۹۸۱). Morphology and reproduction of pistachio. *Horticultural Review*, ۳, ۲۰, .۱۰۹۲-۱۰۹۳
Roussos, P. A., Pontikis, C. A. &Zoti, M. A. (۲۰۰۴). The role of free polyamines in the alternate-bearing .of pistachio (*Pistaciavera*cv. Pontikis). *Trees*, ۱۸, ۶۱-۶۹
Picchioni, G. A., Brown, P. H., Weinbaum, S. A. & Muraoka, T. T. (۱۹۹۷). Macronutrient allocation to leaves and fruit of mature, alternate-bearing pistachio trees: magnitude and seasonal patterns at the .whole-canopy level. *Journal of American Society for Horticultural Science*, ۱۲۲, ۲۶۷-۲۷۴
Malik, A. & Singh, Z. (۲۰۰۶). Improved fruit retention, yield and fruit quality in mango with exogenous .application of polyamines. *ScientiaHorticulturae*, ۱۱۰, ۱۶۷-۱۷۴

Abstract

Loss buds, flowers and fruits such as pistachio trees are physiological problems that are closely related to the decline in performance of pistachio trees. For this purpose a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted in a pistachio orchard. Treatments include urea (۰, ۰.۵, ۱ and ۱.۵ percent) putrecini (۰ and ۰.۵ mmol l) Espermine (۰ and ۰.۲ mmol l), and Espermidine (۰ and ۰.۲ mmol l) respectively. Spraying was conducted in two phases. Analysis of variance showed that the initial fruit of pistachio trees disappear cold need not significant. But the interaction of growth (measured along the branches of the new year) was affected by the treatments was significant. The comparison results showed that spraying Espermine despite the positive impact of early fruit set no noticeable effect on growth. Putrescine and Espermidine to the .negative effect on consumption of raw fruit and vegetative growth

اثر کاربرد فیلتر سیلیس در اطراف قطره چکانهای SDI در خاک بر میزان نیترات و فسفات خاک شرایط استفاده از فاضلاب

زهره ناظم [۱]، ساناز اجل‌لوئیان [۱]، محمد اقتداری [۱]،پیام نجفی [۲]، سید حسن طباطبایی [۲]
۱-کارشناس ارشد علوم خاک، ۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

چکیده
این تحقیق در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان با خاک منطقه از سری گلشهر، رده‌ی اریدی سولز، بافت خاک لومی انجام گرفت. هدایت‌الکتریکی آب آبیاری منطقه ۱۹/۴ دسی‌متر و pH آن ۰۱/۷ در قالب طرح فاکتوریل بلوک‌های کامل تصادفی با دو تیمار اصلی (آبیاری قطره‌ایی سطحی و آبیاری قطره‌ایی زیرسطحی) و دو تیمار فرعی شامل منبع آب آبیاری چاه و فاضلاب (حاصل از رقیق‌سازی شیرابه کارخانه کود آلی اصفهان با آب چاه مزرعه) با شوری ۶ (dS/m) در چهلر تکرار به مدت ۹ ماه انجام گرفت. نمونه‌برداری و آنالیزهای خاک در هر سه ماه یکبار صورت گرفت. نتایج نشان داد که در تمامی موارد با گذشت زمان آبیاری با فاضلاب سبب افزایش معنی‌داری بویژه در لایه سطحی PO_4 ،NO_3^- ،EC ،OC ،pH شد. میانگین اثر متقابل اثر زمان × عمق × نوع آبیاری نشان داد که تمامی پارامترها به غیر از OC% معنی‌دار بودند. وجود فیلتر سیلیس سبب کاهش میزان املاح و تصفیه فاضلاب قبل از ورود به محیط خاک و افزایش کارایی سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی گردید.
واژه های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، سیلیس، نیترات، فسفات.

مقدمه
ورود حجم زیاد فاضلاب به محیط زیست با توجه به غلظت بالای آلاینده‌های موجود در آن، بصورت کنترل نشده، میتواند عواقب و خیمی را برای محیط زیست سطح‌الارضی و تحت‌الارضی به همراه داشته باشد. علاوه بر این، آبیاری با پساب کارخانه کودآلی با توجه به موادغذایی موجود در آن، بطور بالقوه ممکن است منشاء اثرات مفید و مضر بر خاك، گیاه و آب‌های زیرزمینی باشد. بنابراین باید این شیرابه قبل از استفاده یا دفع در محیط تصفیه شود. همچنین پسابهای شهری معمولا دارای مقادیر بالایی از فسفر و نیتروژن هستند. وجود نیتروژن و فسفر برای رشد بیولوژیکی لازم است. درصورتی که از پساب ثانویه برای تغذیه آبهای زیرزمینی استفاده گردد غلظت نیتروژن خیلی مهم است(pettygroye and Asana, ۱۹۹۴). افزایش نیتروژن پساب سبب افزایش فعالیت میکروبی در خاک نظیر نیتریفیکاسیون و معدنی شدن موادآلی خاک می‌شود(Herpin, ۲۰۰۷).
مواد معلق موجود در فاضلاب و شیرابه چناچه غلظت بالایی داشته باشد، به‌عنوان یک عامل محدود کننده تجمع آن می‌تواند سبب انسداد یا گرفتگی لوله‌ها یا قطره چکانهای سیستم آبیاری شود(نجفی مود، ۱۳۸۵)
آبیاری قطره‌ایی برای آبیاری با فاضلابها مناسب است زیرا حداقل خطرات را برای سلامتی مصرف‌کنندگان و کارگران دارد. البته عملکرد قطره چکانها با انسداد قطره چکانها محدود می‌شود(صادق‌پور و نیک روش، ۱۳۸۰). لذا کیفیت فاضلاب‌ها از نظر میزان مواد معلق در آنها بسیار حائز اهمیت است. لذا برای رفع این مشکلات یکی از بهترین راه حل‌ها استفاده از فیلتر می باشد از جمله اکسید سیلیس. اکسید سیلیسیم[۱۳۶] یا سیلیس ترکیبی شیمیایی است که به صورت خالص و یا به‌صورت ترکیب در کانیهای سیلیکاته در مجموع ۹۰ درصد پوسته جامد زمین را تشکیل میدهند. نام سیلیس[۱۳۷] از واژه لاتین سیلیکن[۱۳۸] به معنی سنگ سخت، سنگ آتش‌زنه یا سنگ چخماق گرفته شده است (پایگاه ملی داده‌های علوم زمین اطلاعات مواد معدنی، ۱۳۸۷).
نجفی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی آلودگی میکروبی ناشی از آبیاری چمن با فاضلاب تصفیه شده شهری به این نتیجه رسیدند که کاربرد فیلتراسیون فیلتر شنی از تعداد کل باکتریها، ۹۹% تعداد کل کلیفرم، ۹۹% کلیفرم مدفوعی و ۵۷% از نماتدها شده است.
گرفتگی قطره چکانها در طول زمان می‌تواند به خاطر رسوب مواد شیمیایی، رس و یا تجمع لای در محل عبور آب چکاننده باشد. گرفتگی می‌تواند باعث توزیع نا متناسب آب در طول لوله فرعی شود. اگر چکاننده‌ها برای مدت مدیدی گرفته باشند، قبل از این که کشف و تعمیر گردند، می‌توانند ضرر بزرگی به گیاه برسانند(علیزاده، ۱۳۸۰).
لذا این تحقیق با اجرای سیستم آبیاری قطره‌ایی سطحی و زیرسطحی با استفاده از فیلتر سیلیس جهت اجرای یک تصفیه مکمل و بررسی میزان تصفیه نیترات و فسفات همراه با شیرابه رقیق شده قبل از ورود به زمین همراه با توزیع آب انجام گرفت.

۱۳۶- SiO_2
۱۳۷ -Silicis
۱۳۸ -Silicon

مواد و روش‌ها

تحقیق در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان واقع در شرق اصفهان (گورت) - دارای طول جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه با ارتفاع از سطح دریا ۱۵۵۵ متر با اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های خشک به روش کوپن، با متوسط بارندگی در این منطقه حدود ۴/۱۲۲ میلی‌متر، تبخیر و تعرق سالیانه ۱۵۷۱ میلی‌متر، متوسط دمای سالیانه آن ۱۶ درجه سانتی‌گراد انجام شد. خاک منطقه از سری گلشهر و رده‌ی اریدی سولز با بافت لومی می‌باشد(شریفیان‌پور، ۱۳۸۷).

منابع آب آبیاری شامل آب چاه (به عنوان شاهد) و فاضلاب ساخته شده با هدایت الکتریکی ۶ دسیزیمنس بر متر از شیرابه کارخانه کود آلی اصفهان (همراه با ۴ ماه زمان ماند) با نسبت رقیق‌سازی ۱: ۴ با آب چاه منطقه به عنوان یک منبع آب آبیاری غیرمتعارف، جهت اعمال تیمارهای مختلف به مدت ۹ ماه (سه دوره سه ماه) استفاده شد. متوسط دبی خروجی قطره‌چکان‌ها ۱۰ لیتر در ساعت با دور آبیاری یک روز در میان انجام گرفت. طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای:

الف) تیمارهای اصلی:

تیمار اول: آبیاری قطره‌ای سطحی(S).

تیمار دوم: آبیاری قطره‌ای زیرسطحی که قطره‌چکان‌ها در عمق ۳۰ سانتی‌متری به همراه فیلتر سیلیس با ۳/۰ دانه‌بندی قرار گرفته‌اند(SS).

ب) تیمارهای فرعی:

تیمار اول: آبیاری با آب چاه مزرعه به عنوان شاهد(N).

تیمار دوم: فاضلاب ساخته شده (حاصل از رقیق‌سازی شیرابه کارخانه کود آلی اصفهان) با ۶ (C) dS/m.

آنالیزهای خاک شامل pH، هدایت‌الکتریکی عصاره اشباع، فسفر قابل جذب از روش اولسن و توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر، کربن آلی به روش اکسیداسیون تر، نیترات به روش کجلدال و بافت به روش هیدرومتر طبق روشهای استاندارد انجام گرفت(APHA, ۱۹۹۸). آنالیز آماری با استفاده از نرم افزارSAS توسط آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات خاک مزرعه (جدول -۱) و ترکیب شیمیایی شیرابه کارخانه کود آلی به منظور ساخت فاضلاب به عنوان تیمار دوم منبع آب آبیاری، در جدول (۲) آمده است.

جدول۱- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از انجام آزمایش

عمق (cm)	C(%)	بافت	pH	EC(dS/m)	(%) OM	(%) T.N.V
۳۰-۰	۲۵/۲۶	لومی	۸۹/۷	۹۱/۸	۲۰۱/۰	۵۹
۶۰-۳۰	۶۲/۱۰	لومی	۹۵/۷	۷۸/۷	۱۳۴/۰	۶۴

جدول۲- میانگین غلظت برخی از عناصر اندازه‌گیری شده در شیرابه مورد استفاده برای ساخت فاضلاب

عناصر	نیتروژن	فسفر	کلسیم	منیزیم	پتاسیم	سدیم	کلر	بیکربنات	سولفات
غلظت	۶۲	۱۳۵	۱۶۸۰	۸/۳۸۸	۱۶۳۴	۵/۱۹۰۳	۷۰۳۶	۴۸۷	۳۱۸۷

پس از ۹ ماه آبیاری مشخص گردید اثر گذر زمان، شیوه آبیاری و تیمارهای مختلف آبیاری بر pH، هدایت‌الکتریکی و مواد آلی خاک معنیدار می‌باشد. همچنین طبق تجزیه واریانس اثرات متقابل زمان × عمق بر pH و EC خاک معنیدار ولی بر مقدار مواد آلی خاک غیرمعنیدار شد. تجزیه واریانس اثرات متقابل زمان × آبیاری، همچنین عمق × آبیاری بر EC ،pH و مقدار مواد آلی خاک معنیدار شد. ولی تجزیه واریانس اثرات متقابل زمان × عمق × آبیاری فقط بر EC خاک معنیدار بود.

با کاربرد فاضلاب، شوری در خاک سطحی از متوسط ۹/۸ dS/m به ۹۶/۱۱ dS/m و در خاک زیرسطحی از متوسط ۸/۷ dS/m به dS/m ۸۹/۱۰ افزایش نشان داد(معنی‌دار در سطح احتمال ۱%). میزان شوری کمتر لایه زیرسطحی بیانگر توانایی فیلتر سیلیس در کاهش املاح همراه فاضلاب بود که با نتاج نصر (۱۳۸۶) مطابقت داشت. گذر زمان نیز در دوره‌های مختلف باعث افزایش شوری خاک از متوسط ۷/۱۰ dS/m در پایان دوره اول به ۲۳/۱۳ dS/m در پایان دوره سوم در تیمار فاضلاب شد(معنی‌دار در سطح احتمال ۱%).

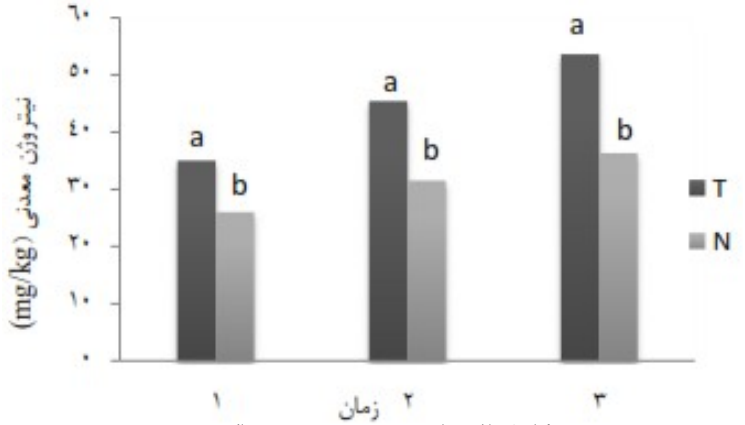
همچنین کاربرد فاضلاب، موجب تغییر pH خاک در دو عمق گردید. pH خاک زیرسطحی از متوسط ۸۹/۷ به ۴۳/۷ و در خاک سطحی از متوسط ۹۵/۷ به ۷۲/۷ کاهش یافت(معنی‌داری در سطح احتمال ۱%). بنابراین روند تغییرات کاهش pH در خاک زیرسطحی بیشتر از خاک سطحی مشاهده شد. یکی از دلایل این امر کاهش سرعت تبادلات گازی و تجمع مقدار بیشتری گاز کربنیک و در نتیجه تشکیل مقدار بیشتری اسید کربنیک می‌باشد.

روند کلی تغییرات مقدار ماده آلی در خاک زیرسطحی بیشتر از خاک سطحی مشاهده شد. با گذشت زمان، متوسط ماده آلی از ۴۷/۰ به ۶۴/۰ در پایان دوره دوم (۱۷/۰ واحد) افزایش یافت و در پایان دوره سوم متوسط مقدار آن به ۸۹/۰ رسید (۲۵/۰ واحد افزایش نسبت به دوره‌ی قبل نشان داد)(معنی‌دار در سطح احتمال ۱%). ماده آلی در تیمار شاهد (N) از متوسط ۱۹/ به ۷۵/۰ در

تیمار فاضلاب (T)رسید یعنی افزایش ماده آلی متناسب با میزان فاضلاب مصرفی بود که با نتایج رحیمی (۱۳۷۱) نیز مطابقت داشت.

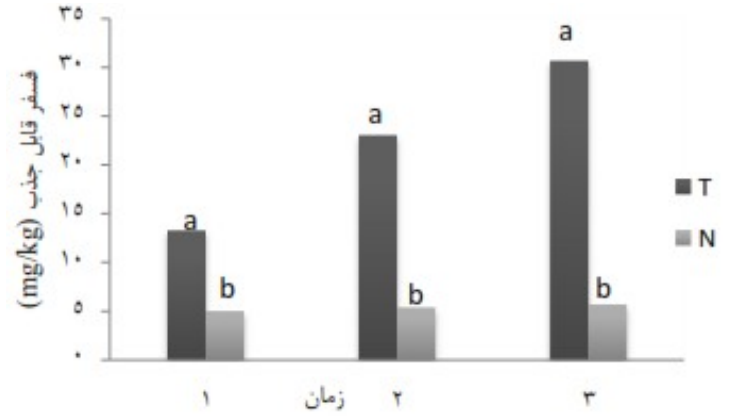
با گذشت زمان، متوسط غلظت نیتروژن معدنی از ۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در پایان دوره اول به ۴/۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در پایان دوره دوم (۴/۱۰ واحد) افزایش یافت و در پایان دوره سوم متوسط مقدار آن به ۶/۵۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲/۸ واحد افزایش)رسید (معنی‌دار در سطح احتمال ۱%)(شکل-۱). غلظت این عنصر در هر دو لایه سطحی و زیرسطحی در اثر استفاده فاضلاب دو برابر شده است. یعنی افزایش نیتروژن معدنی متناسب با میزان فاضلاب مصرفی بود که با نتایج صفری سنجابی (۱۳۷۵) مطابقت داشت.

مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و عمق افزایش معنی‌دار نشان داد. نصر(۱۳۸۶) بیان کرد بهره‌گیری از فاضلاب به عنوان آب آبیاری سبب افزایش نیتروژن خاک می‌گردد. در واقع در خاک‌ها فرایند تثبیت و به دنبال آن جذب و نگهداری ازت آمونیاکی بوسیله کانی‌های رسی خاک و نیز انباشتگی نیترات و نیتریت به همراه نمک های محلول دیگر در لایه‌های بالایی خاک در افزایش ازت کل در خاک موثر است.



شکل۱- اثر زمان بر نیتروژن معدنی خاک

شکل-۲ اثر زمان مصرف فاضلاب بر فسفر قابل جذب خاک را نشان می‌دهد. با گذشت زمان، متوسط غلظت فسفر قابل جذب از ۳۵/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در شروع آزمایش به ۲۸/۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در پایان دوره اول (۹۳/۷ واحد افزایش) و در پایان دوره دوم به ۰۵/۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۷۷/۹ واحد) افزایش یافت و در پایان دوره سوم متوسط مقدار آن به ۶۸/۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم رسید (۶۳/۷ واحد افزایش نسبت به دوره‌ی قبل)(معنیداری در سطح ۱% توسط آزمون دانکن).



شکل۲- اثر زمان بر فسفر قابل جذب خاک

اثر فاضلاب بر فسفر قابل جذب در دو عمق سطحی و زیرسطحی نیز از اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد برخوردار بود، طوری که متوسط افزایش غلظت این عنصر در سطح خاک از ۸۶/۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ۳۳/۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در خاک زیرسطحی از ۶۷/۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ۸۷/۴۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد. روند افزایش غلظت فسفر قابل جذب در اثر استفاده فاضلاب در خاک زیرسطحی بیشتر از خاک سطحی بدست آمد.

فاضلاب از یکسو به دلیل واکنش اسیدی و کاهش pH خاک و از طرفی به خاطر افزایش ماده آلی، موجب افزایش فسفر قابل جذب خاک شد. یکی از دلایل این امر شرایط غرقاب و تجزیه ماده آلی سبب افزایش فشار گاز کربنیک، کاهش پ-هاش و افزایش حلالیت فسفر(Choudhury, ۱۹۸۶) و احیاء ترکیبات سه ظرفیتی آهن و آزادسازی بخشی از فسفر تثبیت شده (Grist, ۱۹۷۵) می‌باشد. ترکیبات حاصل از تجزیه ماده آلی با اشغال کردن محل‌های جذب کننده فسفر در سطح ذرات خاک، جذب سطحی فسفر را کاهش داده و ضمن پوشاندن سطوح فسفات‌های مختلف کلسیم، از تبدیل این کلسیم فسفات‌ها به کلسیم فسفات‌های نامحلول‌تر و پایدارتر جلوگیری می‌کنند(زمانیان، ۱۳۸۷).

منابع

پایگاه ملی داده‌های علوم زمین اطلاعات مواد معدنی. ۱۳۸۷. سیلیس و خصوصیات ساختمانی آن Available from: http://www.ngdir.ir.

زمانیان م. ۱۳۸۷. بررسی شاخص‌های آلودگی شیمیایی و میکروبی در تصفیه زمینی شیرابه کارخانه کود آلی اصفهان و تأثیر کاربرد زئولیت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهرکرد.

شریفیان‌پور گ. ۱۳۸۷. اثر شیرابه کمپوست بر اصلاح خصوصیات کیفی خاک‌های منطقه شرق اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

صفری‌سنجابی ع. ۱۳۷۴. پیامد آبیاری با پساب بر برخی ویژگیهای شیمیایی خاکهای ناحیه بورخوار و انباشتگی برخی عناصر در گیاه یونجه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۱۳ صفحه.

علیزاده ا. ۱۳۸۰. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای، چاپ دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۵۰ صفحه.

نجفیمود م.ح. ۱۳۸۵. طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار، چاپ دوم، انتشارات واژگان خرد، ۳۸۰ صفحه.

نصراصفهانی ش. ۱۳۸۶. بررسی اثر تزریق فاضلاب دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان بر روی برخی از خصوصیات خاک آن. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

Al-Adham S.S. ۱۹۸۹. Tertiary treatment of municipal sewage via slow sand filter, MS Thesis. APHA, ۱۹۹۸, Standard methode for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington, D. C., ۱۵۶۶ PP.

Choudhury F.A. ۱۹۸۶. Effect of watellogging on isotopically exchangeable phosphate and iron in some soils. Thai J. Agric. Sci. ۱۹: ۳۲۱-۳۲۵.

Crites R., Tchobanoglous G. ۱۹۹۸. Small and decentralized wastewater management system, Mc Grow-till.

Herpin U., Gloguen T.V., Dafonseca A. F., Montes C.R., Mendonca F.C, Piveli R.P., Breulmann G., Froti M.C., Melf A.J. ۲۰۰۷. Chemical effect on soil -plant system in a secondary treated wastewater irrigated coffee plantation-A pilot field in brazil. Agricultural wastewater management. ۸۹(۱-۲) : ۱۰۵-۱۱۵.

Pettygrove G. S., Asano T. ۱۹۹۰. Irrigation with reclaimed municipal Wastewater. Eniron. Sci. Health. J. ۳۸(۸): ۱۴۶۹-۱۴۷۸.

Abstract

This research was done in Islamic Azad university (Khorasgan branch)'s filed that is classified in Golshar series, Arid sols with loamy texture. In addition, field water has EC and pH about ۴.۱۹ dS/m and ۷.۰۱, respectively. An experiment plan (Factorial plan) with ۲ main treatments (SDI and DI methods), two sub-treatments (irrigation with field water and wastewater of Khorsgan university with EC ۶ dS/m that got from extenuate leachate with field water) in ۴ replications that irrigated by ۹ months. All analyses were done by APHA methods every three months. The results show that irrigation with mixed water by passing time caused to increase pH, OC, EC, NO_3^- and PO_3^- concentration in soil media. The mean of interaction effect of time, depth, and kind of irrigation method has a significant difference except OM%. Based on the results, the Silica filter application under SDI irrigation system caused to increased irrigation efficiency of surface drip irrigation to treatment wastewater as irrigation water.

کارایی قارچ میکوریز آربسکولار بر تبادلات گازی نهال استبرق (*Calotropis procera* Ait)

بابک پیله‌ور [۱]، محمد بهمنی [۲]، سونیا یوسفی [۳]، احمد اصغرزاده [۴]، داوود کرتولی‌نژاد [۵]
۱- عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، ۲- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان، ۴- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، ۵- عضو هیات علمی دانشگاه سمنان، دانشکده کویر شناسی

چکیده
تحقیق حاضر با هدف ارتقاء صفات تبادلات گازی نهال استبرق (*Calotropis procera* Ait) با استفاده از میکروارگانیسم مایکوریزی در شرایط گلخانه به مدت پنج ماه بوده است. این آزمایش با دو سطح اینوکلوم (شاهد یا عدم تلقیح، قارچ میکوریز آربسکولار) در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار شکل گرفته است. نتایج نشان داد که بیشترین همزیستی در نهال تلقیح شده میکوریز با ۳۸/۳۱ درصد مشاهده شد. هم چنین بالاترین نرخ فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در تیمار قارچ میکوریز به ترتیب با میزان ۴۳/۵ و ۱۰۰ دیده شد. نرخ تعرق در نهال های تلقیح نشده با میزان ۷۲/۱ و نیز کارایی مصرف آبی در تیمار تلقیح میکوریز با ۴۲۶/۴ بالاترین مقدار را نشان دادند. در کل از تلقیح قارچ‌های میکوریز می‌توان به عنوان رهیافتی نو در بهبود تبادلات گازی نهال‌های استبرق با اهداف چند منظوره در احیای رویشگاه‌های تخریب‌یافته درختچه استبرق مورد پژوهش بیشتری قرار داد.
واژه های کلیدی: میکوریز، تبادلات گازی، کلنیزاسیون و استبرق

مقدمه
گیاه استبرق (*Calotropis procera* Ait.) از تیره استبرقیان (*Asclepiadaceae*) درختچه‌ای دائمی و چندساله است که در بسیاری از نواحی گرم بیابانی جنوب غربی آسیا و ناحیه مدیترانه تا سواحل آفریقا و هم‌چنین در جنوب ایران (خوزستان تا بلوچستان) پراکنش دارد (خائف و همکاران، ۱۳۹۰). در سال‌های اخیر رویکرد در به‌کارگیری میکروارگانیسم‌های ریزوسفری گیاهان از جمله قارچ‌های میکوریزی جهت تحریک و تسریع رشد و نمو گیاهان سوق پیدا کرده است. قارچ‌های میکوریز با اهمیت‌ترین میکروارگانیسم‌های موجود در اغلب خاک‌ها هستند. بر اساس تخمین‌های انجام شده حدود ۷۰درصد توده‌های زنده جامعه میکروبی خاک را، میسلیوم این قارچ‌ها تشکیل می‌دهند. قارچ میکوریز آربسکولار (AMF[۱۳۹]) رایج‌ترین همزیستی میکوریزی است که تقریبا در تمامی جوامع گیاهی از عرصه منابع طبیعی تا اراضی کشاورزی حضوری چشمگیر دارد. میکوریز آربسکولار نوعی بیوتروف‌های اجباری هستند که تاثیر زیادی بر نحوه تکامل سیستم ریشه‌ای گیاهان دارند. تمامی این قارچ‌ها اندام خاصی را به نام آربسکول در پوست ریشه گیاه میزبان به وجود می‌آورند که محل تبادل عناصرغذایی بین دو همزیست می‌باشد. اندام خاص دیگری به نام وزیکول که در واقع محتوی مواد غذایی بوده نقش ذخیره‌ای و کلنیزه کردن گیاه میزبان را بر عهده دارد (Sharma and Johri, ۲۰۰۲).. در پژوهشی گزارش شده است که گیاه *Strophostyles helvala* تلقیح شده با *Glomus mosseae* به طور معنی‌داری وزن‌خشک اندام هوایی و ریشه بیشتری را نسبت به گیاه غیرمیکوریزی دارد (Tasang and Maum, ۱۹۹۹). تحقیقات نشان می‌دهد که بین گیاهان شاهد و تلقیح شده به قارچ میکوریز آربسکولار از نظر رشد و فیزیولوژی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (Krikum and ۱۹۸۰). از آنجا که تاکنون پژوهش خاصی مرتبط با اثرات تلقیح میکروارگانیسمی بر بهبود رشد و فیزیولوژی نهال استبرق در داخل و خارج کشور گزارش نشده است؛ لذا پژوهش حاضر برای اولین بار با به‌کارگیری تلقیح قارچ میکوریز آربسکولار در صدد نیل به اهداف فوق است.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۹۲-۱۳۹۱ به عمل آمد. بدین مقصود، کپسول‌های تازه استبرق در مرداد ماه سال ۹۱ از رویشگاه طبیعی آن در شهرستان تنگستان از توابع استان بوشهر با عرض جغرافیایی (UTM[۱۴۰]) N۳۲۱۳۲۰۶ m و طول جغرافیایی (UTM)۵۲۳۷۰۳ E m و ارتفاع از سطح دریا ۵۸ m جمع‌آوری شد سپس بذور همسان و یکنواخت استبرق را انتخاب و به مدت دو دقیقه در محلول قارچ‌کش Tiram Carboxin (۲ گرم در لیتر) ضدعفونی شد (بذور در شرایط انکوباتور با دمای C۵/۲۲، رطوبت نسبی ۶۵ درصد، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی با ۱۰۰۰Lux نوری در پتردیش‌های سترون جوانه‌دار شدند. طبق دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، تلقیح بذور با قارچ میکوریز بر اساس نوع تیمار مایه تلقیح میکوریز *Intraradices Glomus* با جمعیت ۲۵۰ propagol/gr انجام شد. بلافاصله بعد از تلقیح، تعداد ۱۰ عدد بذور تلقیح یافته در عمق ۱-۰/۵ سانتی‌متری بستر کشت گلدان قرار گرفت و نیز بستر کشت با ۱۰ گرم پروپاگول قارچ میکوریز آلوده گشت. بذور تلقیح یافته کشت شده در طول مدت زمان ۵ ماهه رشد (آبان - اسفند سال ۹۱) با شرایط گلخانه حداقل و حداکثر

[۱۳۹] Arbuscular Mycorrhizal Fungi
[۱۴۰] Universal Transverse Mercator

پارامترهای دما و رطوبت نسبی گلخانه به ترتیب ۱۸ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و ۳۲ و ۵۰ درصد، بر اساس ظرفیت زراعی مرجع خاک آبیاری شدند.

اندازه‌گیری و آنالیز داده‌ها

در پایان دوره پنج ماهه رشد (آبان- اسفند سال ۹۱) اقدام به اندازه‌گیری و سنجش پارامترهای فیزیولوژی نهال استبرق گردید. جهت اندازه‌گیری تبادلات گازی، در روز بدون ابر از ساعت نه تا ۱۱ صبح، از هر نهال سه برگ سالم و کاملا توسعه یافته انتخاب و با دستگاه ADC Bio Scientific Ltd, UK اندازه‌گیری شد. درصد کلنیزاسیون ریشه با روش Grind line Intersect تعیین شد (Giovannetti and Mosse, ۱۹۸۰).

تجزیه و تحلیل آماری این پژوهش در قالب طرح پایه آزمایشی کاملاً تصادفی (CRD[۱۴۱]) بود، داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ تجزیه تحلیل، مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری پنج و یک درصد و رسم جداول نیز با نرم افزار Excel ۲۰۰۷ استفاده شد.

نتایج وبحث

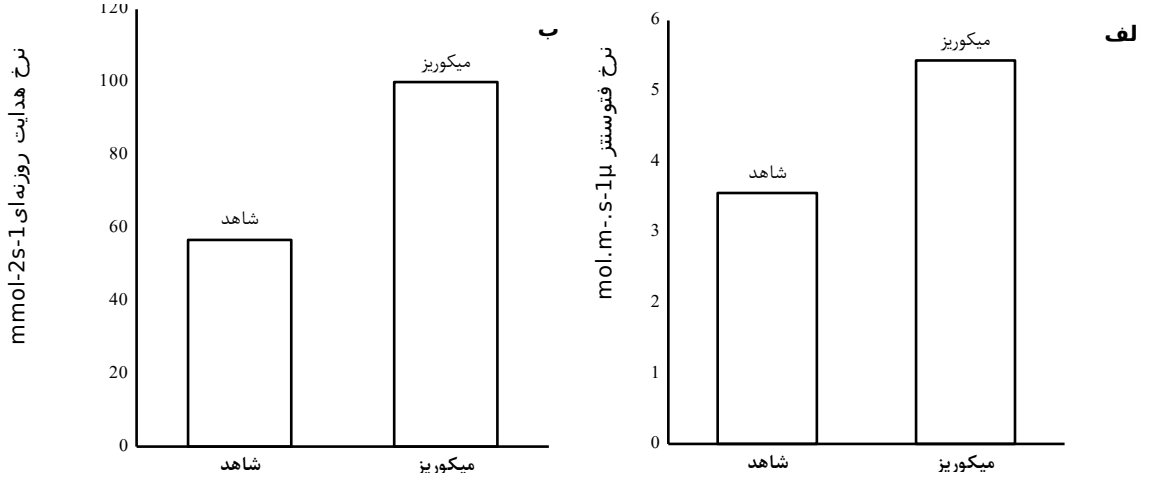
نتایج آنالیز واریانس (One Way-ANOVA) نشان داد که تلقیح قارچ ماکوریزی آربسکولار تاثیر معنی‌داری بر فیزیولوژی نهال استبرق داشت (جدول ۱).

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثرات تلقیح قارچ میکوریز بر صفات تبادلات گازی نهال استبرق

منابع تغییر	درجه آزادی	فتوسنتز	هدایت روزنه ای	تعرق	کارایی مصرف ابی
تلقیح	۳	۱۸۱/۶*	۴۴۷۵NS	۴۲/۰*	۳۲۸/۱۸ NS
خطا	۸	۴۳/۱	۱۱۵۰	۰۸۴/۰	۱۷۸/۲
کل	۱۱				

**، * و NSبه ترتیب معنی‌داری در سطح ۱، ۵٪ و عدم معنی‌داری است

مقایسه میانگین دانکن نشان داد که تلقیح قارچ میکوریز منجر به افزایش نرخ فتوسنتز و هدایت روزنه ای نهال های استبرق شدند. به طوری که نسبت به شاهد به ترتیب ۹۵/۵۲ و ۴۹/۷۶ درصد افزایش مشاهده شد (شکل ۱الف و ب).



شکل ۱ - مقایسه میانگین تلقیح میکوریز بر نرخ فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای نهال استبرق(میانگین‌های دارای حروف مشترک در ستون آزمون چند دامنه‌ای دانکن بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری است.

[۱۴۱] Complete Randomized Design

نرخ تعرق در نهال‌های بدون تلقیح بالاترین مقدار را نشان داد که در مقایسه با شرایط تلقیح ۲۹/۴۰ درصد افزایش داشت (شکل ۲ الف). کارایی مصرف آبی در نهال‌های تلقیح شده به قارچ میکوریز بالاترین نرخ را نشان دادند که نسبت به شاهد ۵۲/۱۰۴ درصد افزایش دیده شد (شکل ۲ ب).



شکل ۲ - مقایسه میانگین تلقیح میکوریز بر نرخ تعرق و کارایی مصرف آبی نهال استبرق(میانگین‌های دارای حروف مشترک در ستون آزمون چند دامنه‌ای دانکن بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری است)

بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق نشان داد که صفات تبادلات گازی نهال استبرق به طور معنی‌داری در سطح آماری (پنج و یک درصد) تحت تاثیر تلقیح قارچ میکوریز قرار می‌گیرد. چ اغلب صفات تبادلات گازی نهال به طوری معنی‌داری تحت تاثیر تلقیح قارچ میکوریز گلوموس اینترارادیسز قرار گرفت که با نتایج Wu و Xia (۲۰۰۶) روی نهال نارنج (Citrus tangerine) هم خوانی داشت. افزایش تبادلات گازی در گیاهان میکوریزی سبب تعدیل گرمایی و کاهش دمای سطح برگ می‌شود (Ruiz-Lozano and Azcon, ۱۹۹۵). Miller (۲۰۰۰) نشان دادند که در گیاهان میکوریزی به دلیل افزایش فتوسنتز و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی به ازای واحد آب مصرفی کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد. میکوریز آربسکولار با افزایش سطح ریشه از طریق نفوذ میسلیوم قارچ در خاک و در نتیجه دسترسی گیاه به حجم بیشتری از خاک سبب جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده و موجب افزایش فتوسنتز، بهبود رشد و بیومس گیاه می‌گردد (Smith et al., ۲۰۰۳). به طوری که قارچ‌های میکوریز به وسیله افزایش هدایت هیدرولیکی خاک، افزایش نسبت تعرق، کاهش مقاومت روزنه‌ای بوسیله تغییر در تعادل هورمونی گیاه، روابط آبی گیاه را افزایش می‌دهند (Elwan, ۲۰۰۱). گلوموس ورسیفرم به طور معنی‌داری دمای سطح برگ را در نهال‌های نارنج کاهش داده که احتمالا به علت خنک کردن با تبخیر و افزایش سرعت تعرق در نهال‌های میکوریزی بوده است (Wu and Xia, ۲۰۰۶). به طور کلی همزیستی قارچ میکوریزی با گیاهان می‌تواند سبب تحریک رشد گیاه گردد (Deveau et al., ۲۰۰۷). در پایان، با توجه به نتایج حاضر و تحقیق‌های صورت گرفته به نظر می‌رسد که تلقیح قارچ میکوریز گلوموس اینترارادیسز با اثر بخشی هم افزایی آن می‌تواند نقش مهمی در افزایش بهبود تبادلات گازی نهال استبرق داشته باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که تلقیح قارچ میکوریز آربسکولار بیش از پیش به عنوان یک رهیافت نوین و دوستدار محیط زیست در پروژه‌های جنگلکاری و توسعه پایدار رویشگاه‌های روبه تخریب درختچه دارویی و صنعتی استبرق در سطح نهالستانی و اجرایی مورد توجه و پژوهش بیشتری قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از همکاری مسئولین محترم گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی تربیت مدرس، کارشناسان مرکز رشد سازمان تحقیقات و جهاد خودکفایی نیروی دریایی سپاه پاسداران، مرکز تحقیقات منابع طبیعی بوشهر و تمامی کسانی که به نحوی در پیشبرد این تحقیق دخیل بودند بی نهایت سپاسگزاری و قدردانی می‌گردد.

منابع

خائف، ن. تقوایی، م. صادقی، ح و نیازی، ع. ۱۳۹۰. بررسی اثرهای متقابل نور و درجه حرارت بر جوانه زنی بذر استبرق (*Calotropis procera* L). مجله علمی پژوهشی مرتع، ۵(۱) : ۲۶-۱۹.

Deveau A., Palin B., Delaruelle C., Peter M., Kohler A., Pierrat J.C., Sarniguet A., Garbaye J., Martin, F. and Frey-Klett, P. ۲۰۰۷. The mycorrhiza helper *Pseudomonas fluorescens* BBc۶R۸ has a specific effect on the growth, morphology and gene expression of the ectomycorrhizal fungus *Laccaria bicolour* S۲۳۸N. New Phytology. ۱۷۵, ۷۴۳-۷۵۵.

Elwan L.M.۲۰۰۱. Effect of soil water regimes and inoculation with mycorrhizae on growth and nutrients content of maize plants. Zagazig Journal of Agricultural Research, ۲۸:۱۶۳-۱۷۲.
Giovannetti M. and Mosse B. ۱۹۸۰. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytology, ۸۴:۴۸۹-۵۰۰.
Miller M. H. ۲۰۰۰. Arbuscular mycorrhizae and the phosphorus nutrition of maize: Areview of guelph studies. Canadian Journal of Plant Scenceis, ۸۰, ۴۷-۵۲.
Ruiz-Lozano J.M. and Azcon R. ۱۹۹۵. Hyphal contribution to water uptake in mycorrhizal plants as affected by the fungal species and water status. Plant Physiology, ۹۵:۴۷۲-۴۷۸.
Smith SE, Smith FA and Jacobsen I. ۲۰۰۳. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plant irrespective of growth responses. Plant Physiology ۱۳۳: ۱۶-۲۰.
Tasang A. and Maum M.A. ۱۹۹۹. Mycorrhizal fungi increase salt tolerance of Strophostyles helvola in coastal foredunes. Plant Ecology, ۱۴۴:۱۵۹-۱۶۶.
Wu Q.R. and Xia X ۲۰۰۶. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. Journal of Plant Physiology, ۱۶۳:۴۱۷-۴۲۵.

Abstract

The present study aimed at improving the Gas Exchange Calotropis procera Seedling using Mycorrhizal and bacterium in greenhouse conditions has been carried out for five months. The experiments with four inoculum levels (control or non-inoculated, Mycorrhizal Glomus) in a completely randomized design with three replications was formed. The highest rate root colonization (۳۱.۳۸%) was seen in the mycorrhiza seedling. Maximum rate of photosynthesis and Stomatal conductance respectively ۵.۴۳ and ۱۰۰ in mycorrhiza seedlings was observed compared to control seedlings. Transpiration rate (۱.۷۲) in control seedlings was maximum demonstrated, other hand the maximum water use efficiency (۴.۴۲۶) in mycorrhiza seedlings were detected. In general can be inoculation of integrated Arbuscular Mycorrhizal as a new and practical approach to improve the physiology of Calotropis procera Seedling with multiple purpose in restoration of degraded habitats Calotrope Shrubs Consideration and should be further research.

کاربرد ویناس بر فرآیند تولید کمپوست

آرش همتی [۱] و مزدک رساپور [۲] و مقصود سیفی [۳]
۱-دانشجوی دکتری دانشگاه تبریز، ۲-دانشجوی دکتری دانشگاه تبریز و کارشناس بازیافت پسماند شهری آراد کوه تهران ۳-دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده
این تحقیق با هدف بررسی کاربرد ویناس در سطوح مختلف بر شاخص های تولید کمپوست (دما، جمعیت میکروبی، نیتروژن، کربن، نسبت C/N، نیترات، pH و EC) به مدت پنج ماه در مجتمع بازیافت پسماند شهری آراد کوه (تهران) انجام شد. نتایج نشان داد کمترین زمان رسیدن به دمای ترموفیلیک را تیمار ۳۰ میلی لیتر ویناس برای هر کیلوگرم مواد اولیه ($C_۲$) و بیشترین را تیمار شاهد (C.) داشت. تیمار $C_۲$ دارای بیشترین و تیمار C. دارای کمترین جمعیت میکروبی بودند. pH و EC تا ماه دوم در تیمارهای $C_۲$ و ۲۰ میلی لیتر ویناس برای هر کیلوگرم مواد اولیه ($C_۲$) افزایش و در ماهای سوم تا پنجم کاهش یافت. تیمار $C_۲$بیشترین مقدار نیترات را داشت. در نهایت مشخص شد که تیمار $C_۲$ و $C_۲$برای اضافه کردن به بستر پسماند های آلی مناسب می باشد و این تیمارها مدت تولید کمپوست را تا دو ماه کاهش دادند.
کلمات کلیدی: جمعیت میکروبی، کمپوست، نیترات، ویناس

مقدمه
استفاده از اصلاح کننده های آلی مانند کمپوست، ابزار موثری برای بهبود خاکدانه سازی، ساختمان خاک، افزایش جمعیت و تنوع میکروبی، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک می باشد (Azarmiet al., ۲۰۰۸). کمپوست، محصول حاصل از بازیافت مواد زائد آلی از طریق تیمار هوازی می باشد که می تواند جایگزین مناسبی در برابر مصرف بی رویه کودهای شیمیایی باشد (Manios ۲۰۰۴). در سال های اخیر برای افزایش عناصر و کیفیت کمپوست های تولید شده، تلقیحبا باکتری های حل کننده فسفات و تثبیت کننده نیتروژن انجام شده که موجب افزایش فسفر قابل جذب و همچنین افزایش نیتروژن کل در کمپوست گردیده است. افزایش جمعیت میکروبی، افزایش اسید هیومیک و کاهش pH، کاهش ماده آلی و کاهش C/N در کمپوست های غنی شده با تیمارهای باکتریایی گزارش شده است (Busato et al., ۲۰۱۲). غنی سازی کمپوست با سولفات آمونیم و اوره، بصورتی که نیتروژن در ابتدای کمپوستینگ به فرم های جامد یا محلول به بستر اضافه گردد، باعث افزایش نیتروژن کل و اثربخشی بیشتر شده است (Adamtey et al., ۲۰۰۹).

ویناس ماده ای قهوه ای رنگ و محصول تولید صنعتی الکل از ملاس ها است. این ماده پس از طی فرایندی، حاوی درصد قابل توجهی از ماده آلی، پتاسیم، نیتروژن و کلرید می شود که اگر به صورت اصولی مصرف گردد می تواند به عنوان یک ماده موثر در افزایش راندمان تولید محصولات کشاورزی بکار رود(Vadivel et al., ۲۰۱۴; Bhattacharyya et al., ۲۰۱۲).

با توجه به نتایج بسیار امیدوار کننده استفاده از ویناس در زمینه های کشاورزی، و همچنین کم بودن مواد آلی و برخی از عناصر در کمپوست تولید شده از پسماندهای آلی، این فراورده جانبی می تواند به عنوان مکمل در فرایند کمپوست شدن به منظور افزایش کیفیت کمپوست های تولیدی استفاده گردد. این تحقیق با هدف بررسی کاربرد ویناس در سطوح مختلف بر شاخص های تولید کمپوست انجام شد.

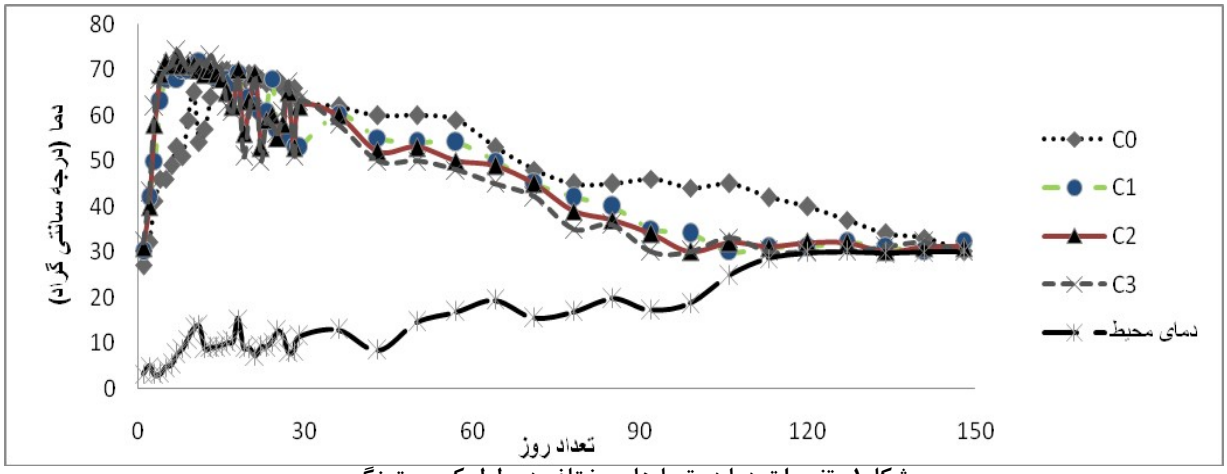
مواد و روش ها:
تولید کمپوست: این تحقیق در مجتمع بازیافت پسماند شهری آراد کوه واقع در کهریزک تهران به مدت پنج ماه انجام شد. تیمارهای زیر با سه تکرار اعمال شد: C.: شاهد و بدون مصرف ویناس، $C_۲$، $C_۱$و $C_۳$ به ترتیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی لیتر ویناس برای هر کیلوگرم مواد اولیه.

برای اندازه گیری دمای داخل توده از ترمومتر دیجیتالی استفاده گردید. جمعیت میکروبی با روش CFU تعیین شد. برای اندازه گیری نیتروژن کل از روش کجلدال استفاده گردید. pH(w/v ۱:۱۰) با دستگاه pH متر مدل ELELA و EC (w/v ۱:۱۰) با دستگاه EC متر مدل JENWAY-۴۳۲۰مورد تجزیه قرار گرفت. برای اندازه گیری NO۳-N از روش اسپکتروفتومتری و رنگ سنجی استفاده شد. درصد کربن کل با روش والکلی- بلک اندازه گیری گردید (Page ۱۹۸۲).

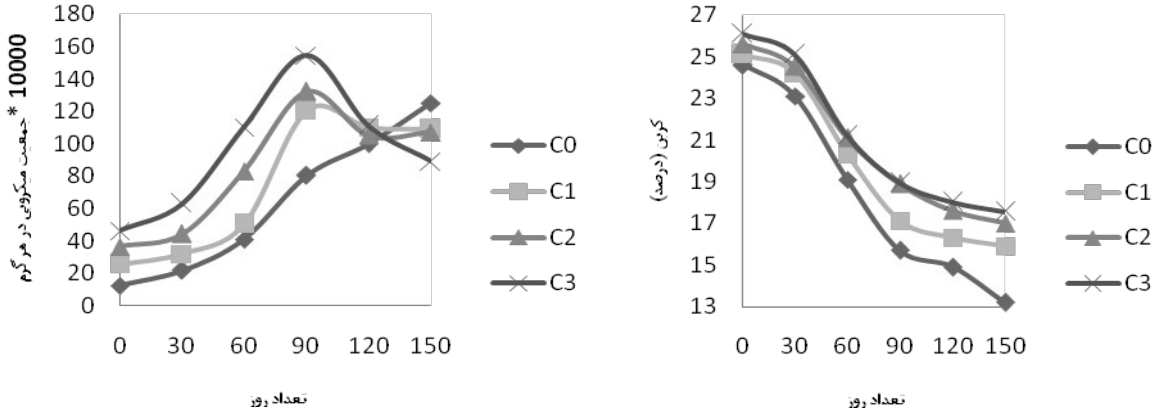
نتایج و بحث:
اندازه گیری دما در طول تولید در تیمارهای مختلف نشان داد با اضافه کردن ویناس فرایند ترموفیلیک زودتر شروع می شود. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است با افزایش سطوح مصرفی ویناس تل های مورد آزمایش زود تر به دمای ترموفیلیک

(دمای بالای ۴۵ درجه سلسیوس) رسیدند. کمترین زمان رسیدن به دمای ترموفیلیک در تیمار C_3 بود که در طول ۴ روز به دمای ترموفیلیک رسید البته دمای این تیمار زودتر از تیمارهای دیگر کاهش یافت و به دمای محیط رسید و همچنین بیشترین زمان رسیدن به دمای ترموفیلیک در C. بود که در ۱۵ روز به این دما رسید و دمای این تیمار نیز دیرتر از تیمارهای دیگر کاهش یافت (شکل ۱). ویناس مورد استفاده موجب افزایش فعالیت میکروبی در توده شده و دما را بالاتر برده باشد. دمای ترموفیلیک برای از بین بردن میکروارگانیسم های پاتوژن و مضر حیوانی و گیاهی بسیار ضروری می باشد و ۴-۳ روز دمای بالای ۵۵ درجه برای از بین بردن این میکرو ارگانیسم ها کافی می باشد (Rasapoor et al., ۲۰۰۹; Lopez et al., ۱۹۸۵).

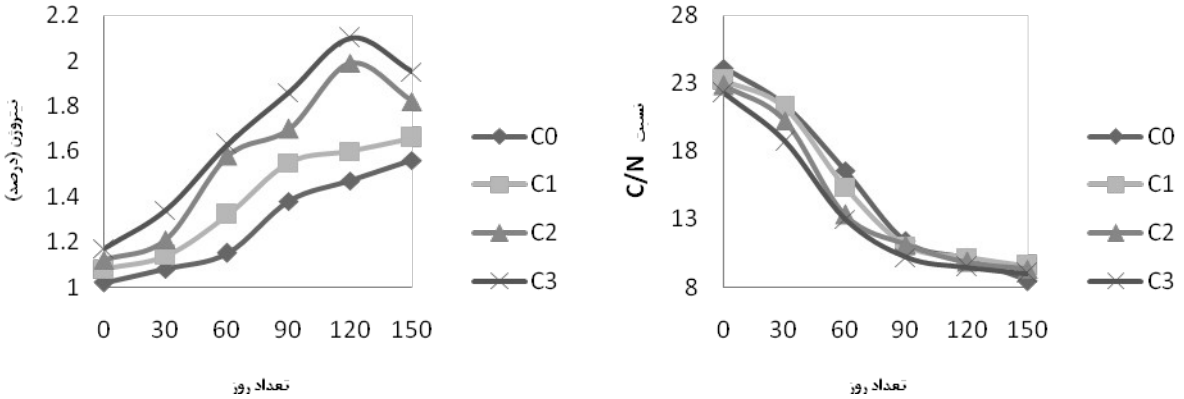
طبق شکل ۲، فرایند غنی سازی کمپوست با ویناس باعث افزایش معنی داری در زیست توده (جمعیت) میکروبی (CFU)در تیمارها شد و تیمار C_3 دارای بیشترین جمعیت میکروبی و تیمار C. دارای کمترین جمعیت میکروبی اندازه گیری شده با روش (CFU) بود. جمعیت میکروبی در تیمارهای ویناسی زودتر از تیمار شاهد کاهش یافت و مطابق گزارشات قبلی، احتمالا دلیل عدم افزایش جمعیت میکروبی با، محدودیت در کربن آلی بستر، همچنین کمبود مواد غذایی می باشد، بعلاوه گزارش شده که بعد از این مرحله بدلیل کمبود منابع تغذیه، جمعیت باکتریایی کاهش و یا وارد دوره استراحت(کمون) می شوند (Kaushik et al., ۲۰۰۸). طبق نتایج حاصل از اندازه گیری کربن آلی در ابتدای کمپوستی شدن بیشترین مقدار ماده آلی در تیمار C_3 و کمترین مقدار ماده آلی در C. بود ولی با افزایش روند کمپوستی شدن تیمارهای ویناسی با شیب بیشتری کربن آلی خود را از دست دادند (شکل ۳). افزایش کربن آلی تیمارهای ویناسی در ابتدای روند کمپوست شدن می تواند به دلیل زیاد بودن کربن آلی در ویناس مورد استفاده باشد و همچنین کاهش کربن آلی در این تیمارها نیز می تواند به دلیل افزایش جمعیت میکروبی باشد. کربن آلی در تیمار C_3 و C_2 ویناسی بعد از ماه سوم به بعد با شیب کمتری کاهش می یابد که دلیل آن می تواند کاهش منابع سهل الوصول کربن آلی در این تیمارها باشد (Veeken et al., ۲۰۰۰).



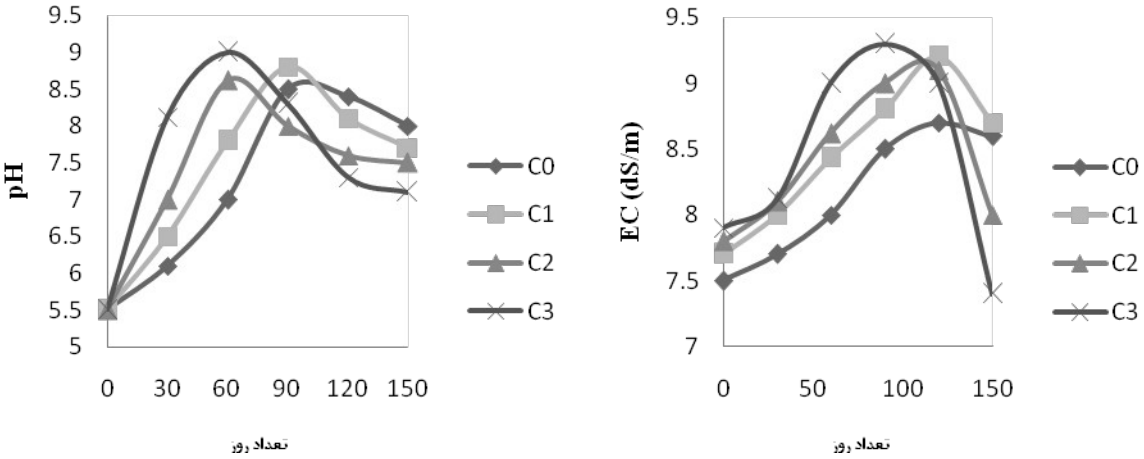
شکل۱- تغییرات دما در تیمارهای مختلف در طول کمپوستینگ



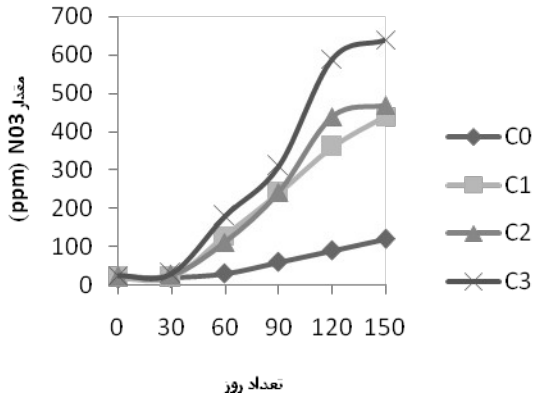
شکل۲- تغییرات جمعیت میکروبی در تیمارهای مختلف در طول کمپوستینگ شکل۳- تغییرات کربن آلی در تیمارهای مختلف در طول کمپوستینگ



در تیمارهای مختلف در طول کمپوستینگ C/N شکل٤- تغییرات نیتروژن در تیمارهای مختلف در طول کمپوستینگ شکل٥- تغییرات



در تیمارهای مختلف در طول کمپوستینگ EC در تیمارهای مختلف در طول کمپوستینگ شکل٧- تغییرات pH شکل٦- تغییرات



در تیمارهای مختلف در طول کمپوستینگ NO_3 شکل٧- تغییرات

روند تغییرات نیتروژن در شکل ۴ قابل مشاهده است. همانطور که مشاهده مـی شـود در ابتـدای آزمـایش نیـز تیمارهـای ویناسـی مقدار بیشتری از نیتروژن را دارا هستند که دلیل اصلی آن وجود نیتروژن در ویناس به کار برده شده می تواند باشد. بـا افزایـش زمـان

کمپوست شدن مقادیر نیتروژن در تیمارهای ویناسی افزایش یافت. بیشترین مقدار نیتروژن در تیمار C_3 مشاهده شد که این امر می تواند ناشی از افزایش نیتروژن از طریق ویناس و همچنین کاهش کربن آلی توسط تجزیه میکروارگانیسم ها و در نتیجه افزایش نسبت نیتروژن در یک وزن ثابت، باشد (Rasapoor et al., ۲۰۰۹). همانطور که مشاهده می شود در کاربرد تیمارهای C_3و C_2 تا ماه چهارم کمپوست شدن، افزایش نیتروژن مشاهده شد و پس از آن نیتروژن کاهش یافت (شکل ۴) که دلیل اصلی آن استفاده میکروارگانیسم ها از نیتروژن آزاد شده بدلیل کمبود مواد تغذیه ای می تواند باشد (Busato et al., ۲۰۱۲).

تغییرات نسبت کربن به نیتروژن $\left(C/N\right)$ در طول پنج ماه متغییر بود. نسبت C/N در تیمارهای ویناسی تا دوره سه ماه با شدت بیشتری و پس از آن با شدت کمتری کاهش یافت. این نسبت در تیمار شاهد تا ماه اول با شدت کمتری و در ماه های پایانی با شدت بیشتری کاهش یافت (شکل ۵). نتایج اندازه گیری نسبت کربن به نیتروژن کاملا متاثر از میزان فعالیت میکروبی بود و با افزایش فعالیت میکروبی مقدار کربن و مواد غیر نیتروژنی مثل کربوهیدرات ها با مصرف میکروارگانیسم ها کاهش یافته ولی در ماه های پایانی به دلیل کاهش مواد قابل تجزیه جمعیت میکروبی کاهش یافته و به دنبال آن تجزیه کربن نیز کاهش یافته است (Rasapoor et al., ۲۰۰۹). همچنین گزارش شده در مراحل پایانی مواد سهل الوصول برای میکروارگانیسم ها کاهش می یابد بنابراین در این مراحل گروه های آمین و ترکیبات قندی موادی مثل اسید فولویک استفاده می شود که موجب کاهش کیفیت کمپوست تولیدی خواهد شد (Veeken et al., ۲۰۰۰).

pH در روند کمپوستینگ تا ماه دوم در تیمارهای C_3 و C_2 با شیب زیادی افزایش و در ماهای سوم تا پنجم کاهش یافت. pH تیمار شاهد نیز در ماه های اول با شیب زیادی افزایش یافت و در ماه های پایانی این شیب با شدت کمتری افزایش یافت (شکل ۶). علت افزایش pH در ماه های ابتدایی افزایش تولید آمونیوم و فرایند آمونیفیکاسیون می باشد که موجب افزایش pH می شود. در تیمارهای ویناسی علت کاهش pH بعد از افزایش می تواند به دلیل فرایندهای نیتریفیکاسیون و تولید هیدروژن می باشد که موجب کاهش pH در ماه های پایانی توسط میکروارگانیسم های فعال در این زمینه شده است (Rasapoor et al., ۲۰۰۹).

نتایج حاصل از اندازه گیری EC نشان داد EC در تیمارهای ویناسی در ابتدا زیادتر و در ماه های پایانی به شدت کاهش یافت (شکل ۷). همچنین کاهش EC در تیمارهای ویناسی می تواند به دلیل برقراری کمپلکس پایدار بین ویناس استفاده شده با عناصر محلول باشد که توانسته EC را کاهش دهد البته افزایش میکروارگانیسم ها نیز دلیلی برای کاهش EC می تواند باشد.

نیتروژن نیتراتی در فرایند کمپوست شدن در تمام تیمارها افزایش معنی داری یافت. مقدار افزاش نیترات در تیمار C_3بیشتر از بقیه تیمارها بود (شکل ۸). تولید نیترات با فعالیت باکتری نیتروزوموناس و نیتروباکترها از آمونیوم صورت می گیرد. اهمیت نیتروژن نیتراتی به خاطر سهل‌الوصول بودن جذب آن توسط گیاهان میباشد. تولید ازت نیتراتی بیشتر در مرحله تکمیل تولید کمپوست صورت میگیرد. باکتریهای نیتریفیکاسیون دارای رشد آرامی هستند و در دمای بالاتر از ۴۰ درجه غیرفعال‌اند و لذا زمانی فعال میشوند که واکنش های تجزیه مواد زائد آلی تکمیل شده باشد (Rasapoor et al., ۲۰۰۹).

منابع

Adamtey N., Co e O., Ofosu-Budu G.K., Danso S.K.A., and Forster D. ۲۰۰۹. Production and storage of N-enriched co-compost. Waste Management. ۲۹, ۲۴۲۹-۲۴۳۶.

Azarmi R., Sharifi Z., and Satari M.R. ۲۰۰۸.Effect of vermicompost on growth, yield and nutrition status of tomato (*Lycopersicumesculentum*). Pak. J. Biol. Sci. ۱۱(۱۴): ۱۷۹۷-۱۸۰۲.

Bhattacharyya A., Pramanik A., Maji S.K., Haldar S., Mukhopadhyay U.K., and Mukherjee J. ۲۰۱۲. Utilization of vinasse for production of poly-۳-(hydroxybutyrate-co-hydroxyvalerate) by Haloferaxmediterranei.Bhattacharyyaet al. AMB Express ,۲:۳۴.

Busato J.G., Lima L.S., Aguiar N.O., Canellas L.P., and Olivares F.L. ۲۰۱۲.Changes in labile phosphorus forms during maturation of vermicompost enriched with phosphorus-solubilizing and diazotrophic bacteria.Biores. Technol. ۱۱۰: ۳۹۰-۳۹۵.

Kaushik P., Yadav Y.K., Dilbaghi N., and Garg V.K. ۲۰۰۸. Enrichment of vermicomposts prepared from cow dung spiked solid textile mill sludge using nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. Environmentalist, ۲۸:۲۸۳-۲۸۷.

Lopez R.J., and Foster. ۱۹۸۵. Plant pathogen survival during the composting ofagricultural wastes.Composting of Agriculture and Other Wastes. ElsevierApplied Science Publishers, London.

Manios T. ۲۰۰۴. The composting potential of different organic solid wastes : experience from the island of crete؟. Environmental International. ۲۹: ۱۰۷۹-۱۰۸۹.

Page A.L. ۱۹۸۲. Methods of Soil Analysis.Agronomi ۹, ASA, SSSA, Madison, Wiscosin, USA.

Rasapoor M., NasrabadiT., Kamali M., and Hoveidi H. ۲۰۰۹. The effects of aeration rate on generated compost quality, using aerated static pile method. Waste Management ۲۹, ۵۷۰-۵۷۳.

Vadivel R., Minhas P.S., Kumar P.S., Singh Y., Rao D.V.K.N., and Nirmale A. ۲۰۱۴. Significance of vinasses waste management in agriculture and environmental quality- Review.African journal of agricultural research. ۹(۳۸), ۲۸۶۲-۲۸۷۳.

VeekenA., Nierop K., Wilde V.d., and Hamelers B. ۲۰۰۰.Characterisation of NaOH-extracted humic acids during composting of a biowaste.Biores. Technol. ۷۲, ۳۳-۴۱.

Abstract:

This research had done with purpose of surveying of application of vinasse in different levels on indexes of compost producing (temperature, microbial population , nitrogen , carbon , the ratio C/N, nitrate , pH and EC) and producing time in different phases (during the production and after compost production) for ۵ months in waste resumption complex of Aradkooh in Tehran. Results showed that less time to reach the thermophilic temperature ۳۰ ml per kilogram of vinasse raw materials was (C۳) and most of them was control (C۰). Treatment C۳ with highest and treatment C. has lowest microbial populations.Until the second month pH and EC treatment, $C_{۳}$ and $C_{۲}$ increased and decreased in the third to fifth months.In the second phase pH at vinassetreatment increased and pH decreased at C. treatment. Maximum amount of nitrate was observed at $C_{۳}$ treatment and at Epsom salt phase nitrate has maximum amount.Eventually recognized that treatment of $C_{۳}$ and $C_{۲}$ is adequate to add context of organic waste and this treatment decreased product time of compost up to two months.

تاثیر دو ساله روشهای اعمال اسید هیومیک بر رشد و ترکیب شیمیایی نهال‌های پسته در شرایط مزرعه

اعظم رضوی نسب [۱]. امیر فتوت [۲]. علیرضا آستارایی [۲]. احمد تاج آبادی پور [۳]
۱. دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی دانشگاه پیامنور یزد، ۲. عضو هیات علمی گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۳. عضو هیات علمی گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

چکیده

پسته محصول مهم اقتصادی کشور و سازگار به شرایط نامساعد طبیعی برای بسیاری از مناطق کویری و خشك قابل توصیه است. امروزه استفاده بیرویه از کودهای شیمیایی به منظور تولید بیشتر محصولات کشاورزی، آلودگیخاک و آب و محیط زیست را به همراه داشته است. از اینرو با توجه به تاثیر مثبت ماده آلیاسید هیومیک در کشاورزی وبا هدف تقلیل مصرف کودهای شیمیایی و اهداف کشاورزی پایدار و اهمیت افزایش تولید پسته سالم، مطالعهای در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در شش تکرار با سه نوع مصرف اسید هیومیک در طی دو سال در شرایط مزرعه صورت پذیرفت و پارامترهای رشدی گیاه و غلظت عناصر در برگ در طی دو سال مورد بررسی قرار گرفت. اسید هیومیک و گذشت مدت زمان یکسال باعث افزایش اکثر پارامترهای رشدی گردید اما گذشت زمان باعث کاهش غلظت عناصر غذایی شد درحالیکه اسید هیومیک و روشهای مصرف آن بر غلظت،معنیدار نبود.

واژه های کلیدی: پسته، اسید هیومیک، پارامترهای رشدی، غلظت عناصر غذایی، مزرعه

مقدمه

یکی از منابع آلی مناسب که بتواند سلامت خاک و تولید پایدار را تضمین نماید، اسید هیومیک است که یک ترکیب پایه از مواد هیومیکی بوده که از دگرگونی زیستی مواد آلی حاصل میشود و تنها یک اسید نیست بلکه یک ترکیب پیچیده از اسیدهای مختلف شامل کربوکسیل و گروه‌های فنلی میباشد. مواد هیومیکی از جمله تنظیم کنندههای طبیعی رشد هستند که رشد گیاه را بطور مستقیم و غیرمستقیم تحریك میکنند و مقاومت به تنشهای محیطی را افزایش میدهند (تقدسی،۱۳۹۱). در بسیاری از مواقع از اسید هیومیک به عنوان بهبود دهنده رشد نام برده شده و موجب بهبود جذب عناصر غذایی میشود. هومات دارای ظرفیت جایگزینی بسیار بالایی بوده و کاتیونها را بر روی خود نگه داشته و آنها را برای جذب گیاه قابل دسترس نگه می دارد. اسید هیومیک یک منبع غنی از کربن و فسفر است که باعث برانگیختن جمعیت میکروبی شده و این نشانه یک خاک سالم است که میتواند تضمین کننده سلامت گیاه نیز باشد. اسید هیومیک در داخل گیاه نیز اثرات سودمندی داشته و قادر است کلروز را در گیاه اصلاح کند، نفوذپذیری غشاء را افزایش دهد، سیستم آنزیمی گیاه را تشدید کند، تقسیم سلولی را سرعت بخشیده و موجب گسترش بیشتر ریشه و در نتیجه کاهش تنش شده و بدنبال آن باعث افزایش زیست توده گیاه شود (Nardi, et. al., ۲۰۰۲). این مواد حلالیت عناصر غذایی را در خاک با ساختن کمپلکس و کلات بین ماده آلی و کاتیونهای فلزی افزایش میدهند (Labartini, et. al., ۱۹۹۷). مواد هیومیکی با اثر مثبت بر رشد گیاه و بهبود جذب عناصر غذایی، اثری فزاینده بر جوانهزنی دانهها، رشد نهالها، شکلگیری و حرکتهای اولیه ریشه، گسترش اندام هوایی و جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف دارند (Nardi, et. al., ۲۰۰۲; Asik, et. al., ۲۰۰۹).

پسته (*Pistacia vera* L) گیاهی نیمه گرمسیری از خانواده Anacardiacae و جنس Pistaciaاست که دارای ویژگیهای بالقوه ای از نظر سازگاری با شرایط نامساعد محیطی میباشد. ایران هم‌اکنون مهم ترین و بزرگ ترین صادرکننده پسته بوده و سطح زیر کشت باغهای پسته ایران بیش از ۳۶۰۰۰۰ هکتار است که ۷۷% آن متعلق به استان کرمان است. در مناطق پستهکاری به علت محدودیت‌های خاک از قبیل شوری و قلیاییت خاک، عدم وجود ساختمان مناسب در اغلب مناطق، بافت نامناسب خاک و طولانی بودن دور آبیاری، استفاده از مواد کمکی مانند اسید هیومیک، میتواند در اصلاح و بهبود وضعیت خاک و افزایش رشد و عملکرد و تولید پایدار، بسیار کمک کننده باشد.

در این پژوهش روشهای مصرف اسید هیومیك (مصرف خاکی و محلول پاشی) بر پارامترهای رشدی و فیزیولوژیکی نهالهای پسته و غلظت عناصر غذایی در برگ، طی دو سال متمادی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در باغ پسته تازه احداث شده متعلق به شرکت ایزدیاران، در روستای ایزدآباد شریف، در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان سیرجان واقع در استان کرمان انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در شش تکرار انجام شد. تیمارهای اسید هیومیک به عنوان بهبود دهنده رشد، شامل بدون مصرف (شاهد)، مصرف خاکی و محلول پاشی در طی دو سال، میباشد. نهال پسته از رقم بادامی سیرجان بوده و در ۳ ردیف ۶ تایی با فاصله روی ردیف ۳ متر و بین ردیف ۷ متر کشت شدند. کاشت نهال‌ها در گودالهای یکسانی صورت گرفت که توسط مته حفاری به عمق ۵۵ سانتیمتر و قطر ۴۰ سانتیمتر حفر گردید و در

داخل هر گودال یک نهال یکساله کاشته شد. آبیاری به صورت قطرهای و تیمار اسید هیومیک (HUMAX)، مطابق با دستور استفاده، در فصل رشد (سه ماه پس از ظهور برگها، در اواخر اردیبهشت) به صورت مصرف خاکی (۱۰ میلیلیتر در لیتر) و محلول پاشی (پنج در هزار)، در دو سال متمادی اعمال گردید. در طی رشد ویژگیهای رشدی و مورفولوژیکی گیاه پسته (ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، قطر ساقه، تعداد شاخههای فرعی، طول شاخههای فرعی، فاصله میانگرهها، میزان کلروفیل (کلرفیل کل، کلروفیل نوع a و b) میزان کارتنوئید و درصد کمبود نسبی آب (میزان تراوش سلولی)، در اوایل مرداد سال اول و دوم اندازهگیری و در همین زمان نمونه برداری از برگ جهت تعیین غلظت عناصر غذایی (پتاسیم به روش شعله سنجی، کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری، فسفر به روش اولسن، نیتروژن به روش کجلدال و عناصر کم مصرف مس، روی، آهن و منگنز توسط دستگاه جذب اتمی) انجام شد.

نتایج بهدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین دادههای آزمایشی با آزمون چند دامنهای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و سپس نمودارها توسط برنامه Excel رسم و نتایج تفسیر شد.

نتایج و بحث

اطلاعات جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) و مقایسه میانگینها (جدول ۲) پارامترهای مورفولوژیکی گیاه نشان میدهد:

اثر هر دو عامل سال و روشهای مصرف اسید هیومیک بر ارتفاع نهال معنیدار بود. بهطوریکه ارتفاع نهال در سال دوم نسبت به سال اول ۶۸/۲۸ درصد افزایش نشان داد. در روشهای مصرف اسید هیومیک، بیشترین ارتفاع نهال در محلول پاشی حاصل شد که نسبت به حالت شاهد ۴۵/۵ درصد بیشتر شده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس پارامترهای مورفولوژیکی گیاه

میانگین مربعات

منبع تغییرات	سال	روش مصرف اسید هیومیک	سال×روش مصرف اسید هیومیک	خطا
درجه ازادی	۱	۲	۲	۲۵
ارتفاع	۰۰۰/۸۲۸۱	۵۲۸/۵۱۳	^{ns}۲۵۰/۲۸۲	۲۰۴/۱۴۲
تعداد برگ	^{ns}۱۱۱/۵۲۱۳۶	۰۲۸/۱۹۷۰۷۶	^{ns}۶۹۴/۶۰۰۲	۶۰۴/۱۲۶۷۹
تعداد شاخه فرعی	۳۶۱/۲۸۳	۳۳۳/۲۸۹	۴۴۴/۲۰۸	۴۵۰/۱۲
طول شاخه فرعی	۷۶۴/۹۵۴۰	۹۲۰/۳۴۵	۵۴۵/۲۱۰	۳۹۶/۵۲
قطر ساقه	۳۴۱/۲	^{ns}۱۱۲/۰	۲۳۷/۱	۱۸۹/۰
سطح برگ	۲۵۰/۴۲۰	۳۸۲/۸۸	^{ns}۰۲۱/۲۵	۷۰۳/۲۲
فاصله میانگره ها	۶۰۰/۶۱۸	۵۸۵/۹۱	^{ns}۳۷۵/۱۶	۵۷۱/۲۳
کلروفیل کل	۸۲۴/۲۳۰۸۶۵	^{ns}۴۷۲/۷۵۵۱	^{ns}۱۱۴/۳۱۹۸۳	۹۴۲/۱۷۷۹۰
کلروفیل نوع a	۳۴۹/۸۸۳۰۵	^{ns}۰۵۳/۱۰۳۸۲	^{ns}۸۶۲/۱۹۵۶۷	۸۹۶/۶۸۸۰
کلروفیل نوع b	^{ns}۰۹۹/۱۰۲۸۷	^{ns}۳۳۷/۱۱۸۷	^{ns}۵۸۴/۷۳۰	۷۶۴/۳۲۲۴
کارتنوئید	۴۲۳/۱۲۸۹۰	^{ns}۶۴۳/۱۶۹	^{ns}۶۵۸/۱۶۶	۲۸۷/۲۷۵
درصد کمبود آب	۰۰۲/۲۲۶۵۱	^{ns}۶۶۴/۴۱۹	۶۰۶/۸۳۰	۸۵۲/۱۸۲

ns از لحاظ آماری معنیدار نمی باشد.

جدول۲- تاثیر روش مصرفاسید هیومیک بر میانگین برخی از پارامترهای مورفولوژیک

	ارتفاع	تعداد برگ	تعدادشاخه فرعی	طول شاخه فرعی	سطح برگ	فاصله میانگره
شاهد	^{ab}۹/۱۲۰	^{b}۸/۲۴۳	^{b}۵۸/۱۰	^{a}۸۰/۳۸	^{a}۰۰/۲۸	^{b}۹۴/۱۰
مصرف خاکی	^{b}۴/۱۱۴	^{b}۶/۱۷۰	^{b}۲۵/۱۰	^{b}۱۷/۲۹	^{b}۱۷/۲۹	^{a}۹۱/۱۵
محلول پاشی	^{a}۵/۱۲۷	^{a}۹/۴۱۹	^{a}۹۲/۱۸	^{b}۸۸/۲۹	^{b}۸۸/۲۹	^{b}۳۴/۱۱
LSD	۰۳/۱۰	۶۸/۹۴	۹۶۷/۲	۰۸۶/۶	۰۰۶/۱	۰۸۲/۴

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون دانکن تفاوت معنی داری درسطح ۵ درصد ندارند

تعداد برگ در دو سال متوالی اختلاف معنیداری با هم نداشتند و تنها روشهای مصرف اسید هیومیک معنی دار است بهطوریکه بیشترین تعداد برگ در روش محلول پاشی، با افزایش ۲۰/۷۲ درصد نسبت به شاهد بدست آمد. با گذشت یک سال تعداد شاخه های فرعی نهال به میزان ۹۵/۳۴ درصد کاهش یافت. ولی از دیگر سو، محلول پاشی اسید هیومیک باعث افزایش ۸۲/۷۸ درصدی تعداد شاخه های فرعی نسبت به شاهد گردید. اثر متقابل روشهای مصرف اسید هیومیک و سال نیز معنی دار است، بهطوریکه بیشترین میانگین مربوط به سال اول و تیمار محلول پاشی اسید هیومیک میباشد که ۳۵/۹۱ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان داده است. بر خلاف تعداد شاخه فرعی، طول شاخه های فرعی با گذشت زمان یک سال، افزایش بشدت چشمگیری به اندازه ۲۸/۱۹۹ درصد داشت و بر خلاف تعداد شاخهها، بیشترین میانگین طول شاخههای فرعی در تیمار صفر اسید هیومیک (شاهد) صورت گرفت. در واقع مصرف اسید هیومیک در هر دو حالت مصرف خاکی و محلول پاشی باعث کاهش معنی دار طول شاخههای

فرعی گردید. گذشت زمان باعث افزایش معنیدار ۷۵/۲۱ درصدی قطر ساقه گردید، درحالیکه در نوع روش مصرف اسید هیومیک اینگونه نبود. به هر حال، دو تیمار اثر متقابل معنیداری داشتند و بیشترین قطر ساقه در تیمار سال دوم به همراه محلول پاشی بدست آمد که ۷۶/۴۲ درصد نسبت به شاهد قطورتر است. در طی دو سال آزمایش سطح برگ به میزان ۰۶/۲۵ درصد افزایش یافت. از دیگر سو بیشترین میزان سطح برگ از مصرف خاکی اسید هیومیک حاصل شد که نسبت به شاهد ۳۹/۱۹ درصد افزایش نشان داد. عامل زمان و روشهای مصرف اسید هیومیک بر فاصله میانگرهها اثر معنیداری داشت. بهطوریکه گذشت زمان یک سال باعث افزایش ۵۸/۹۶ درصدی آنها شد و بیشترین فاصله میانگرهها در مصرف خاکی اسید هیومیک بدست آمد که ۴۲/۴۵ درصد نسبت به شاهد بیشتر است.

اسید هیومیک به عنوان یک بهبود دهنده رشد و بهبود دهنده وضعیت هورمونی و همچنین افزایش کارایی جذب آب، اثری فزاینده بر جوانهزنی دانهها، رشد نهالها، شکلگیری و حرکتهای اولیه ریشه، گسترش اندام هوایی و جذب عناصر خواهد داشت.(Nardi, et. al., ۲۰۰۲; Eyheraguibel, et. al., ۲۰۰۸; Asik, et. al., ۲۰۰۹)

با گذشت زمان، در سال دوم میزان کلروفیل کل و کلروفیل نوع a، نسبت به سال اول به ترتیب ۴۰/۴۰ و ۳۴/۴۰ درصد کاهش نشان داد. هرچندکه عامل زمان در میزان کلروفیل b بیتاثیر بود ولی بهطور بسیار محسوسی باعث افزایش ۵۵/۶۰۸ درصدی کارتنوئید بعد از یك سال گردید. روشهای مصرف اسید هیومیك بر میزان انواع کلروفیلها و کارتنوئید اثر معنیداری نداشت. محققان نشان دادند که اسید هیومیك اثرات تنش گیاهان کاهش داده و سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال مواد فتوسنتزی میشود و در نتیجه باعث افزایش میزان کلروفیل a و b میشود (دولت آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). در این پژوهش اسید هیومیک اثر معنیداری بر غلظت انواع کلروفیل نداشت که میتواند به علت کم بودن غلظت اسید هیومیک مصرفی در شرایط مزرعه باشد. گذشت زمان یکسال باعث افزایش ۲۵/۱۷۳ درصدی میزان تراوش سلولی گردید. هرچند که روشهای مصرف اسید هیومیك بر این پارامتر معنیدار نبود اما اثر توامان دو فاکتور باعث افزایش معنیدار میزان تراوش سلولی گردید بررسی کارایی مصرف اسید هیومیک بر تراوایی غشای سلولی و در نتیجه نشت الکترولیتها نشان میدهد که اسید هیومیک میتواند تاثیر معنیداری بر پایداری غشای سلولی داشته باشد (نظری و اله ویردی زاده، ۱۳۹۳).

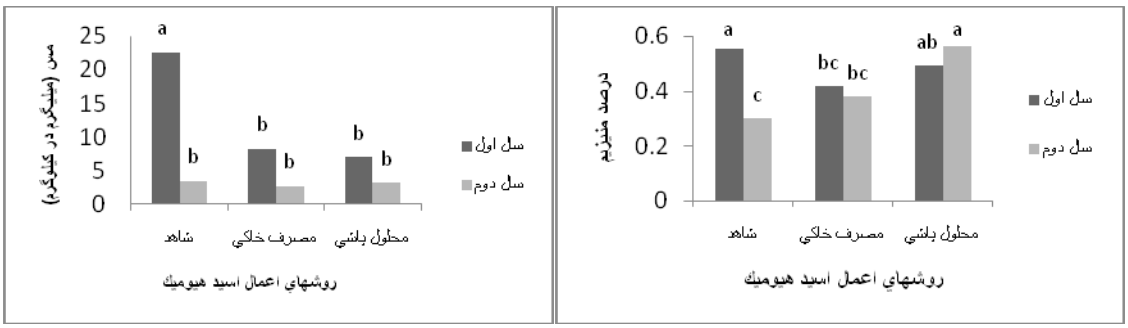
آنالیز واریانس غلظت عناصر موجود در برگ (جدول ۳) نشان میدهد که: غلظت سه عنصر پتاسیم، کلسیم و نیتروژن در برگ نهالهای پسته با گذشت زمان یکسال، به ترتیب به میزان ۵۸/۴۹ و ۱۱/۲۴ و ۴۰/۱۶ درصد کاهش یافت، درحالیکه مصرف اسید هیومیک چه به صورت مصرف خاکی و چه به صورت محلول پاشی بر غلظت این عناصر تاثیر معنیداری نداشت.

جدول ۳- تجزیه واریانس عناصر غذایی موجود در برگ

		میانگین مربعات		
منبع تغییرات	سال	روش مصرف اسید هیومیک	سال×روش مصرف اسید هیومیک	خطا
درجه ازادی	۱	۲	۲	۲۵
پتاسیم	۱۹۸/۶	۰۲۲/۰ ns	۱۳۱/۰ ns	۱۸۶/۰
کلسیم	۸۴۱/۰	۰۱۰/۰ ns	۱۰۳/۰ ns	۰۳۵/۰
منیزیم	۰۴۹/۰	۰۵۴/۰	۰۸۳/۰	۰۱۱/۰
فسفر	۰۰۱/۰ ns	۰۰۱/۰ ns	۰۰۱/۰	۰۰۰/۰
نیتروژن	۳۶۷/۱	۱۰۳/۰	۱۰۱/۰	۰۸۰/۰
روی	۱۳۴/۹۲۲	۷۱۱/۳۰ ns	۷۹۶/۳۵ ns	۰۷۹/۱۶
آهن	۷۷۸/۱۰۰۲	۲۳۹/۱۹ ns	۷۶۳/۷ ns	۰۵۸/۱۱۳
منگنز	۵۸۰/۲۱۶	۲۶۷/۹۳	۳۲۷/۲۰ ns	۸۵۷/۲۴
مس	۰۳۳/۸۰۷	۵۸۶/۲۴۲	۵۰۹/۲۱۱	۱۳۴/۶۰

ns دار نمی باشداز لحاظ آماری معنی

گذشت مدت زمان یک سال باعث کاهش ۱۹/۱۵ درصدی منیزیم در برگ نهالهای پسته شد، در حالیکه محلول پاشی اسید هیومیک بصورت معنیداری باعث افزایش غلظت منیزیم به مقدار ۰۴/۲۳ درصد نسبت به شاهد گردید (شکل ۱). اثر متقابل گذشت زمان و اسید هیومیک باعث تغییر چندانی در غلظت فسفر نگردید. غلظت عناصر کم مصرف روی، آهن، منگنز و مس برگ باگذشت زمانیکسال به ترتیب ۸۴/۸۳، ۴۴/۱۴، ۹۹/۱۸ و ۲۲/۷۵ درصد کاهش نشان داد. هرچند که مصرف اسید هیومیک بر غلظت روی و آهن برگ بیتاثیر بود ولی نوع تیمار اسید هیومیک بر غلظت منگنز برگ تاثیر داشت و باعث کاهش ۸۸/۲۰ درصدی منگنز در مصرف خاکی اسید هیومیک نسبت به شاهد گردید.درحالیکه بین شاهد و محلول پاشی و مصرف خاکی و محلول پاشی اختلاف معنیداری مشاهده نشد. در مورد غلظت مس برگها، هرچند بین تیمار مصرف خاکی و محلول پاشی اسید هیومیک اختلاف معنیداری وجود ندارد ولی هردو این‌ها نسبت به شاهد کاهش معنیداری به میزان ۲۶/۵۸ و ۰۵/۶۱ درصد را نشان دادند. اثر متقابل زمان و روشهای مصرف اسید هیومیک هم بر غلظت مس موثر است و همه تیمارها کاهش معنی داری نسبت به شاهد نشان دادند هرچند که بین خود آنها اختلاف معنیداری مشاهده نشد(شکل ۲).



شکل۱.روش‌های اعمال اسید هیومیک بر غلظت منیزیم برگشکل ۲.روش‌های اعمال اسید هیومیک بر غلظت مس برگ

اثر مستقیم اسید هیومیک به عنوان یك ترکیب شبه هورمونی (Cacoo, et. al.,۱۹۸۴) و اثر غیر مستقیم به صورت افزایش جذب عناصر غذایی از راه ویژگی کلات کنندگی و احیاکنندگی و حفظ نفوذپذیری غشاء (Chen & Aviad, ۱۹۹۰) برمیگردد. مطالعات متعددی افزایش رشد در گیاهان را به همراه افزایش در جذب عناصر غذایی توسط گیاهان نشان دادهاند. این مطالعات نشان میدهند که مواد هیومیکی از طریق اثرات بیوشیمیایی و شبه هورمونی که دارند عامل افزایش جذب عناصر کم مصرف توسط گیاهان میشوند.(Dursun, et. al., ۲۰۰۲) کاهش غلظت عناصر موجود در برگ، در این مطالعه، پس از گذشت یکسال، ممکن است یا به علت افزایش رشد و اثر رقت باشد و یا اینکه در شرایط مزرعه، غلظت مصرفی اسید هیومیک قابل توجه نبوده است. همچنین احتمال دارد به علت آهکی بودن خاک این مناطق، کلسیم طبیعی موجود در خاک با اسید هیومیک کمپلکس تشکیل داده و باعث رسوب آن گردیده و از کارایی اثر آن بر ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی کاسته باشد (pilalari and Kaplan, ۲۰۰۳).

منابع

تقدسی،م. ۱۳۹۱. تنش قطع آبیاری و محلول پاشی با اسید هیومیک و عصاره جلبک بر میزان آنزیم‌های آنتی اکسیدان و پرولین در سورگوم علوفهای. تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی.سال چهارم. شماره چهارم. صفحههای ۱ تا ۱۲.

دولت آبادی، ا.، مسعودسینکی، ج.، عباسپور، ح. و عبادی، ع. ۱۳۹۳. تاثیر کود دامی و محلول پاشی اسیدهیومیک بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گندم. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی.سال ششم.شماره هفدهم. صفحه‌های ۲۸ تا ۳۷.

نظری، م. ج. و اله ویردی زاده، ن. ۱۳۹۳.بهبود خصوصیات رشدی و نموی، عملکرد و کیفیت پس از برداشت گل همیشه بهار تحت تاثیر محلول پاشی اسید هیومیک. نشریه علوم باغبانی، جلد ۲۸، شماره ۲.صفحه‌های ۲۶۰ تا ۲۶۸.

Asik, B., Turan, M. A., Celik, H., and Katkat, A. V. ۲۰۰۹. Effect of humic substances to dry weigth and mineral nutrients uptake of wheat on saline soil conditions. Asian Journal of Crop Science, ۱(۲): ۸۷-۹۵.

Cacco, G., and Dell'Agnolla, G. ۱۹۸۴. Plant growth regulator activity of soluble humic substances Canadian Journal of Soil Science, ۶۴: ۲۵-۲۸.

Chen, Y. and Aviad, T. ۱۹۹۰. Effects of humic substances on plant growth. In P. MacCarthy et al. (ed). Humic substances in substances in soil and crop science: Selected readings. P. ۱۶۱- ۱۸۶.SSSA and ASA, Madison, WI. ۳۷: ۳۴۳-۳۵۰.

Dursun, A., Guvenc, I. and Turan, M. ۲۰۰۲. Effect of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. ACTA Agrobotanica, ۵۶: ۸۱-۸۸.

Eyheraguibel, B., Silvestre, J. and Morard, P. ۲۰۰۸. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. Bioresource Technology, ۹۹: ۴۲۰۶-۴۲۱۲.

Lobartini, J. C., Tan, K. H. andPape, C. ۱۹۹۴. The nature of humic acid-apatite interaction products and their availability to plant growth. Soil. Sci. Plant Anal., ۲۵ (۱۳-۱۴): ۲۳۵۵-۲۳۶۹.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. ۲۰۰۲.Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, ۳۴: ۱۵۲۷-۱۵۳۶.

Pilanali, N., and Kaplan, M. ۲۰۰۳. Investigation of effects on nutrient uptake of humic acid applications of different forms to strawberry plant. Journal of Plant Nutrition, ۲۶: ۸۳۵-۸۴۳.

Abstract

Pistachio important economic production and adapt to natural conditions is recommended for many arid lands in Iran.Today the use of irregular chemical fertilizers to produce more yield, lead to soil, water and environment pollution. Therefore, due to the positive effect of humic acid organic matter in agriculture with the aim of reducing the use of chemical fertilizers and goals of sustainable agriculture and the importance of increasing the production of healthy pistachio, a study in a randomized complete block design with six replications in three humic acid methods, during the two years was carried out in field conditions and morphological parameters of the plant and leaf nutrient concentrations were studied over two years. Most of the morphological parameters were increased over the period of one year and humic acid consumption, but over the year, leaf nutrient concentrations were decreased, though humic acid methods were not significant.

ارزیابی آلودگی خاک‌های اطراف کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک به فلز سنگین سرب

هانیه صابری [۱]، پریسا علمداری [۲]، احمد گلچین [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ۲- استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ۳- استاد گروه خاک‌شناسی، استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده
با افزایش تعداد کارخانجات، آلودگی خاک رو به گسترش و یکی از مشکلات زیست محیطی قرن حاضر به حساب می‌آید. هدف این پژوهش، بررسی شدت آلودگی خاک به فلز سنگین سرب در اطراف کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک بود. برای این منظور ده نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری و در دو جهت شمال شرقی و شمال غربی تا شعاع ۵ کیلومتری از کارخانه برداشته شد. جهت اندازه‌گیری شدت آلودگی خاک به فلز سرب غلظت‌های کل در نمونه‌های خاک تهیه شده و پس از عصاره‌گیری با اسید توسط دستگاه ICP[۱۴۲] تعیین گردید. نتایج نشان داد که شدت آلودگی خاک به فلز سنگین سرب در جهت شمال غربی کارخانه بیشتر از جهت شمال شرقی و مقدار آن برابر با ۰۳۷۵/۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک اندازه‌گیری گردید. بر اساس شاخص ضریب آلودگی، شدت آلودگی خاک‌های منطقه در جهت شمال شرقی به فلز سنگین سرب، در حد متوسط بود.

واژگان کلیدی : فلز سنگین، فاکتور غنی‌شدگی، ضریب آلودگی

مقدمه
نهشته باطله‌های معدنی غنی از فلز و کارخانه‌های ذوب فلزات، بیشترین فعالیت‌های انسانی هستند که می‌توانند سیستم خاك را با مقادیر زیادی فلزات سمی آلوده کنند (Wang et al., ۲۰۰۹). آلاینده‌ها باعث اختلال در وظایف اجزای محیط زیست می‌شوند و از میان آن‌ها فلزات سنگین خاک به دلیل غیر قابل تجزیه بودن و داشتن توانایی تجمع برای مدت طولانی از اهمیت زیادی برخوردارند (Wu and zhang, ۲۰۱۰). سرب عنصری است که تشابه خواص آن با کلسیم می‌تواند باعث آسیب رساندن به مغز استخوان، بافت های عصبی، مغز و کلیه‌ها می‌شود (Faiz et al., ۲۰۰۹). مسلم‌پور و همکاران (۱۳۹۱) آلودگی خاک به فلزات سنگین را در اطراف کارخانه سیمان خاش در جنوب شرقی ایران بررسی کردند و مشاهده نمودند که منطقه مورد مطالعه نسبت به ۸۰ درصد فلزات سمی مورد مطالعه غیر آلوده بود و فقط نسبت به بیست درصد از فلزات سمی آلودگی متوسطی داشت. خاک‌های مورد مطالعه نسبت به عناصر آرسنیک، کبالت، مس، کروم، منگنز، مولیبدن، سرب و روی غیر آلوده نبود و نسبت به عناصرنیکل و کادمیوم آلودگی متوسطی داشت. تاکنون مطالعه جامعی درخصوص میزان آلودگی منابع خاک در اطراف کارخانه آلومینیوم‌سازی شهر اراک انجام نشده است و هدف این پژوهش ارزیابی مقدار فلز سنگین سرب در خاک اطراف این کارخانه است.

مواد و روش‌ها
شرکت آلومینیوم ایران (ایرالکو)، به عنوان اولین تولید کننده شمش‌های آلومینیومی و بزرگ‌ترین تولید کننده آلومینیوم کشور در زمینی به مساحت ۲۳۲ هکتار و در کیلومتر ۵ جاده اراک-تهران و به مختصات ۳۴ درجه و ۴دقیقه شمالی و ۴۹درجه و ۴۶ دقیقه شرقی واقع شده است. در این پژوهش در مجموع ده نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری تهیه شد. نمونه برداری از مرکز کارخانه تا شعاع ۵ کیلومتر و در دو جهت شمال شرقی و شمال غربی و در شبکه‌های ۱km*۱km صورت گرفت. در هر شبکه ۱۰ نمونه فرعی خاک جمع‌آوری و با هم مخلوط گردید تا یک نمونه مرکب حاصل گردد. برای بررسی شاخص‌های آلودگی خاک دو نمونه با سه تکرار از عمق دو متری و به فواصل مختلف از کارخانه جمع آوری گردید و به‌عنوان نمونه مرجع مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌های خاک جهت اندازه گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پس از هوا خشک شدن ابتدا کوبیده و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و تا زمان تجزیه درون ظروف پلاستیکی نگه داری شدند. بافت خاک به روش هیدرومتری(Klute, ۱۹۸۶)، pH خاک توسط دستگاه pH متر در گل اشباع (Klute, ۱۹۸۶)، کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (Walkley and Black, ۱۹۳۴) تعیین گردید (جدول ۱). برای اندازه‌گیری مقدار کل عناصر سنگین از روش هضم تر با اسید نیتریک و اسید کلریدریک استفاده شد. (Carter, ۱۹۹۳).

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های خاک مورد استفاده در آزمایش

[۱۴۲] ICP-OES Spectrogenesis

جهت نمونه برداری		فاصله از کارخانه (کیلومتر) ۱	۲	۳	۴	۵
				pH		
شمال غربی	۶۵/۷	۸۸/۷	۸۷/۷	۷۰/۷		۸۵/۷
شمال شرقی	۶۵/۷	۷۹/۷	۸۰/۷	۸۸/۷		۹/۷
				$CaCO_3$٪		
شمال غربی	۷۷/۱۸	۳۷/۱۵	۳۷/۱۶	۱۸/۱۶		۴۳/۲۰
شمال شرقی	۷۷/۱۸	۲۲/۱۷	۲۸/۲۰	۴۳/۲۳		۸۸/۲۶
			OC		٪	
شمال غربی	۰۸/۱	۰۹/۱	۱۸/۱	۳۱/۱		۱۹/۱
شمال شرقی	۰۸/۱	۲۳/۱	۱۷/۱	۲۲/۱		۲۳/۱
						بافت
شمال غربی	Loam	Loam	Clay Loam	Clay Loam		Clay Loam
شمال شرقی	Loam	Clay Loam	Clay Loam	Clay Loam		Clay Loam

ضریب آلودگی

جهت تعیین آلایندگی خاک به عناصر سنگین از شاخص ضریب آلودگی استفاده می‌شود. بر اساس این فاکتور می‌توان مقدار عناصر را به مقدار غلظت زمینه خود سنجید و میزان آلودگی خاک را تعیین کرد. ضریب آلودگی از معادله ۱ محاسبه می‌شود (Hakanson, ۱۹۸۰).

$$C_f^i = C_n^i / C_{0-1}^i \qquad (۱)$$

در این فرمول C_f^i ضریب آلودگی، C_n^i و C_{0-1}^i به ترتیب غلظت فلز در نمونه مورد بررسی و نمونه مرجع (غلظت زمینه) می‌باشد.

ضریب آلودگی به چهارکلاس تقسیم می‌شود که شامل :

ضریب آلودگی پایین (۱> C_f^i)، ضریب آلودگی قابل توجه (۳> C_f^i ۱)، ضریب آلودگی بالا (۶> C_f^i ۳) و ضریب آلودگی خیلی بالا (C_f^i ۶) می‌باشد.

فاکتور غنی شدگی(EF)

فاکتور غنی شدگی یک راهکار برای برآورد شدت آلودگی از خاک به فلزات سنگین است که برای فلزاتی که غلظت آن‌ها بالاتر از سطح غلظت زمینه است محاسبه می شود (Huu et al., ۲۰۱۰). فاکتور غنی شدگی برای فلزات سنگین در خاک‌ها از معادله ۲ محاسبه می‌شود (Madrid et al., ۲۰۰۸) :

$$EF = \left(Me/Fe\right)_{sample} / \left(Me/Fe\right)_{background} \qquad (۲)$$

در این معادله (EF) فاکتور غنی شدگی، $\left(Me/Fe\right)_{sample}$ نسبت غلظت فلز به غلظت آهن در نمونه مورد بررسی، $\left(Me/Fe\right)_{background}$ نسبت غلظت فلز به غلظت آهن در نمونه مرجع یا غلظت زمینه خاک است.

پنج کلاس الودگی بر اساس فاکتور غنی شدگی وجود دارد که به شرح زیر است (Sutherland, ۲۰۰۰) :
غنی شدگی کم (EF<۲)، غنی شدگی متوسط (۵> EF۲)، غنی شدگی زیاد (۲۰>۵ EF)، غنی شدگی خیلی زیاد (۴۰> EF۲۰)و غنی شدگی بینهایت شدید (EF۴۰<) .

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه‌های فیزیک و شیمیایی نمونه‌های خاک (جدول ۱) نشان دادند که بافت خاک مناطق نمونه‌برداری عمدتا لوم رسی، PH آنها بین ۶۵/۷ تا ۹/۷ ،میزان کربنات کلسیم بین ۳۷/۱۵ تا ۸۸/۲۶ و میزان کربن آلی نمونه‌ها بین ۰۸/۱ تا ۳۱/۱ متغیر بود.

اثر ساده و متقابل جهت و فاصله نمونه‌برداری بر غلظت کل سرب خاک در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین غلظت کل سرب در جهت شمال غربی اندازه‌گیری شد که حدود ۲۰٪ نسبت به جهت شمال شرقی افزایش داشت (جدول ۲). با افزایش فاصله از کارخانه میانگین غلظت کل سرب از روند خاصی پیروی نکرد ولی در شعاع ۳ کیلومتری حداکثر و بیشترین میانگین غلظت کل سرب در برابر با ۳۷۵/۶۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (جدول ۲). کمترین میانگین غلظت سرب نیز در فاصله ۵ کیلومتری دیده شد. گودرزی و همکاران (۲۰۰۳) نیز در بررسی آلودگی خاک به سرب و روی پیرامون کارخانه سرب و روی در کانادا گزارش کردند که با افزایش فاصله از کارخانه از تاثیر دود کش‌ها کاسته شد به طوری که دودکش‌ها در فاصله ۸/۱ کیلومتری بیشترین سهم را در آلودگی خاک داشتند که با افزایش فاصله تا حدود ۱۱ کیلومتری از تاثیر آلودگی دودکش‌ها کاسته شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر ساده و متقابل فاصله و جهت نمونه‌برداری بر غلظت کل سرب خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

جهت	فاصله (کیلومتر)					میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
شمال غربی	d ۴۳۸/۶۵	e ۶۲۵/۶۱	b ۲۵۰/۸۲	b ۷۵	c ۸۷۵/۷۰	A ۰۳۷۵/۷۱
شمال شرقی	d ۴۳۸/۶۵	ef ۰۶۳/۵۹	gf ۵۰۰/۵۶	g ۶۲۵/۵۵	gf ۷۵۰/۵۷	B ۸۷۵۰/ ۵۸
میانگین	B ۴۳۸/۶۵	C ۳۴۴/۶۰	A ۳۷۵/۶۹	B ۳۱۳/۶۵	B ۳۱۳/۶۴	

تاثیر جهت بر میانگین شاخص ضریب آلودگی سرب در سطح یک درصد معنی‌دار بود که مقدار آن در جهت شمال غربی حدود ۱۰ درصد نسبت به شمال شرقی بیشتر بود و برای هر دو جهت در کلاس آلودگی قابل توجه قرار داشت. تاثیر فاصله بر میانگین شاخص ضریب آلودگی سرب معنی‌دار نبود. اثر متقابل جهت و فاصله بر شاخص ضریب آلودگی سرب در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. با افزایش فاصله از کارخانه شاخص ضریب آلودگی سرب در جهت شمال شرقی تا شعاع ۴ کیلومتری دارای روند نزولی و در جهت شمال غربی حداکثر مقدار آن در شعاع ۳ کیلومتری گزارش شد که برابر با ۶۷۴۱/۲ بود و برای تمام نقاط در کلاس آلودگی قابل توجه طبقه‌بندی شد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر ساده و متقابل فاصله و جهت نمونه‌برداری بر شاخص ضریب آلودگی فلزسرب در خاک

جهت	فاصله(کیلومتر)					میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
شمال غربی	bcd ۱۲۷۵/۲	bcd ۰۰۳۶/۲	a ۶۷۴۱/۲	ab ۴۳۸۴/۲	abc ۳۰۴۳/۲	A ۳۰۹۵۹/۲
شمال شرقی	bcd ۱۲۷۵/۲	cd ۹۲۰۳/۱	d ۸۳۶۹/۱	d ۸۰۸۵/۱	cd ۸۷۷۶/۱	B ۹۱۴۱۶/۱
میانگین	A ۱۲۷۵/۲	A ۹۶۱۹/۱	A ۲۵۵۵/۲	A ۱۲۳۵/۲	A ۰۹۰۹/۲	

اثر جهت بر میانگین فاکتور غنی‌شدگی سرب در سطح یک درصد معنی‌دار بود و مقدار آن در جهت شمال غربی بیشتر از شمال شرقی و به ترتیب برابر با ۹۲۹۶۵/۰ و ۷۲۰۱۷/۰ اندازه‌گیری شد که برای هردو جهت کلاس فاکتور غنی شدگی سرب در کلاس غنی‌شدگی کم قرار داشت. اثر متقابل جهت و فاصله بر فاکتور غنی-شدگی سرب در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار و در هر دو جهت دارای روند خاصی نبود. اثر فاصله نیز برمیانگین فاکتور غنی‌شدگی منگنز معنی‌دار نبود. میانگین فاکتور غنی‌شدگی سرب در دو جهت و تمام فواصل در کلاس غنی‌شدگی کم قرار داشت (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر ساده و متقابل فاصله و جهت نمونه‌برداری بر فاکتور غنی‌شدگی فلز سرب در خاک

جهت	فاصله(کیلومتر) ۱	۲	۳	۴	۵	میانگین
شمال غربی	a ۸۹۷۷۷/۰	a ۹۰۵۷۳/۰	a ۹۳۹۷۵/۰	a ۹۶۹۶۳/۰	a ۹۳۵۳۵/۰	A ۹۲۹۶۵/۰
شمال شرقی	a ۸۹۷۷۷/۰	b ۶۴۹۰۴/۰	b ۶۴۹۸۸/۰	b ۶۶۷۸۳/۰	b ۷۳۶۳۱/۰	B ۷۲۰۱۷/۰
میانگین	A ۸۹۷۷۷/۰	B ۷۷۷۳۹/۰	B ۷۹۴۸۲/۰	AB ۸۱۸۷۳/۰	AB ۸۳۵۸۳/۰	

نتیجه‌گیری

غلظت فلز سرب در جهت شمال غربی بیشتر از جهت شمال شرقی و در فاصله ۳ کیلومتری حداکثر بود. شاخص درجه آلودگی عناصر فلزی در کلاس آلودگی متوسط قرار داشت. میانگین شاخص‌های ضریب آلودگی و ژئوانباشت آلومینیوم تا شعاع ۳ کیلومتری از کارخانه به ترتیب در کلاس‌های آلودگی بالا و متوسط و در شعاع ۳ تا ۵ کیلومتری نمونه‌برداری در کلاس آلودگی قابل توجه و غیر آلوده تا آلودگی متوسط قرار داشتند. میانگین شاخص ضریب آلودگی آهن تا شعاع ۳کیلومتری از کارخانه در کلاس آلودگی بالا و در شعاع ۳ تا ۵ کیلومتری در کلاس آلودگی قابل توجه قرار گرفت. میانگین شاخص‌های ضریب آلودگی سرب برای تمام نقاط در کلاس A غیرآلوده تا آلودگی متوسط گزارش گردید. میانگین فاکتور غنی شدگی سرب برای تمام نقاط در کلاس غنی‌شدگی کم قرار داشت.

منابع

مسلم‌پور، م. ا.، شهدادی، س. و نعیمی، ر. ۱۳۹۱. ارزیابی آلودگی فلزات سمی در اطراف کارخانه سیمان خاش جنوب شرق ایران. اولین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط زیست، همدان- دانشگاه شهید مفتح.

Carter M.R. (ED). ۱۹۹۳. Soil sampling and method of analysis. Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers.

Faiz Y., Tufail M., Javed M.T. and Chaudhry M.M. ۲۰۰۹. Road dust pollution of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn along Islamabad Expressway, Pakistan. Microchemical Journal, ۹۲: ۱۸۶-۱۹۲.

Goodarzi F.,Sanei H. Labonte L. and Duncan W.F. ۲۰۰۳. Deposition of trace element in the trail region, British, Columbia. An Assessment of the environmental effect of a base metal smelter on land. Geological Survey of Canada Bulletin ۵۷۳.

Hakanson L. ۱۹۸۰. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. Water Research. ۱۴: ۹۷۵-۱۰۰۱.

Huu H.H., Rudy S. and Damme A.V. ۲۰۱۰. Distribution and contamination status of heavy metals in estuarine sediments near Cau Ong harbor, Ha Long Bay, Vietnam. Geol Belgica, ۱۳: ۳۷-۴۷.

Klute A. ۱۹۸۶. Methods of soil analysis. Part ۱. Physical and mineralogical methods, (۲ nd ed), Soil Science Society of American., Madison, Wisconsin, USA, PP: ۱۱۸۹.

Madrid F., Diaz-Barrientos E. and Madrid L. ۲۰۰۸. Availability and bio-accessibility of metals in the clay fraction of urban soils of Sevilla.Environmental Pollution, ۱۵۶: ۶۰۵-۶۱۰.

Sutherland R.A. ۲۰۰۰. Bed sediment-associated trace metals in an urban stream, Oahu, Hawaii. Environmental Geology, ۳۹: ۶۱۱-۶۲۷.

Walkley A. and Black I.A. ۱۹۳۴. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science, ۳۷: ۲۹-۳۸.

Wang J, Zhang C.B, Jin Z.X. ۲۰۰۹. The distribution and phytoavailability of heavy metal fraction in rhizosphere soils of paulowniu fortune (seem) Hems near a Pb/Zn smelter in Guangdong, PR China. Geoderma. V. ۱۴۸. P. ۲۹۹-۳۰۶.

Wu C. and Zhang L. ۲۰۱۰. Heavy metal concentrations and their possible sources in paddy soils of a modern agricultural zone, southeastern China.Environmental Earth Sciences, ۶۰: ۴۵-۵۶.

Abstract

With increase in the number of factories, soil contamination is becoming an environmental problem in recent century. The aims of this study was to evaluate heavy metal contamination of lead status of soils around Aluminum smelting factory of this city. For This purpose, ten composite samples were taken from the surface layers (۰-۱۵) of soils located in north-west and north-east directions of the factory with a distance interval of ۱ km and up to a distance of ۵ km from the factory. Total concentration of heavy metal lead was extracted from the soil samples by acid respectively and determined using ICP device. The results showed that the pollution intensities of soils by lead was higher in north west direction compared to north- east direction and the total concentration of this element was ۷۱.۰۴ mg/kg soil respectively. According to the contamination coefficients calculated for the soil samples, the pollution intensity of the soils, in the north-west direction was moderate for lead.

بررسی جذب کادمیوم از محلول‌های آبی توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده

بتول ذاکری [۱]، اعظم جعفری [۲]، سمیه بختیاری [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان ۲- استادیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۳- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سیرجان

چکیده
حذف ترکیبات سمی از محیط زیست بسیار مهم است. فرآیند جذب سطحی به عنوان یک روش موثر وکارا برای حذف فلزات سنگین از پساب ها در نظر گرفته شده است. کارآیی این روش بستگی به انتخاب جاذب مناسب دارد. در این مطالعه، مدل سازی ایزوترم های جذب یون های کادمیوم از محلول های آبی بررسی شده است. نمونه‌های اصلاح شده با سود یک نرمال و دو نرمال سرباره ذغال سنگ حاصل از معدن ذغال سنگ شهرستان زرند استان کرمان به‌عنوان جاذب در نظر گرفته شد. از محلول فلزی کادمیوم با غلظت های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر به‌عنوان عنصر جذب شونده استفاده گردید. نتایج نشان داد داده های آزمایش ازهر دو مدل لانگ‌مویر و فروندلیچ تبعیت می‌کنند. با افزایش غلظت کادمیوم راندمان جذب کاهش و ظرفیت جذب افزایش یافته است. بنابراین این جاذب می‌تواند به‌عنوان جاذبی مناسب جهت حذف کادمیوم از محلول‌های آبی مورد استفاده قرار گیرد.
کلمات کلیدی: جذب سطحی، کادمیوم، سرباره ذغال سنگ

مقدمه
رشد روز افزون بشر، صنایع تولیدی،ماشینی شدن و استفاده از سموم وکودها به منظور بالا بردن سطح زیر کشت محصولات منجر به افزایش آلودگی‌های محیط زیست و منابع طبیعی از جمله آب‌ها شده است.این آلودگی‌ها شامل فلزات سنگین و سمی حاصل از پساب کارخانه‌ها و صنایع تولیدی می‌باشند که اثرات خطرناکی در بدن موجودات زنده به جای می‌گذارند.فلزات سنگین از جمله رایج‌ترین آلاینده‌هایی هستند که در پساب فاضلاب های صنعتی دیده می شوند. این فلزات نسبت به تجزیه مقاوم اند از این جهت نیاز به روش هایی برای حذف ویا جداسازی آن‌ها از محلول آبی است. یکی از این فلزات کادمیوم است که از طریق فاضلاب صنایع وارد منابع آب شده‌و باعث آسیب های کبدی، ریوی، عصبی، فشار خون، نقص جنینی، سرطان زایی و جهش زایی و...می‌شود. منابع اصلی آلودگی کادمیم شامل منابع انسانی و منابع طبیعی می‌باشد. به طور طبیعی سالانه حدود ۲۵۰۰۰ تن کادمیم وارد محیط می‌شود که در اثر هوازدگی سنگ ها،آتش سوزی جنگل‌ها،آتشفشان‌ها، فعالیت بشر، شیرابه زباله های صنعتی، کودهای فسفاته و ... می‌باشد.روش‌هایی که برای حذف این فلزات مورد مطالعه قرار گرفته شامل، رسوبدهی با هیدروکسید یا سولفید، اسمز معکوس، تعادل یونی، الکتروفلوتاسیون، روش‌های بیولوژیکی و جذب روی مواد جاذب می‌باشد که مورد آخر یعنی فرایند جذب نسبت به روش‌های دیگر مورد توجه بسیاری قرار گرفته است و نتایج مثبت زیادی در این زمینه به دست آمده است. تاریخچه مطالعه جذب در تصفیه آب و فاضلاب سابقه طولانی (۱۸۸۳ در آمریکا) دارد. جذب، یک روش فیزیکی با مزیت هایی مانند: راندمان بالا، مقرون به صرفه بودن، طبیعی، آسان و قابل دسترس می‌باشد و به طور کلی یک گزینه کارآمد در مقابل بقیه روش‌ها می باشد. هر جامدی که تمایل به جذب محیط سیال روی سطحش را داشته باشد جاذب است.جذب بیشتر به صورت غیر انتخابی عمل می‌کند. جاذب‌ها دارا منشاهای معدنی،آلی و بیولوژیکی می‌باشند. جاذب‌های مختلف ومتنوعی برای جذب کادمیم از محلول های آبی صورت گرفته است. (۲۰۰۸) Li-Huawang,Chun-I Lin، از خاکستر پوست برنج برای جذب عناصر سنگین استفاده نمودند و دریافتند خاکستر پوست برنج(۹۸درصدجذب)، نسبت به کربن فعال جاذب بهتری برای فلز کادمیم می‌باشد. Neubauer و همکاران)۲۰۰۰) نشان دادند، سیدروفر دس فری اکسامین بی، جذب کادمیم را روی مونت موری لونایت تشدید کرد ولی از جذب این عنصر روی کائولینایت جلوگیری می‌کند. شیروانی و همکاران (۲۰۰۶)، افزایش جذب کادمیم را روی دو نوع کانی مهم خاک‌های مناطق خشک ونیمه خشک (سپیولایت و پالگورسکایت) در حضور سیدروفر را گزارش کردند. قربانی و یونسی (۱۳۸۷) جذب زیستی یون‌های کادمیم از محلول آبی با استفاده از بیومس ساکارومایسس سرویسیه در مقایسه با تحقیقی که آبیار و همکاران از باکتری اکروموباکتر به عنوان جاذب یون‌های کادمیوم استفاده کرده اند به نتیجه بهتری رسیدند که جلبک ها دارای کارایی جذب بالاتری نسبت به قارچ و باکتری ها می‌باشند. معتمدی و همکاران (۱۳۹۳) دریافتند نانورس جاذب بسیار خوبی برای حذف کادمیم از محیط‌های آبی حتی در غلظت‌های بالا می باشدآن‌ها بیان کردند که با افزایش pH و زمان تماس راندمان جذب افزایش یافته و در ۲۰ دقیقه اول به حداکثر خود می‌رسد که افزایش زمان بعداز این تأثیری بر جذب ندارد. okafor و همکاران در سال ۲۰۱۲ در نیجریه حذف کادمیم از محلول‌های آبی توسط پوست آناناس انجام دادند.در مطالعه ای توسط پاتل در سال ۲۰۱۳ در هند، حذف کادمیم از محلول های آبی توسط دو نوع پوسته نخود فرنگی و برنج انجام گرفت. سعیدی و همکاران (۱۳۸۸) جذب کادمیم توسط ذغال ساخته شده از پوست گردو و بادام را بررسی نمودندآن‌ها دریافتند، بیشترین میزان حذف کادمیم مربوط به کربن پوست گردو و به

میزان ۹۸ درصد بود. جاودانی و همکاران (۲۰۱۳) روی خاکستر ذغال سنگ کار کردند و دریافتند که کانی زئولایت سنتز یافته از ذغال سنگ به میزان ۸۴% از کادمیم را به خود جذب کرده بود.
در این پژوهش برای اولین باراز جاذب سرباره ذغال سنگ به منظور حذف یون های کادمیم از محلول‌های آبی استفاده شد.

مواد و روش ها

یک نمونه سرباره ذغال سنگ از ضایعات کارخانه ذغال سنگ واقع در شهرستان زرند تهیه شد. بعد از اطمینان از خالص بودن آن از هر گونه عنصر سنگین،با آسیاب پودر شده و سپس از الک ۲۳۰ مش عبور داده شد.
محلول مادر (۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) از نمک کادمیوم تهیه گردد و سپس از این محلول، محلول‌های مورد نیاز ساخته شدند. در این روش ۱/۰ گرم از جاذب‌ها با ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده با غلظت مشخص بعد از انتقال به لوله‌های سانتریفیوژ (فالکون)، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان ۲۴ ساعت شیک خواهند شد. پس از تعادل، محلول‌ها سانتریفیوژ شده و بعد از صاف کردن محلول رویی، مقدار کادمیوم جذب شده از تفاوت بین غلظت اولیه این عناصر و غلظت نهایی موجود در محلول محاسبه شد. در این آزمایش از یک شاهد که در واقع تیمار بدون سرب و کادمیم است نیز استفاده می‌گردد. برای هر سطح، یک نمونه شاهد بدون جاذب هم لازم است. هر آزمایش در سه تکرار انجام خواهد گرفت. غلظت‌ها توسط دستگاه جذب اتمیک اندازه‌گیری شدند. برای مدل سازی ایزوترم جذب یون‌های کادمیوم از مدل‌های لانگ‌مویر و فروندلیچ استفاده شد. مدل ایزوترم جذب لانگ‌مویر مربوط به جذب تک لایه‌ای است و فرض می‌شود مکان‌های سطح جاذب دارای انرژی یکسانی می باشند معادله لانگ‌مویر بصورت زیر می باشد:

$$qe = (qm * b * Ce)/(1 + bCe) \quad (1)$$

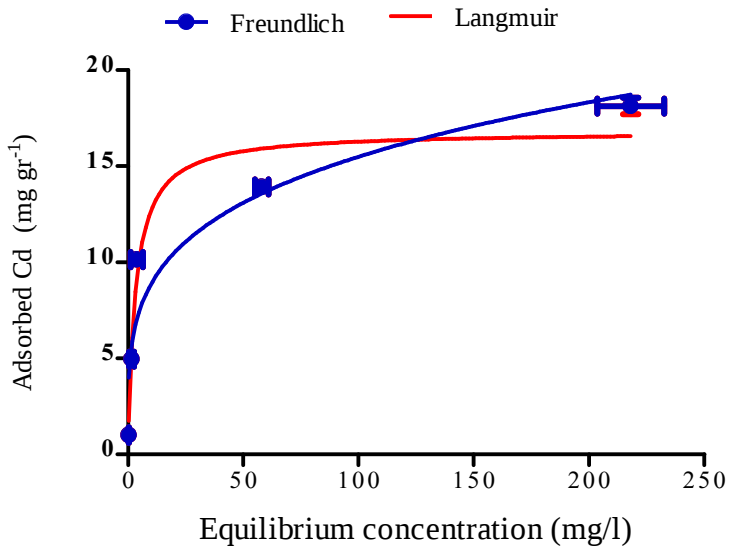
که دراین رابطه q_e مقدار یون‌های جذب شده (mg/gr)
q_m بیشنه ظرفیت جذب یون‌های جذب شده(mg/gr)
b ثابت تعادلی جذب لانگ‌مویر (mg/gr)
C_e غلظت تعادلی یون‌های فلزی (mg/l)
ایزوترم جذب چند لایه برای سطوح ناهمگن توسط معادله ایزوترم فروندلیچ بصورت رابطه :

$$Qe=K_f.Ce^{1/n} \quad (2)$$

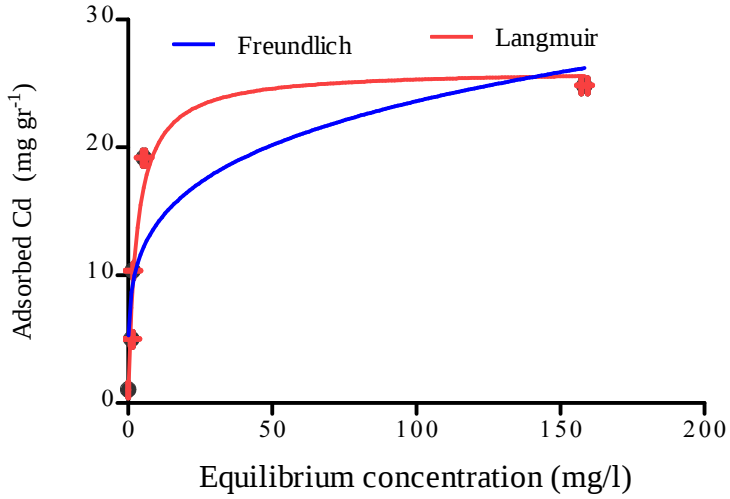
که: Ceغلظت تعادلی یونهای فلزی (mg/l)
Qeمقدار یونهای جذب شده (mg/gr)
K_F و n ثابت های فروندلیچ و به ترتیب شاخص‌های ظرفیت شدت جذب می باشند.

نتایج و بحث

داده‌های جذب تعادلی یون‌های کادمیم با ایزوترم‌های جذب لانگ‌مویر و فروندلیچ مطابقت دارند (شکل ۱ و شکل ۲). بهترین مدل جذب برای سرباره اصلاح شده با سود یک نرمال مدل لانگ‌مویر بوده که دارای ضریب همبستگی ۹۵/۰ وکمترین (۴/۱) SEE می‌باشد.همچنین‌داده‌های جذب کادمیوم در حضور سرباره اصلاح شده با سود دو نرمال با مدل لانگ‌مویر برازش بهتری پیدا کردند (R^2=۹۶/۰) و (SEE=۱.۸۴۳). در فرآیند جذب، غلظت اولیه یون های کادمیم نقش مهمی برای غلبه بر مقاومت انتقال جرم بین فاز مایع و فاز جامد را به عهده دارند. با زیاد شدن غلظت تا ۴۰۰ شدت جذب به تدریج کم شده و به مقدار ثابتی رسیده است. بنابراین همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می شود، مقدار جذب یون‌های کادمیوم با افزایش غلظت کاهش می یابد به طوریکه ظرفیت جذب سرباره با افزایش غلظت کادمیوم در محلول افزایش یافته اما با روند کاهشی.

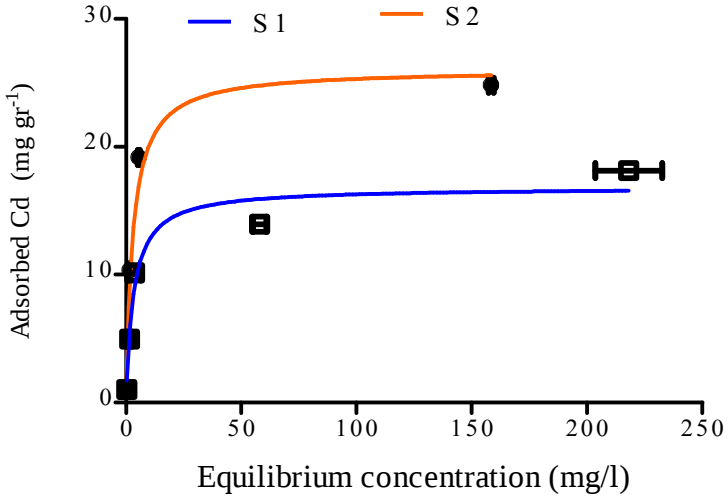


شکل ۱ - همدماهای جذب لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۱ نرمال



شکل ۲ - همدماهای جذب لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۲ نرمال

در شکل شماره ۳ مقایسه ای بین تاثیر نرمالیته سود بر جذب کادمیوم صورت گرفته است. بررسی فرایند جذب کادمیوم ابتدا در حضور سرباره بدون اصلاح کردن صورت گرفت. نتایج نشان‌دهنده جذب خیلی کم کادمیوم توسط این نمونه بود. بنابراین به منظور تغییر در ساختار سلولی سرباره و رسیدن به یک ساختار با دوام با ظرفیت جذب بالا برای فلز کادمیوم از سود ۱ نرمال و ۲ نرمال استفاده شد. نتایج نشان داد هر چه غلظت محلول سود بیشتر باشد تخریب سطح جاذب آشکارتر و قدرت جذب بالاتری خواهد داشت. نتایج نشان داد، حداکثر ظرفیت جذب سرباره ذغال سنگ یک نرمال برای کادمیم در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر، ۸۱/۱۶ میلی گرم در گرم بوده و حداکثر ظرفیت جذب در سرباره دو نرمال در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم، ۰۶/۲۶ ، میلی گرم بر گرم بوده است.



شکل ۳- مقایسه همدمای جذب لانگمویر برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۱ نرمال و ۲ نرمال

نتیجه گیری

سرباره ذغال سنگ از قابلیت بالایی برای حذف وجذب عنصر کادمیوم از محلول‌های آبی برخوردار است.

منابع

سعیدی،م. جمشیدی،ا. عابسی،ع. و بیات،ج. ۱۳۸۸. جذب کادمیم محلول از آب توسط زغال ساخته شده از پوست گردو و بادام ومقایسه آن با کربن فعال گرانولی .فصلنامه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب، دوره ۲۰، شماره ۲، صفحه‌های ۱۶ تا ۲۲.

قربانی،ف. و یونسی، ح. ۱۳۸۷. جذب زیستی یون‌های کادمیم از محلول‌های آبی با استفاده از بیوماس ساکاروماسیس سرویسیه. مهندسی آب و فاضلاب، جلد ۶۸، صفحه‌های ۳۳ تا ۳۹.

معتمدی، ف.، معضد، ه.، جعفرزاده حقیقی‌فرد، ن. و امیری، م. ۱۳۹۳. بررسی سینتیک و ایزوترم جذب کادمیم از محلول‌های آبی توسط نانورس‌ها. فصلنامه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب، دوره ۲۵، شماره ۳، صفحه‌های ۱۱۸ تا ۱۲۶.

Abyar H., Safahieh A., Zolgharnein H. and Zamani I. ۲۰۱۲.Cadmium biosorption by Achromobacter piechaudii isolated from Persian Gulf sediments. Jornal of Oceanography, ۳(۱۰),۱۹-۲۵.

Javadian H.,Ghorbani F., Tayeby H. and Hosseini S.M. ۲۰۱۴. Study of the adsorption of Cd (II) from aqueous solution using zeolite-based geopolymer, synthesized from coal fly ash; kinetic, isotherm and thermodynamic studies.Arabian Journal of Chemistry, ۲: ۱-۱۳.

Neubauer U., Nowack B., Furrer G. and Schulin R. ۲۰۰۰. Heavy metal sorption on clay minerals affected by the siderophoredesferrioxamine B. Environmental Science and Technology, ۳۴: ۲۷۴۹-۲۷۵۵.

Okafor P., Okon P., Daniel E. andEbenso E. ۲۰۱۲.Adsorption Capacity of Coconut (Cocosnucifera L.) Shell for Lead, Copper, Cadmium and Arsenic from Aqueous Solutions.Int. J. Electrochemical Science, ۷: ۱۲۳۵۴-۶۹.

Patel, K.P., Tank, S., Patel, K.M. and Patel, P. ۲۰۱۳.Removal of Cadmium and Zinc ions from aqueous solution by using two types of husks. APCBEE Procedia, ۵: ۱۴۱-۱۴۴.

Shirvani M., Shariatmadari H., Kalbasi M., Nourbakhsh F. and Najafi B. ۲۰۰۶. Sorption of cadmium on palygorskite, sepiolite and calcite: Equilibria and organic ligand affected kinetics Colloids and Surfaces A, ۲۸۷: ۱۸۲-۱۹۰. Wang L.H. and Lin C.I. ۲۰۰۸. Adsorption of chromium (III) ion from aqueous solution using rice hull ash. Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers, ۳۹: ۳۶۷-۳۷۳.

Abstract

Removal of toxic compounds from the environment is very important. The efficiency of this method depends on the selection of appropriate absorbent. In this study, the modeling of adsorption isotherms of cadmium ions from aqueous solutions has been investigated. Modified samples of coal ash with ۱N and ۲N NaOH was selected as absorbent from coal mining of Zarand city, Kerman province. Then, metal solution of Cd with concentrations of ۱۰, ۵۰, ۱۰۰, ۲۰۰, ۳۰۰ and ۴۰۰ mg/l was used as absorbed element. The results showed that data were fit with Langmuir and Freundlich models. With increasing concentrations of Cd, the absorption efficiency decreased and the absorption capacity increased. Thus, the absorbent can be used as an suitable absorbent for the removal of Cd from aqueous solutions.

تعیین شکل‌های شیمیایی آهن و روابط آن‌ها با ویژگی‌های خاک در برخی خاک‌های استان آذربایجان شرقی

ندا پاشاپور ۱ ، عادل ریحانی‌تبار ۲، شاهین اوستان ۲
۱-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده
مقدار و توزیع آهن در شکل‌های مختلف در ۲۱ نمونه مرکب خاک استان آذربایجان شرقی به روش عصاره‌گیری دنباله‌ای تغییر یافته سینگ و همکاران (۱۹۸۸) تعیین و رابطه این شکل‌ها با یکدیگر و با ویژگی‌های خاک مطالعه گردید. در این تحقیق بین شکل‌های مختلف آهن همبستگی‌های معنی‌داری بدست آمد که احتمالاً بیانگر یک رابطه پویا بین آن‌ها می‌باشد. همبستگی معنی‌داری بین ویژگی‌های خاک با شکل‌های شیمیایی مختلف آهن و آهن قابل جذب (قابل استخراج با DTPA) به دست آمد. آهن قابل جذب خاک به روش DTPA با pH، درصد کربن آلی، درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک رابطه مثبت و معنی‌داری داشت.

واژه های کلیدی: آهن قابل جذب، شکل‌های شیمیایی آهن، عصاره‌گیری دنباله‌ای، ویژگی‌های خاک

مقدمه
از میان عناصر مورد نیاز گیاهان کمبود آهن به عنوان عنصر کم مصرف، بیش‌ترین محدودیت را برای محصولات کشاورزی سرتاسر جهان دارد. فراهمی آهن برای گیاهان به توزیع نسبی شکل‌های مختلف شیمیایی آن در خاک بستگی دارد که البته خود تابعی از ویژگی‌های خاک است. همانند سایر عناصر، آهن می‌تواند با اجزای مختلف خاک پیوند یابد که این اجزاء توانایی متفاوتی در نگهداشت و رهاسازی آهن دارند. این عنصر می‌تواند با مواد آلی خاک تشکیل کمپلکس دهد، جذب سطحی سطوح رس‌ها و اکسیدهای آهن و منگنز شود، در شبکه ساختمانی کانی‌های سیلیکاتی اولیه یا کانی‌های ثانویه مانند کربنات‌ها، فسفات‌ها، سولفیدها یافت شود و یا در مواد بی‌شکل مانند اکسیدهای آهن و منگنز محبوس گردد (تسیر و همکاران، ۱۹۷۹). توزیع آهن در بین این اجزاء مختلف به عنوان جزءبندی [۱۴۳] آهن خاک تعریف می‌شود. با تعیین شکل‌های شیمیایی آهن در خاک می‌توان منبع، نحوه واکنش، زیست فراهمی آهن در خاک‌های کشاورزی و پویایی و حرکت آن به سمت پایین در خاک‌های آلوده را پیش‌بینی کرد. با مشخص کردن روابط بین شکل‌های مختلف آهن و ویژگی‌های خاک، تمهیدات لازم برای تغییر برخی پارامترهای خاکی با هدف افزایش قابلیت استفاده آهن را می‌توان تدارک دید.

مواد و روش‌ها
بر اساس نقشه‌های تهیه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی نمونه‌برداری از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر به صورت تصادفی صورت گرفت. تعداد ۴۰ نمونه مرکب از مزارع برداشته شد که هر یک از این نمونه‌ها حداقل از ترکیب ۳۰ نمونه خاک حاصل گردید. نمونه‌های هوا خشک شده به آرامی کوبیده شده و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، برخی خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها به صورت زیر تعیین شد: بافت خاک به روش هیدرومتری ۴ زمانه، pH و EC در عصاره اشباع خاک، کربن آلی به روش اکسایش تر، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی کردن با اسید و تیتر نمودن اسید باقی‌مانده با محلول سود، کربنات کلسیم معادل فعال با روش اگزالات آمونیم، ظرفیت تبادل کاتیونی نمونه خاک‌ها با استفاده از روش باور و مقدار آهن قابل جذب گیاه در خاک با روش DTPA اندازه‌گیری شد. دامنه تغییرات pH در خاک‌های مورد استفاده زیاد نبود (۸/۷ تا ۳/۸) و این مقادیر در خاک‌های آهکی قابل انتظار بود. کمترین CEC در خاکی با کم‌ترین درصد رس و کربن آلی مشاهده شد. میزان کربنات کلسیم معادل یا آهک خاک‌های مورد مطالعه از ۷/۱ درصد تا ۵/۲۶ درصد با میانگین ۵/۱۳ درصد متغیر بود. در بین ۲۱ خاک منتخب حداقل مقدار آهن قابل استخراج با DTPA، ۷۷/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و حداکثر آن ۸۶/۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین گردید. خاک‌های مورد مطالعه از نظر کلاس بافت متنوع بودند. ویژگی‌های خاک از ضریب تغییرات قابل توجهی برخوردار بودند که نشان‌دهنده دامنه مناسب و وسیع صفات مورد بررسی است. با توجه به این ویژگی‌ها تعداد ۲۱ نمونه خاک که بیشترین ضریب تغییرات را از نظر ویژگی‌های فوق داشتند انتخاب و برای آزمایش عصاره‌گیری دنباله‌ای مورد استفاده قرار گرفتند.

تعیین شکل‌های شیمیایی آهن:
برای جداسازی و تعیین شکل‌های شیمیایی آهن در خاک‌ها از روش تغییر یافته سینگ و همکاران (۱۹۸۸) استفاده شد. به این منظور، ۵/۲ گرم از هر نمونه خاک هوا خشک عبور کرده از الک ۲ میلی‌متری در دو تکرار توزین و به درون لوله‌های سانتریفوژ ریخته شد. ۱۰ میلی‌لیتر از محلول ۱M $Mg(NO_3)_2$ به آن‌ها افزوده شد. لوله‌های سانتریفوژ به همراه محتویات آن توزین و به مدت ۲ ساعت تکان داده شدند. سپس سانتریفوژ نموده و سوسپانسیون با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف گردید. میزان آهن تبادلی در محلول صاف شده با دستگاه جذب اتمی شیمادزو مدل ۶۳۰۰ تعیین شد. با توزین حجم مشخصی از محلول نیترات منیزیم در

[۱۴۳] Fractionation

دمای مشخص چگالی محلول تعیین شد (در تمامی مراحل عصاره‌گیری دنباله‌ای آهن چگالی عصاره‌گیرها اندازه گیری شدند تا با استفاده از چگالی عصاره‌گیرها و توزین لوله‌های سانتریفوژ مقدار آهن باقیمانده در خلل و فرج هر مرحله برای مرحله بعد مشخص شود). سایر مراحل عصاره‌گیری دنباله‌ای و ترکیب هر عصاره‌گیر به روشی که در پژوهش حاضر به کار رفته به طور خلاصه در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار آهن کل خاک‌ها نیز به دو روش آهن کل قابل استخراج با مخلوط اسید کلریدریک و اسید نیتریک به روش Aqua Regia چن و ما (۲۰۰۱) و هضم نمونه جداگانه در اسید نیتریک ۴ مولار به روش اسپوزیتو و همکاران (۱۹۸۲) اندازه‌گیری گردید.

جدول ۱ - خلاصه روش عصاره‌گیری دنباله‌ای و مشخصات شکل آهن استخراج شده در روش تغییر یافته سینگ و همکاران (۱۹۸۸).

شکل شیمیایی آهن	علامت	مدت تکان دادن (ساعت)	عصاره‌گیر	میلی‌لیتر عصاره‌گیر برای ۵/۲ گرم خاک
محلول + تبادلی	FeEx	۲	۱M $Mg(NO_3)_2$	۱۰
کربناتی	FeCar	۵	۱M NaOAc + CH_3COOH (pH=۵)	۱۰
آلی	FeOM	۵/۰(حمام آب جوش)	۰.۷M NaOCl (pH=۸.۵)	۵*
پیوسته به اکسیدهای منگنز	FeMnox	۵/۰	۰.۱M $NH_2OH.HCl$ + HNO_3(pH=۲)	۲۵
پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل	FeAFeox	۵/۰ (دمای C ۵۰°)	۰.۲۵M $NH_2OH.HCl$ + ۰.۲۵M HCl	۲۵
پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری	FeCFeox	۵/۰ (حمام آب جوش)	۰.۲M $(NH_4)_2C_2O_4$+۰.۲M $H_2C_2O_4$	۲۵
باقی‌مانده	FeRes	۱۶ (حمام آب جوش)	۰.۱M $C_6H_8O_6$(pH =۳)+ ۴M HNO_3	۲۵/۳۱

*: دو مرتبه عصاره‌گیری می‌شود.

نتایج و بحث

دامنه تغییرات آهن معادل کل به روش اسپوزیتو (۱۹۸۲) از ۲۵/۱۵ تا ۸۴/۵۰ گرم بر کیلوگرم خاک با میانگین ۸۴/۲۹ گرم بر کیلوگرم بود. در روش Aqua-Regiaمقادیر آهن معادل کل از ۵۴/۱۹ تا ۷۵/۴۷ گرم بر کیلوگرم با میانگین ۳۸/۳۰ گرم بر کیلوگرم خاک متغیر بود. محبی صادق و همکاران (۱۳۹۱) میزان آهن کل قابل استخراج با اسید نیتریک از خاک‌های منطقه جنگلی خیرود کنار نوشهر را در دامنه ۳۵/۲ تا ۰۷/۵ درصد گزارش کردند. سینگ و همکاران (۱۹۸۸) مقدار میانگین آهن معادل کل را ۵/۳۲ گرم بر کیلوگرم گزارش نمودند.

توزیع شکل‌های مختلف آهن در جدول ۲ نشان داده شده است. به طور میانگین آهن محلول به اضافه تبادلی حدود ۰۰۷۷/۰ درصد، آهن کربناتی ۰۰۷۳/۰ درصد، پیوسته به مواد آلی ۰۱۷/۰ درصد، پیوسته به اکسیدهای منگنز ۰۲/۰ درصد، پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل ۸۸/۲ درصد، پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری ۴۸/۳۹ درصد و آهن باقی‌مانده ۵۹/۵۷ درصد مجموع شکل‌های اندازه‌گیری شده را تشکیل می‌دهند (شکل ۱). بنابراین می‌توان گفت در خاک‌های مورد مطالعه ترتیب فراوانی شکل‌های شیمیایی آهن به صورت زیر است:

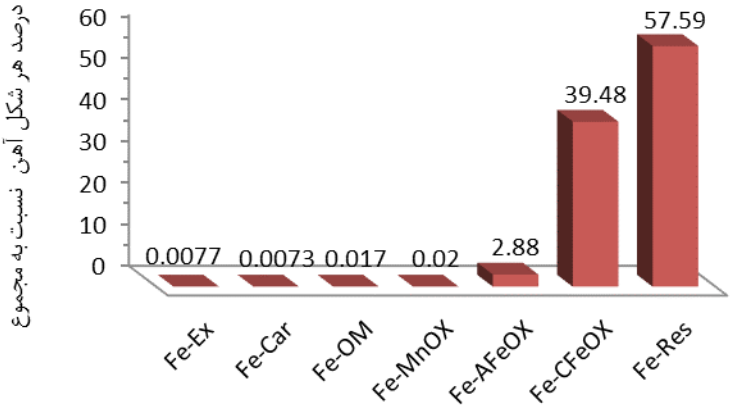
آهن باقی‌مانده > آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری > آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بی شکل> آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز> آهن پیوسته به مواد آلی> آهن تبادلی آهن کربناتی.

سینگ و همکاران (۱۹۸۸) نیز با بررسی توزیع شکل‌های آهن در ۱۱ خاک آهکی هند گزارش کردند که شکل‌های تبادلی، کربناتی، آلی و بخش متصل به اکسیدهای منگنز، کم‌ترین مقدار آهن را به خود اختصاص دادند. آنان همچنین دریافتند که آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل، ۸/۲ تا ۳/۱۵ درصد آهن کل خاک را تشکیل می‌دهد. این در حالی است که قسمت عمده آهن خاک را آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری و آهن باقی‌مانده تشکیل می‌دهد که به ترتیب ۳۰ تا ۲/۵۷ و ۸/۳۸ تا ۴/۵۸ درصد از آهن کل خاک را به خود اختصاص دادند. تابنده و کریمیان (۱۳۹۳) با تعیین شکل‌های آهن به روش سینگ و همکاران (۱۹۸۸) در برخی خاک‌های استان فارس گزارش کردند که پس از شکل باقی‌مانده، شکل اکسیدهای آهن بلوری بیشترین استخراج را نشان داده است؛ در حالی که با استفاده از روش اسپوزیتو و همکاران (۱۹۸۲) در همان خاک‌ها پس از شکل باقی‌مانده، شکل کربناتی حداکثر مقدار را داشته است.

جدول ۲- توزیع شکل‌های آهن در خاک‌های مورد مطالعه

	Fe-Res	Fe-CFeox	Fe-AFeox	Fe-Mnox	Fe-OM	Fe-Car	Fe-Ex	مجموع
	----------	----------	((g kg^{-1}))	----------	----------	mg kg^{-1}	----------	
حداقل	۲۹/۰	۵۹/۱	ناچیز	۵۵۳/۰	۵۸۷/۶	۶۱۱/۷	۳۹۸/۱۵	
حداکثر	۵۴/۳	۳۲/۸	۷۷/۴۰	۹۱۵/۱	۶۰۰/۲۳	۱۴۲/۲۷	۵۳۰/۵۱	
میانگین	۱۷/۲	۹۲/۱	۳۰/۶	۷۹۸/۰	۶۹۲/۱۱	۲۰۳/۱۷	۰۳۵/۳۰	
انحراف‌معیار	۷۵/۰	۶۳/۱	۱۰	۲۸۲/۰	۵۱۶/۴	۷۴۷/۵	۵۱۲/۹	
میانه	۲/۲	۶۱/۱	۱۶/۲	۷۵/۰	۵۶/۱۰	۷۲/۱۷	۰۶/۲۹	

برای شرح علامت‌های اختصاری به جدول ۱ مراجعه شود.



شکل ۱- مقادیر نسبی شکل‌های شیمیایی آهن در خاک‌های مورد مطالعه (درصد)

همبستگی ویژگی‌های خاک با شکل‌های آهن و آهن قابل جذب گیاه در خاک

طبق نتایج مندرج در جدول ۳ شکل‌های مختلف آهن با برخی از ویژگی‌های خاک همبستگی معنی‌داری داشتند. آهن کل با درصد کربن آلی، درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی همبستگی مثبت معنی‌دار نشان دادند. یلویکار و همکاران (۱۹۹۶) نیز گزارش کردند رابطه مثبت معنی‌داری بین مقدار آهن معادل کل با درصد ماده آلی و رس وجود دارد. بین آهن کل و درصد رس ضریب همبستگی نسبتاً کم بود (r^2 = ۰.۲۱). عباسی‌کلو و همکاران (۱۳۹۳) نیز از دشت تبریز منطقه مرند گزارش کردند که رابطه آهن کل با درصد رس در برخی افق‌ها ضعیف است. آنان چنین تفسیر کردند که برخی از کانی‌های آهن‌دار از قبیل بیوتیت و ایلمنیت در بخش سیلت و شن حضور دارند که باعث می‌شوند میزان آهن کل، علاوه بر میزان رس تحت کنترل این ذرات نیز باشد. در این تحقیق همبستگی بین آهن باقی‌مانده با درصد رس، درصد کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی مثبت و معنی‌دار بود. سینگ و همکاران (۱۹۸۸) دلیل همبستگی مثبت بین آهن باقی‌مانده با درصد رس را وجود آهن باقی‌مانده در کانی‌های هم اندازه ذرات رس اعلام کردند. آهن پیوسته به مواد آلی با درصد کربن آلی رابطه مثبت معنی‌دار نشان داده است (شکل ۲). همچنین طبق نتایج بدست آمده بین آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری با pH همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت. این موضوع بیانگر تأثیر مستقیم pH بر آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری بوده و نشانگر آن است که با تغییر pH بخشی از این شکل احتمالاً تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همبستگی منفی معنی‌دار بین آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز با درصد کربنات کلسیم معادل فعال وجود دارد (شکل ۳). با افزایش آهک فعال مقدار آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز کاهش می‌یابد، که احتمالاً آهک فعال می‌تواند پوششی روی اکسیدهای منگنز ایجاد کند که مانع جذب آهن توسط اکسیدهای منگنز می‌شود. در شرایط وجود رطوبت کافی در خاک و شرایط غرقاب، pH خاک کاهش یافته و کربنات کلسیم معادل فعال انحلال می‌یابد در این صورت مقدار آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز افزایش می‌یابد.

در معادلات رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام بین ویژگی‌های خاک و آهن قابل استخراج با DTPA (احتمالاً آهن قابل جذب گیاه در خاک) ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد کربن آلی وارد مدل شدند.

(مرحله اول) r = ۰.۶۳ **DTPA-Fe (mg kg^{-1}) = ۰.۲۷CEC - ۲.۶۰۷

(مرحله دوم) r = ۰.۷۴** DTPA-Fe (mg kg^{-1}) = ۰.۲۲CEC + ۳.۱۰۷ OC - ۴.۳۱

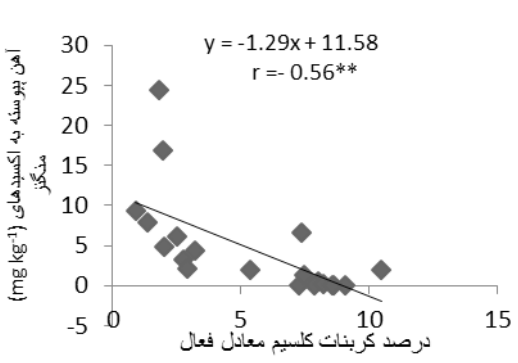
به عبارتی دیگر ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد کربن آلی مؤثرترین ویژگی‌های خاک استان آذربایجان‌شرقی هستند که فراهمی آهن را تحت تأثیر قرار می‌دهند و چون ظرفیت تبادل کاتیونی خود تابع مقدار و ماهیت رس‌های خاک می‌باشد لذا، بدیهی است که آهن قابل جذب متأثر از درصد رس باشد. به نظر می‌رسد درصد رس بیشتر در خاک معمولاً از نفوذ آب جلوگیری نموده و موجب

ایجاد شرایط کاهشی می‌شود و در نتیجه این شرایط باعث افزایش تحرک بیشتر آهن و افزایش آهن قابل استخراج با DTPA می‌شود. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود بین شکل‌های مختلف آهن در خاک همبستگی معنی‌داری مشاهده گردید. وجود چنین همبستگی معنی‌داری احتمالاً بیانگر وجود یک رابطه پویا بین شکل‌های مختلف آهن در خاک می‌باشد. وجود چنین رابطه پویا و دینامیک اهمیت زیادی در فرآیندهای مربوط به واکنش‌های کود آهن و جذب آهن به وسیله گیاه دارد. با استفاده از این روابط شاید بتوان توضیح داد که چرا با گذشت زمان پس از افزودن کود آهن به خاک، مقدار شکل محلول‌تر و قابل تبادل آهن کاهش می‌یابد و شکل‌های با حلالیت کمتر افزایش می‌یابد.

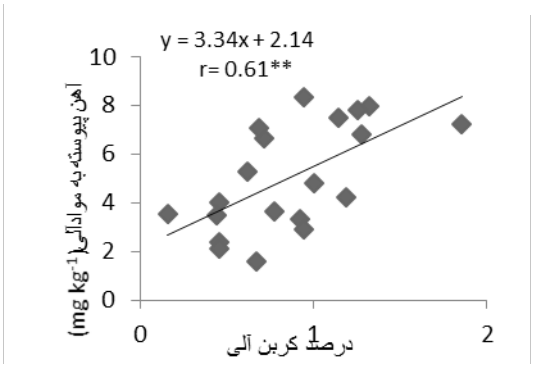
بین شکل‌های مختلف آهن با ویژگی‌های خاک (r) جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده

ویژگی‌ها	Fe-Res	Fe-CFeox	Fe-AFeox	Fe-MnOx	Fe-OM	Fe-Car	Fe-Ex
			Fe-t				
pH	-۰۹/۰	۲۷/۰	۱۷/۰	-۰۲/۰	-۴۷/۰*	۲۹/۰	-۳۰/۰
EC	-۱۱/۰	۰۴/۰	۰۲/۰	-۱۹/۰	-۳۵/۰	-۰۴/۰	-
OC	۲۸/۰	-۴۴/۰*	۶۱/۰**	-۲۵/۰	۰۳/۰	۲۸/۰	۰۴/۰
CCE	۰۲/۰	-۰۹/۰	۴۰۴/۰	-۳۸/۰	-۳۳/۰	-۳۸/۰	-
ACCE	۰۸/۰	-۲۸/۰	۳۱/۰	-۵۶/۰**	-۳۳/۰	-۳۳/۰	۵۰/۰*
Clay	۴۹/۰*	-۳۲/۰	۱۶/۰	-۴۸/۰*	۱۸/۰	-۲۵/۰	۰۵/۰
Silt	۳۴/۰	-۳۷/۰	۵۹/۰**	-۵۳/۰*	-۰۴/۰	-۲۵/۰	-
CEC	۶۰۶/۰**	-۳۸/۰	۱۸/۰	-۲۵/۰	۴۲/۰	۲۵/۰	۰۴/۰
Sand	-۴۸/۰*	۴۰۳/۰	-۴۲/۰	۵۸/۰**	۰۸/۰	۰/ ۲۹	-۰/ ۳۶
						۵۹/۰	
						۳۷/۰**	
						۵۸/۰**	
						۵۶/۰	

.ظرفیت تبادل کاتیونی :CEC ،کربن آلی :OC ،کربنات کلسیم معادل فعال :ACCE ،کربنات کلسیم معادل :CCE و به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد*



شکل ۳- رابطه آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز و %ACCE



شکل ۲- رابطه آهن پیوسته به مواد آلی با درصد کربن آلی

شکل‌های شیمیایی آهن (r) جدول ۴- ماتریس ضرایب همبستگی خطی

Fe-Res	Fe-CFeox	Fe-AFeox	Fe-Mnox	Fe-OM	Fe-Car	Fe-Ex

Fe-Ex	۱						
Fe-Car	-۲۶/۰	۱					
Fe-OM	۳۴/۰	-۱۲/۰	۱				
Fe-Mnox	۲۲/۰	۸۷/۰**	-۰۸/۰	۱			
Fe-AFeox	-۵۸/۰**	۵۷/۰**	-۴۳/۰	۶۲/۰**	۱		
Fe-CFeox	۵۶/۰*	-۰۵/۰	۱۸/۰	۳۵/۰	۶۲/۰**	۱	
Fe-Res	۳۵/۰	۰۹/۰	۴۴/۰*	۰۶/۰	۱۴/۰	۶۷/۰**	۱

.برای شرح علامت‌های اختصاری به جدول ۱ مراجعه شود
و به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد***

منابع

تابنده، ل. و کریمیان، ن. ع. ۱۳۹۳. مقایسه دو روش آزمایشگاهی به منظور بررسی توزیع شکل‌های شیمیایی آهن در برخی خاک‌های استان فارس. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۱، صفحه‌های ۵۴ تا ۴۱.

عباسی کلو، آ.، جعفرزاده، ع. ا.، کریمیان‌اقبال، م. اوستان، ش. و جهانگیری، ا. ۱۳۹۳. تأثیر سطوح مختلف ژئومرفولوژیک بر تکامل خاک‌ها با استفاده از تغییرات پدوژنیک و شکل‌های مختلف آهن در منطقه مرند، آذربایجان شرقی. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۱، صفحه‌های ۸۵ تا ۱۰۱.

محبی صادق، م.، حیدری، ج. ا.، سرمدیان، ف.، ثواقبی، غ. و راهب، ع. ۱۳۹۱. شکل‌های مختلف آهن و منگنز و توزیع آنها در تجمعات و نیمرخ برخی آلفی‌سولهای تحت تأثیر شرایط اکسایش و کاهش. مجله پژوهش‌های خاک، الف، جلد ۲۶، شماره ۱، صفحه‌های ۵۳ تا ۴۳.

Chen M. and Ma L. ۲۰۰۱. Compareson of three aqua Regia digestion methods for twenty Florida soils. Soil Science Society of America Journal, ۶۵: ۴۹۹-۵۱۰.

Singh J. p., Karwasra S. P. S. and Singh M. ۱۹۸۸. Distribution and forms of copper, iron, manganese and zinc in calcareous soil of India. soil Science, ۱۴۶: ۳۵۹-۳۶۶.

Sposito G., Lund L. J. and Chang A. C. ۱۹۸۲. Trace metal chemistry in arid zone field soils amended with sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in soil phases. Society of Soil Science America Journal, ۴۶: ۲۶۰-۲۶۴.

Tessier A., Campbell P. G. C and Bission M. ۱۹۷۹. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metal. Analytical Chemistry, ۵۱: ۸۴۴-۸۵۱.

Yelvikar N. V., Seddiqui, S.I.M., Malewar G. U. and Tajuddin C. ۱۹۹۶. Distribution of different forms of iron in Vertic soils and their relation with soil properties. Journal of the Indian Society of Soil Science, ۴۴: ۷۸۱-۷۸۳.

Abstract

amounts and distribution of Fe in different fraction of ۲۱ soil composite sample of East Azerbaijan Province were determined by modified sequential extraction procedures introducted by Singh et al (۱۹۸۸), and the relationship of these types with each other and with soil properties was also investigated. In this study, a significant correlation was also observed between the Fe forms themselves, which is presumably a reflection of the existence of a dynamic relationship between the chemical forms of an element in soil. soil properties were significantly correlated with Chemical forms of Fe and DTPA extractable Fe. Simple correlation coefficients showed that DTPA-Fe with pH, organic carbon content, clay content and CEC had positive significant correlations.

تولید و تعیین خصوصیات بایوچار کاه و پوسته برنج

لیلا ضامنی [۱]، فردین صادق زاده [۲]، بهی جلیلی [۲]، محمدعلی بهمنیار [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاك، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۲- استادیار گروه علوم خاك، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۳- استاد گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده
بایوچار ماده غنی ازکربن و متخلخل که به عنوان اصلاح کننده خاک از طریق تجزیه حرارتی زیست توده در شرایط محدود یا فاقد اکسیژن تولید می شود. این مطالعه به منظور بررسی تعیین برخی خصوصیات بایوچار مناسب برای اصلاح خاک انجام شده. در این تحقیق از پسماندهای کشاورزی کاه و پوسته برنج که در استان مازندران فراوان می‌باشد استفاده شده است، سپس تحت دو شرایط دمایی مختلف(۳۰۰ $^{\circ}C$ و ۶۰۰ $^{\circ}C$) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داده که با افزایش دمای تولید برخی از خصوصیات نظیر pH، EC و عناصر معدنی افزایش یافته و برخی نظیر میزان خاکستر، عملکرد، CEC و درصد نیتروژن کاهش یافته است.
کلید واژه: بایوچار، کاه برنج، پوسته برنج

مقدمه
بایوچار یک ماده غنی از کربن، دانه ریز و متخلخل می‌باشد، که به عنوان اصلاح کننده خاک از طریق حرارت دادن زیست توده مانند پسماندهای آلی، کود دامی، بقایای گیاهی، فاضلاب، چوب و غیره در شرایط محدود یا فاقد اکسیژن تولید می‌شود (Sohi et al, ۲۰۰۹; Yao et al, ۲۰۱۲; Miller et al, ۲۰۱۱) . بایوچار می‌تواند انتشار کربن به جو را از طریق تثبیت کربن به فرم ذغال کاهش دهد (Lehman, ۲۰۰۷). از آن جایی که مقدار کربن آن بالا است، بایوچار این پتانسیل را دارد که خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را بهبود بخشد (Ahmad, ۲۰۱۴). علاوه براین، انرژی زیستی حاصل از فرایند پیرولیز جایگزین بالقوه برای سوخت‌های فسیلی می‌باشد (Lehman, ۲۰۰۷; Tan et al, ۲۰۱۵). سطح بایوچار معمولاً خصوصیات آبدوست، آبگریز، اسیدی و یا بازی را بسته به نوع ضایعات آلی اولیه و شرایط تولید نشان می‌دهد. شواهد آزمایشگاهی نشان می‌دهند طیف وسیعی از گروه‌های عاملی از جمله کربوکسیل، کربونیل، آمید و غیره بر سطح بایوچار موجود است. سطح ویژه بایوچار عموماً بیشتر از شن و برابر یا بیشتر از رس می‌باشد. بنابراین وقتی این مواد به خاک اضافه می‌شوند باعث افزایش سطح ویژه کل خاک می‌شوند (Lehman and Joseph, ۲۰۰۹). بایوچار جمعیت میکروبی خاک را هم افزایش می‌دهد (Verheijen et al, ۲۰۱۰). بایوچار به دلیل این که دارای نواحی سطحی زیاد، تخلخل فراوان، مواد آلی با بار متنوع هستند این پتانسیل را دارند که ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت جذب سطحی و اشباع بازی را در خاک بعد از اضافه شدن افزایش دهند. همچنین اسیدیته خاک اسیدی را کاهش می‌دهند (Lehman and Joseph, ۲۰۰۹). استروبل و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که اصلاح خاک توسط بایوچار، pHرا در همه نوع خاک افزایش می‌دهد. و تأثیر زیادی در خاک شنی دارد. افزایش بایوچار مقدار کربن خاک و ظرفیت نگهداری آب را افزایش و میزان معدنی شدن نیتروژن را کاهش می‌دهد. البته نوع خاک، بایوچار و شرایط تولید در این روند مؤثر می‌باشند. علاوه براین، بایوچار به تجزیه میکروبی بسیار مقاوم است و از این رو، استفاده از آن در مزارع این پتانسیل را دارد که گازهای گلخانه‌ای CO_2 و CH_4 را کاهش دهد (Kameyama et al, ۲۰۱۰). بطور کلی مشخص شده که خواص بایوچارها به نوع ماده اولیه و شرایط پیرولیز بستگی دارد.
کاه و پوسته برنج جزء فراوان ترین بقایایی گیاهی در استان مازندران هستند که گاهاً کشاورزان برای سهولت در کشت بعدی این بقایا را می سوزانند و هوا را به شدت آلوده و غلظت گازهای گلخانه ای را افزایش می‌دهند. از اینرو ارائه راهکار جایگزین برای آن مهم، لازم وضروری است. تبدیل بقایا گیاهی به بایوچار (ذغال زیستی) می تواند راهکار مناسبی باشد. لذا هدف از این مطالعه تولید و تعیین برخی خصوصیات بایوچارهای کاه و پوسته ی برنج با توجه به نوع ماده اولیه و دمای متفاوت پیرولیز برای بهبود خصوصیات خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها
بایوچارهای مورد نظر از تجزیه حرارتی پسماندهای کاه و پوسته برنج تهیه شده‌اند. ابتدا نمونه‌های مواد خام در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردیده، سپس در کوره به مدت ۳ ساعت در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به بایوچار تبدیل خواهد شد.
خصوصیات شیمیایی بایوچار
برای محاسبه درصد عملکرد و خاکستر بایوچارها تولید شده به ترتیب از فرمول ۱ و ۲ استفاده می‌شود.

$$\text{درصد عملکرد بایوچار} = \frac{\text{وزن بایوچار تولید شده (گرم)}}{\text{وزن اولیه آون خشک شده (گرم)}} \times 100 \qquad (۱)$$

$$\text{درصد خاکستر تولید شده} = \frac{\text{وزن خاکستر تولید شده (گرم)}}{\text{وزن بایوچار اولیه (گرم)}} \times 100 \quad (۲)$$

برای تعیین pH و EC بایوچارها نسبت ۱:۱۰(۱۰ میلی‌لیتر آب: ۱گرم بایوچار) از آن‌ها تهیه شده، سپس برای مدت ۱ ساعت شیک شده و به ترتیب با دستگاه pHمتر و ECمتر قرائت گردیدند. مقدار نیتروژن بایوچار به روش کجلدل (Westerman, ۱۹۹۰). درصد ماده آلی بایوچار با استفاده از اختلاف وزن بایوچار و خاکستر باقی مانده حاصل از سوزاندن با آب اکسیژنه ۳۵% که روی هیتر با دمای ۱۰۵ $^{\circ}C$ قرار گرفته بدست آمده است. میزان خاکستر کل بایوچار از طریق قرار دادن بایوچار در دمای ۸۵۰درجه سانتیگراد برای مدت ۱۲ ساعت بدست آمد. ظرفیت تبادل کاتیونی بایوچارها از طریق جانشینی تمامی کاتیونهای قابل تبادل با استات سدیم در pH برابر ۲/۸ و جایگزینی با استات آمونیوم تعیین شد. میزان عناصر کلسیم، پتاسیم، سدیم، فسفر، آهن، منگنز، مس و روی بایوچارها با استفاده از خاکستر بدست آمده از اکسید کردن بایوچارها توسط H_2O_2 اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی بایوچارهای تولید شده در دماهای مختلف در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. دامنه عملکرد بایوچارهای تولید شده در دمای ۳۰۰ $^{\circ}C$ و ۶۰۰ $^{\circ}C$ به ترتیب برای کاه برنج ۳۱/۵۳% و ۶۷/۲۱% و پوسته ی برنج ۵۰/۵۸% و ۴۱/۸۲% می باشد (جدول ۱). بطور کلی عملکرد بیشتر بایوچارها در دمای پایین ناشی از کمتر تلف شدن مؤلفه‌های فرار آن می‌باشد (Shafie et al, ۲۰۱۲; Yao et al, ۲۰۱۲). چون مواد اولیه در درجه اول ترکیبی از همی‌سلولز، سلولز و لیگنین می‌باشد، که به تدریج با افزایش دمای پیرولیز این ترکیبات تجزیه شده و از عملکرد بایوچارها کاسته می‌شود (Tan et al, ۲۰۱۵). میزان خاکستر بایوچار کاه برنج در دمای ۳۰۰ $^{\circ}C$ و ۶۰۰ $^{\circ}C$ به ترتیب ۲۳% و ۳۵% و برای پوسته برنج به ترتیب ۳۰% و ۴۵% می‌باشد(جدول ۱). نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که با افزایش دمای پیرولیز میزان خاکستر تولید شده افزایش و میزان مواد فرار کاهش می‌یابد.، که نشان دهنده این است دمای تولید بالا موجب بوجود آمدن بایوچارهای پایدارتر و مستحکم تر می‌شود (Wu et al, ۲۰۱۲; Singh et al, ۲۰۱۰). همچنین افزایش دمای پیرولیز باعث افزایش pH بایوچار کاه و پوسته برنج به ترتیب از ۳/۷ به ۴/۱۰ و ۷/۶ به ۶/۹ شده است. که افزایش pH به احتمال زیاد ناشی از افزایش نمک‌های قلیایی در بخش خاکستر در طی فرایند تولید می‌باشد(Tan et al, ۲۰۱۵; Ahmad et al, ۲۰۱۴) . چن و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که در دمای پیرامون ۲۰۰ -۳۰۰ $^{\circ}C$ سلولز و همی‌سلولز تجزیه شده و تولید اسیدهای آلی و مواد فنولیک می‌کنند، که pH حاصل پایین تر خواهد شد. در دمای بیشتر از ۳۰۰ $^{\circ}C$، نمک‌های قلیایی از مخلوط آلی جدا می‌شوند و pH را افزایش می‌دهند. افزایش pH نشان می‌دهد که دارای پتانسیل اصلاح برای خنثی کردن خاک‌های اسیدی می‌باشد. که می‌تواند مهم‌ترین فاکتور در تحرک عناصر باشد. همبستگی مثبتی بین pH و EC بایوچارهای تولیدی با افزایش دمای پیرولیز وجود دارد. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که EC بایوچارهای کاه و پوسته برنج به ترتیب از ۶/۳ به ۳/۹ $dS.m^{-1}$ و ۲/۰ به ۷/۰ $dS.m^{-1}$ افزایش یافته است (جدول ۱) بایوچارهای تولید شده در دمای پایین CECبیشتری داشت ولی با افزایش دمای پیرولیز مقدار CEC کاهش می‌یابد. که نشان می‌دهد در دمای پایین گروه‌های عاملی (هیدروکسیل، کربوکسیل و کربونیل) بیشتری وجود دارند که می‌توانند در بیشتر شدن ظرفیت تبادل کاتیونی بایوچار نقش داشته باشند (Lee et al, ۲۰۱۰; Tan et al, ۲۰۱۵).

جدول ۱- عملکرد، خاکستر و آنالیز برخی خصوصیات شیمیایی بایوچار کاه و پوسته برنج

نمونه	عملکرد	خاکستر	pH (۱:۱۰)	EC	CEC
		%		$dS.m^{-1}$	$Cmolc.kg^{-1}$
کاه برنج ۳۰۰ $^{\circ}C$	۳۱/۵۳	۲۳/۰	۳/۷	۶/۳	۳۱/۶۲
کاه برنج ۶۰۰ $^{\circ}C$	۶۷/۲۷	۳۵/۰	۴/۱۰	۳/۹	۱۶/۵۲
پوسته برنج ۳۰۰ $^{\circ}C$	۵۰/۵۸	۳/۰	۷/۶	۲/۰	۵/۳۵
پوسته برنج ۶۰۰ $^{\circ}C$	۸۲/۴۱	۴۵/۰	۶/۹	۷/۰	۳۸/۱۸

جدول ۲- مقادیر نیتروژن، ماده آلی، سدیم و برخی از عناصر ماکرو و میکرو موجود در بایوچارهای مورد نظر

نمونه	N	OM	Na	Ca	K	Fe	Zn	Cu	Mn
								% mg.g^{-1}	
کاه برنج ۳۰۰^{c}	۸۹/۰	۶/۶۹	۱۲۹/۲	۳۸۹/۰	۹۸۹/۱۸	۲۱۵۲/۰	۰۶۹/۰	۰۰۸۷/۰	۳۹/۰
کاه برنج ۶۰۰^{c}	۶۱/۰	۳/۵۴	۵	۶۷۴/۰	۵۴۴/۱۹	۲۷۳۱/۰	۱۴۹/۰	۰۰۹۱/۰	۵۷/۰
پوسته برنج ۳۰^{c} ۰	۵۰/۰	۲۳/۳۸	۲۷۰/۱	۱۹۰/۰	۱۳۷/۴	۱۴۶۲/۰	۰۲۵/۰	۰۰۸/۰	۲/۰
پوسته برنج ۶۰^{c} ۰	۳۹/۰	۶/۴۴	۷۸۲/۴	۵۵۳/۰	۲۹۳/۴	۱۶۸۵/۰	۰۸۷/۰	۰۰۸۶/۰	۲۳/۰

نتایج آزمایش انجام شده نشان داد که با افزایش دمای پیرولیز مقدار نیتروژن کاهش یافته است. البته نیتروژن توزیع شده در بایوچارها با توجه به نوع گونه‌های گیاهی مختلف، متفاوت است. اما تا حد زیادی تحت تأثیر شرایط تولید آن‌ها می‌باشد که با نتایج کیم و همکاران (۲۰۱۳) و هاروی و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. مقدار ماده آلی بایوچارهای تولیدی با افزایش دمای پیرولیز کاهش یافته است.مقادیر عناصر (P, K , Ca, Na)در بایوچارهای کاه و پوسته برنج با افزایش دما ی پیرولیز افزایش می‌یابد، بیشترین مقدار این عناصر در بایوچار کاه برنج ۶۰۰^{c} می‌باشد (جدول ۲). همچنین مقادیر عناصر میکرو (Fe, Cu, Zn, Mn)در بایوچارهای تولیدی با افزایش دمای پیرولیز افزایش می‌یابد (جدول ۲) (chen et al, ۲۰۱۱). به طورکلی خصوصیات بایوچار نه تنها به ماده اولیه بستگی دارد بلکه به شرایط پیرولیز و درجه حرارت برای تولید بایوچار هم بستگی دارد.

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که بایوچار تولیدی در دمای پایین از کاه و پوسته برنج به علت شوری و اسیدیته پایین برای استفاده در خاک‌های شالیزارهای مختلف مناسب می‌باشد. به صورت کلی نیز می‌توان چنین نتیجه گیری کرد که تولید بایوچار راهکار مناسبی برای مدیریت بقایای گیاهی است.

منابع

Ahmad M., Rajapaksha A. U., Lim J.E., Zhang M., Bolan N., Mohan D., Vithanage M., Lee S. S. and Ok Y. S. ۲۰۱۴. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water.Chemosphere, ۹۹: ۱۹- ۳۳.

Chen X., Chen G., Chen L., Chen Y., Lehmann J., McBride M. B. and Hay A. G. ۲۰۱۱. Adsorption of copper and zinc by biochars produced from pyrolysis of hardwood and corn straw in aqueous solution. Bioresource Technology.

Harvey O. R., Herbert B. E., Rhue R. D. and Kua L. ۲۰۱۱. Metal interactions at the biochar-water interface:energetics and structure-sorption relationships elucidated by flow adsorption microcalorimetry. Environmental Science & Technology, ۴۵: ۵۵۵۰-۵۵۵۶.

Kameyama K., Miyamoto T., Shiono T. and Shinogi Y. ۲۰۱۰.Influence of sugarcane bagasse-derived biochar application on nitrate leaching in calcaric dark red soil.Journal of Environmental Quality, ۴۱: ۱۱۳۱- ۱۱۳۷.

Kim W.K., Shim T., Kim Y. S., Hyun S., Ryu C., Park Y. K. and Jung J. ۲۰۱۳. Characterization of cadmium removal from aqueous solution by biochar produced from a giant Miscanthus at different pyrolytic temperatures. Bioresource Technology, ۱۳۸: ۲۶۶-۲۷۰.

Lehmann J. ۲۰۰۷a. Bio-energy in the black. Frontiers in Ecology & the Environment, ۵: ۳۸۱-۳۸۷.

Lehman, J., Joseph, S., ۲۰۰۹. Biochar for environmental management.science and technology. Earthscan Publishes. pp: ۴۱۶

Lee, J.W., Kidder, M., Evans, B.R., Paik, S., Buchanan Iii, A., Garten, C.T. and Brown, R.C., ۲۰۱۰. Characterization of biochars produced from cornstovers for soil amendment. Environ. Sci. Technol. ۴۴, ۷۹۷۰-۷۹۷۴.

Miler M.P., Duvall M. and Sohi S. ۲۰۱۱. Localisation of nitrate in the rhizosphere of biochar-amended soils. Soil Biology & Biochemistry, ۴۳:۲۲۴۳-۲۲۴۶.

ShafieS. T., Salleh M. M. A., Hang L. L., Rahman M. M. and Abdul KarimGhani W.A W. ۲۰۱۲.Effect of pyrolysis temperature on the biochar nutrient and water retention capacity. Purity, Utility Reaction and Environment, ۱: ۳۲۳-۳۳۷.

Singh B., Singh B. P. and Cowie A. L. ۲۰۱۰. Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. Australian Journal of Soil Research, ۴۸: ۵۱۶-۵۲۵.

Sohi S., Loez-Capel E., Krull E. and Bol R. ۲۰۰۹. Biochar's roles in soil and climate change: A review of research needs. CSIRO Land and Water Science, ۱۸۳۴-۶۶۱۸.

Streubel, J. D., Collins, H. P., Garcia-Perez, M., Tarara, J., Granatstein, D. and Kruger, C. E. ۲۰۱۰. Influence of contrasting biochar types on five soils at increasing rates of application. Soil Science Society of America, ۷۵:۱۴۰۲-۱۴۱۳.

Tang J., Zhu W., Kookana R. and Katayama A. ۲۰۱۳. Characteristics of biochar and its application in remediation of contaminated soil- Review. Journal of Bioscience and Bioengineering, ۱۱۶: ۶۵۳-۶۵۹.

Verheijen, F.G.A., Jeffery, S., Bastos, A.C., van der Velde M. and Diafas I. ۲۰۰۹. Biochar application to soils - a critical scientific review of effects on soil properties, Processes and Functions.EUR ۲۴۰۹۹ EN, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg, ۱۴۹pp.

Westeman P.W. and Bicudo J. R. ۲۰۰۵. Management considerations for organic wastes use in agriculture. Bioresour.Technol, ۹۶: ۲۱۵-۲۲۱.

Wu W., Yang M., Feng Q., McGrouther K., Wang H., Lu H. and Chen Y. ۲۰۱۲. Chemical characterization of rice straw-derived biochar for soil amendment. Biomass and bioenergy, ۴۷: ۲۶۸-۲۷۶.

Yao,Y., Gao, B. Zhang, M. Inyang, M. and Zimmerman, A. ۲۰۱۲. Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil. Chemosphere, ۸۹: ۱۴۶۷-۱۴۷۱.

Abstract

Biochar is C-rich and porous product which is produced by thermal decomposition of biomass under oxygen-limited conditions. This study was carried out to produce and determine some characteristics of biochars for amendment of calcareous soils. The rice straw and rice husk were used to produce biochars at two thermal condition (۳۰۰ $^{\circ}C$ and ۶۰۰ $^{\circ}C$). the results showed that whit increasing of pyrolysis temperature pH, EC and some mineral elements of biochars were enhanced. However, with increasing pyrolysis temperature CEC, N content and yield were decreased.

اثر مجاورت خرفه بر جذب کادمیم توسط گیاه سویا

علی اشرفی [۱]، مرتضی زاهدی [۱]، کیمیا فهمی [۲]
۱- عضو هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانش آموخته گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
روابط متقابل گیاهان زراعی و علف‌های هرز می‌تواند تحت تاثیر عوامل محیطی مختلف از جمله تنش‌های محیطی و آلودگی فلزات سنگین قرار گیرد. این تحقیق به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کادمیم خاک بر روابط متقابل بین گیاه زراعی سویا و علف هرز خرفه، بصورت آزمایش گلدانی شامل چهار ترکیب گیاهی (خاک بدون کشت، تک کشتی سویا، تک کشتی خرفه وکشت مخلوط سویا و خرفه) و سه سطح آلودگی کادمیم خاک (شاهد، ۳ و ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) انجام شد.در حضور گیاه خرفه،کل کادمیم جذب شده توسط سویا و همچنین میزان تخصیص آن به بذر سویا کاهش یافت. این کاهش با افزایش جذب کادمیم خرفه و کاهش غلظت کادمیوم لبایل در محلول خاک همراه بود. نتایج این آزمایش نشان داد که مجاورت خرفه نه تنها برمیزان حلالیت کادمیم در خاک بلکه بر میزان جذب کادمیم و تسهیم آن به بخش‌های مختلف در گیاه سویا نیز تاثیر گذار است.

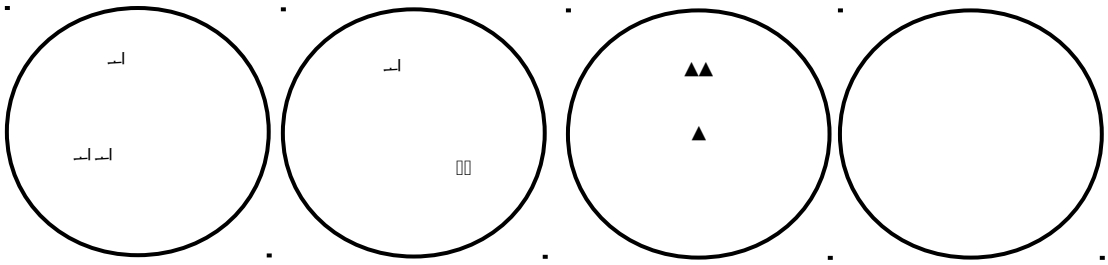
واژه های کلیدی: کادمیم، سویا، خرفه، اثر مجاورت

مقدمه
افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی باعث افزایش احتمال ورود این عناصر به گیاهان، به ویژه بخش‌های خوراکی آنها می‌شود. بنابراین، انباشته شدن فلزات سنگین در خاک علاوه بر کاهش عملکرد مورد انتظار، خطر جدی ورود این عناصر به چرخه غذایی انسان و سایر اجزاء اکوسیستم کشاورزی را نیز در بر خواهد داشت.بر اساس نتایج تحقیقات متعددی، توانایی علف‌های هرز، گیاهانی که خود همواره از مشکلات اولیه در مسیر تولید محصولات کشاورزی بوده‌اند، در گیاه‌پالایی عناصر سنگین مورد تایید قرار گرفته است (Abe *et al*., ۲۰۰۸; W*u et al*., ۲۰۰۵). با این حال، این سوال مطرح است که آیا علف‌های هرز علاوه بر جذب و خارج سازی فلزات سنگین از اراضی بایر، در مزارع تحت کشت گیاهان زراعی آلوده به این عناصر نیز کارکردی دارند. به عبارت دیگر روابط اکولوژیکی متقابل بین گیاه زراعی و علف‌های هرزی که به صورت نقطه‌ایی و لکه‌ایی در مزرعه رشد می‌کنند چه تاثیری بر جذب فلزات سنگین از خاک توسط گیاه زراعی خواهد داشت.گوو و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌ایی در یک خاک آلوده اثر مجاورت گیاه بیش‌انباشتگر *Thlaspi caerulescens* بر میزان جذب فلزات سنگین در دو گیاه همراه جو را مورد بررسی قرار دادند(Gov*e et al*., ۲۰۰۲). آنها مشاهده کردند غلظت روی در گیاه جو به دلیل تخلیه بیش از حد گیاه بیش‌انباشتگر با کاهش مواجه شد ولی غلظت کادمیم به دلیل ترشحات ریشه‌ایی گیاه بیش‌انباشتگر تا ۴/۲ برابر در مقایسه با تک کشتی آن افزایش یافت. آنها علت احتمالی این تبعیض را تکامل بیشتر مکانیسم‌های گیاه بیش‌انباشتگر برای جذب روی در مقایسه با کادمیم و همچنین اثرات متقابل این دو فلز سنگین بر یکدیگر در مرحله جذب دانستند.لیو و همکاران (۲۰۱۱) افزایش تجمع کادمیم در تنباکوی کشت شده در مجاورت شبدر را تایید کردند. آنها این افزایش جذب را ناشی از افزایش قابلیت جذب کادمیم خاک دانستند و بیان کردند ترشحات ریشه شبدر در جریان تثبیت نیتروژن از یک سو با تشکیل کلات‌های کادمیم و از سوی دیگر با کاهش pH خاک ریزوسفری، قابل جذبی کادمیم خاک را افزایش داد (Liu *et al*., ۲۰۱۱). البته پر واضح است که در شرایط معمول مزرعه وجود تراکم‌های بالاتر از آستانه کنترل علف هرز به علت رقابت با محصول زراعی قابل قبول نیست. ولی توجه به مفاهیم امنیت و سلامت غذایی حتی در خاک‌های با غلظت‌های پایین فلزات سنگین نیز می‌تواند آستانه تراکم اقتصادی علف‌های هرز در مزرعه را تغییر دهد. از این رو بررسی نقش علف‌های هرز در ترکیب با گیاه زراعی در وضعیتی که دارای ریزوسفر[۱۴۴] مشترک هستند ممکن است تعیین حدود آستانه بیولوژیکی این گیاهان مهاجم را دستخوش تغییر و دگرگونی سازد.

مواد و روش‌ها
این پژوهش در سال ۱۳۸۸ در محل گلخانه‌های آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت گلدانی و در فضای باز اجرا شد. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در ۴ تکرار و با استفاده از الگوی کاشت سری‌های افزایشی اجرا شد.خاک مورد آزمایش از بخش نکاشت یک مزرعه غیرآلوده در شهرستان فریدن که احتمال نوع آلودگی آن به فلزات سنگین حداقل بود، تهیه گردید. دو سوم این خاک پس از عبور از الک ۱۰ میلی‌متر با سطوح آلودگی ۳ و ۶ میلی‌گرم کادمیم در کیلوگرم خاک به صورت کاملاً یکنواخت آلوده شد. این یکنواختی با اسپری کردن محلول نیترات کادمیم بر روی خاک

[۱۴۴]- Rhizosphere

درون همزن دوار به دست آمد. پس از این مرحله به منظور تغییر و تبدیل این عنصر در فازهای مختلف، خاک به مدت دو ماه در رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شد. در مورد آماده سازی نمونه شاهد که فاقد هرگونه آلودگی به کادمیم بود، کلیه مراحل فوق با آب مقطر به اجرا در آمد.به منظور ایجاد شرایط یکسان در دسترسی به خاک در کلیه تیمارها، وزن خاک گلدان‌های کشت مخلوط ۲ برابر گلدان‌های تک کشتی در نظر گرفته شد. در این آزمایش تاثیر حضور علف هرز خرفه به عنوان علف هرز بر میزان جذب کادمیم در گیاه زراعی سویا Glycine max L. (رقم رشد محدود هابیت) مورد بررسی قرار گرفت. بذور سویا و خرفه با تراکم نهایی ۳ بوته در هر گلدان در آرایشی ترکیبی با خرفه مطابق شکل زیرکشت شد (شکل ۱).



گیاه خرفه :
گیاه سویا :
شکل ۱- آرایش کشت در ترکیبات گیاهی مختلف

پس از برداشت، بوته‌ها به ریشه و اندام هوایی تقسیم شده و اندام هوایی با آب مقطر و ریشه‌ها درون حمام مافوق صوت[۱۴۵](Hilson, UK) در محلول ۵ میلی مولار $CaCl_2$ شستشو شدند. سپس نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در خشک‌کن تهویه‌دار و درجه حرارت ۷۵ درجه سانتي‌گراد خشک شده و به وسیله آسیاب برقی پودر شدند. مقدار ۲/۰ گرم از پودر آسیاب شده در لوله هضم ریخته سپس ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک (۶۵%) به آن اضافه شد. بالن به مدت ۱۲۰ دقیقه بر روی صفحه داغ (Digester DK 42/26, Velp Scientifica, Milano, Italy) در دمای ۱۱۰ درجه سانتي‌گراد حرارت داده شد. سپس ۱ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۳۰ درصد به آن اضافه و به مدت ۶۰ دقیقه حرارت داده شد و با سرد شدن لوله هضم، عصاره حاصل با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف گردید (Soleiman*i et al*., ۲۰۱۰). غلظت کادمیم در عصاره صاف شده به وسیله دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی و سایر عناصر نیز به وسیله همین دستگاه و بدون کوره گرافیتی با استفاده از شعله قرائت شد.

همچنین غلظت کادمیم لبایل[۱۴۶] در خاک اطراف ریشه (به عنوان خاک ریزوسفری)، با استفاده از عصاره‌گیر NH_4NO_3 اندازه‌گیری شد. برای عصاره‌گیری کادمیم لبایل، ۵ گرم از خاک ریزوسفری با محلول یک مولار NH_4NO_3 به نسبت ۵:۱/۲ (حجمی/ وزنی) به مدت ۲ ساعتبا استفاده از همزن عمودی مخلوط گردید (Vyslouzilov*a et al*., ۲۰۰۶).غلظت کادمیم در عصاره صاف شده به وسیله دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی(Perkine Elmer ۲۱۰۰) قرائت شد.

تجزیه آماری داده ها توسط نرم افزار SAS، مقایسه میانگین ها با استفاده از شاخص کمترین اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد و آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار EXCEL ۲۰۰۷انجام شد.

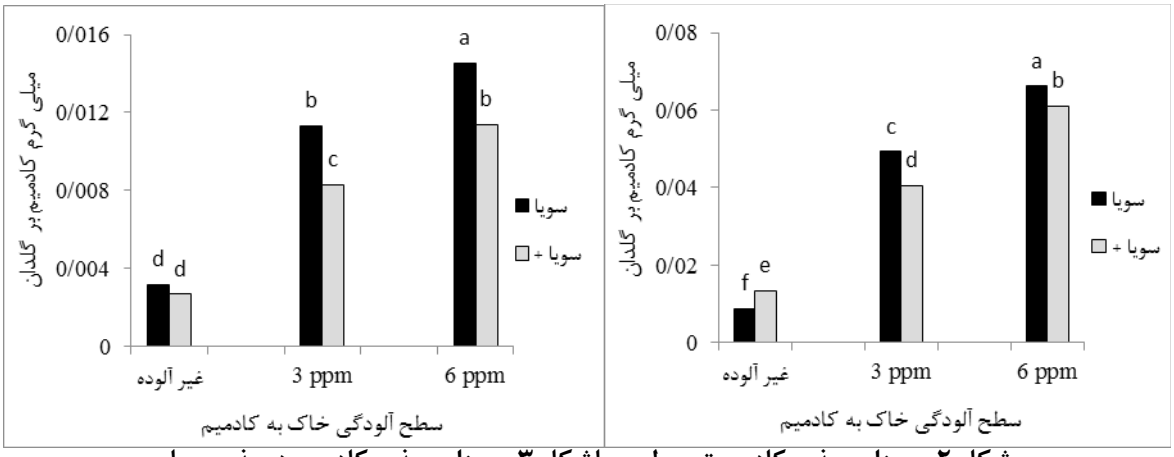
نتایج و بحث

با افزایش سطح آلودگی در همه تیمارها جذب کادمیم توسط گیاه سویا افزایش یافت (شکل ۲). این در حالی است که وجود آلودگی، روند تجمع کادمیم در تک کشتی سویا را بیشتر از سویای همراه تسریع کرد.از سوی دیگر بررسی تجمع کادمیم در گیاه خرفه در حضور سویا نشان می‌دهد که عامل جذب بیشتر کادمیم در یکی کاهش جذب در دیگری بوده است.گوو و همکاران (۲۰۰۲) مشاهده کردند که در حضور گیاه بیش‌انباشتگر *Thlaspi caerulescens* جذب روی توسط جو به طور معني‌داری کاهش یافت (Gov*e et al*., ۲۰۰۲)، که این کاهش را مي‌توان به دلیل جذب فعال روی از طریق ناقل‌های روی در ریشه گیاه بیش‌انباشتگر و کلات کننده‌های گیاهی (Phytochelator) مسیر تعرق گیاه دانست (Whiting *et al*., ۲۰۰۱). همچنین گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که گیاه *Chrysopogon zizanioides* L. می‌تواند تا حد زیادی علایم مسمومیت سرب در گیاه مجاور *Vigna mungo*راکه شامل کاهش ارتفاع، وزن‌تر و خشک، محتوای کل کلروفیل، کاروتنوئید، نیتروژن و پروتئین بودند، جبران کند (Gupt*a et al*., ۲۰۰۸).

[۱۴۵]- Ultrasonic bath

[۱۴۶]- Labile

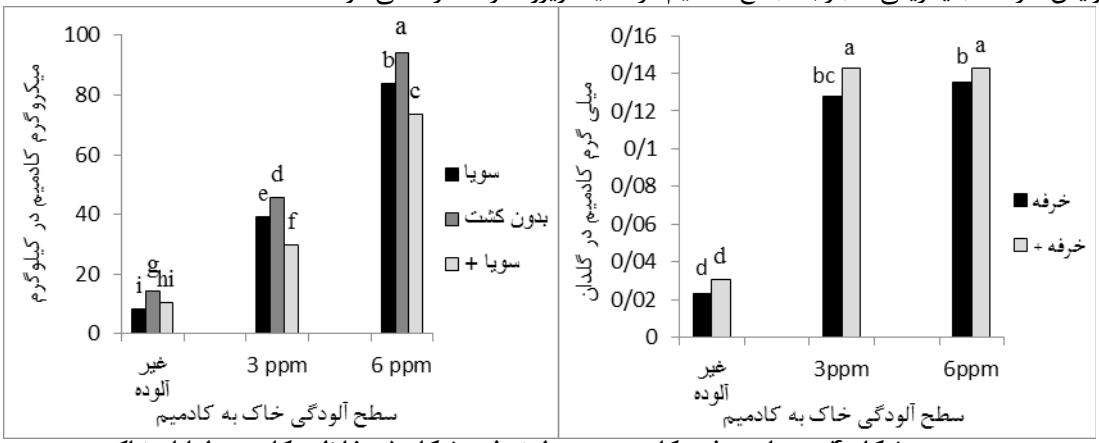
تجمع کادمیم در بذر سویا در سطوح ۳ و ۶ میلی‌گرم کادمیم در تک کشتی سویا به ترتیب ۲۵۹ و ۳۶۲ درصد و در مجاورت علف هرز خرفه به ترتیب ۲۱۰ و ۳۲۷ درصد افزایش یافت (شکل ۳). این نتایج نشان می‌دهند که در اثر افزایش غلظت کادمیم، میزان تجمع کادمیم در بذرتک کشتی سویا در مقایسه با کشت سویا در مجاورت خرفه بیشتر بود. لیو و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند که در شرایط مزرعه غلظت کادمیم در بخش‌های خوراکی ذرت و گوجه‌فرنگی کشت شده در مجاورت شبدر افزایش یافت در حالی که حضور سویا تاثیر معنی داری بر غلظت کادمیم در بخش‌های خوراکی گوجه فرنگی نداشت. آنها تغییر روابط متقابل ریشه‌ها و تاثیر لگوم‌ها بر فرایند تخصیص کادمیم در گیاه همراه را عامل افزایش تجمع کادمیم در بخش‌های خوراکی گیاهان همراه دانستند. آنها اعلام کردند که کشت مخلوط لگوم‌ها حتی در اراضی غیرآلوده به کادمیم که دارای غلظت‌های پایین‌تر از حد استاندارد می‌باشد می‌تواند منجر به آلوده شدن محصول زراعی همراه شود (Liu *et al*., ۲۰۱۲).



شکل ۲- میزان جذب کادمیمتوسط سویاشکل ۳- میزان جذب کادمیم در بذر سویا

جذب کادمیم توسط خرفه در سطوح ۳ و ۶ میلی‌گرم کادمیم در شرایط تک کشتی به ترتیب ۳۹۲ و ۳۷۶ درصد و در شرایط مجاورت با سویا به ترتیب ۲۴۴ و ۲۳۰ درصد افزایش یافت (شکل ۴). این نتایج نشان می‌دهند که در خاک آلوده به کادمیم، جذب کادمیم توسط گیاه خرفه در شرایط مجاورت با سویا در مقایسه با تک کشتی آن به نسبت کمتری افزایش یافته است. از سوی دیگر جذب کادمیم توسط سویا در حضور گیاه خرفه در مقایسه با تک کشتی سویا افزایش یافت. وو و همکاران (۲۰۰۷) نیز در بررسی اثر مجاورت گیاه ذرت و سطوح مختلف آلودگی خاک به کادمیم بر تجمع کادمیم، شاهد افزایش ۳ برابری جذب کادمیم در اندام هوایی گیاه *Sedum alfredii* به عنوان بیش‌انباشتگر کادمیم بودند(Wu *et al*., ۲۰۰۷).

افزایش سطح کادمیم خاک درکلیه تیمارها، باعث افزایش غلظت کادمیم لبایل خاک شد (شکل ۵).در کلیه تیمارهای آلوده، حضور گیاه در خاک باعث کاهشغلظت کادمیم لبایل خاک شد که احتمالا دلیل این تغییر را می‌توان به توانایی بالاتر دو گیاه برای تخلیه کادمیم نسبت داد. غلظت کادمیم لبایل خاک تحت کشت مخلوط سویا و خرفه نسبت به تک کشتی سویا در سطوح صفر، ۳ و ۶ میلی‌گرم کادمیم به ترتیب ۰/۲۵، ۴/۲۴- و ۲/۱۲- درصد تغییر یافت. حضور گیاهان مجاور در برخی از شرایط به دلیل سرعت جذب بیشتر یا سرعت جایگزینی پایین‌تر منجر به تخلیهکادمیم از محیط ریزوسفر و در برخی شرایط به دلیل کاهش سرعت جذب و افزایش سرعت جایگزینی منجر به تجمع کادمیم در محیط ریزوسفر مشترک می‌شود (Wieshammer *et al*., ۲۰۰۷).



شکل ۴- میزان جذب کادمیم توسط خرفه شکل ۵- غلظت کادمیم لبایل خاک

منابع

Abe T., Fukami M. and Ogasawara M. ۲۰۰۸. Cadmium accumulation in the shoots and roots of ۹۳ weed species. Soil Science and Plant Nutrition, ۵۴: ۵۶۶-۵۷۳.

Gove B., Hutchinson J. J., Young S. D., Craigon J. and McGrath S. P. ۲۰۰۲. Uptake of metals by plants sharing a rhizosphere with the hyperaccumulator Thlaspi caerulescens. International Journal of Phytoremediation, ۴: ۲۶۷-۲۸۱.

Gupta D. K., Srivastava A. and Singh V. P. (۲۰۰۸) Phytoremediation of induced lead toxicity in Vigna Mung L. by vetiver grass. In First Indian National Vetiver WorkshopCochin, India, pp. ۲۱۳-۲۱۵.

Liu L., Li Y., Tang J., Hu L. and Chen X. ۲۰۱۱. Plant coexistence can enhance phytoextraction of cadmium by tobacco (Nicotiana tabacum L.) in contaminated soil. Journal of Environmental Sciences (China), ۲۳: ۴۵۳-۴۶۰.

Liu L., Zhang Q., Hu L., Tang J., Xu L., Yang X., Yong J. W. H. and Chen X. ۲۰۱۲. Legumes can increase cadmium contamination in neighboring crops. PLoS ONE, ۷: e۴۲۹۴۴.

Soleimani M., Hajabbasi M. A., Afyuni M., Mirlohi A., Borggaard O. K. and Holm P. E. ۲۰۱۰. Effect of endophytic fungi on cadmium tolerance and bioaccumulation by Festuca arundinacea and Festuca pratensis. International Journal of Phytoremediation, ۱۲: ۵۳۵-۵۴۹.

Vyslouzilova M., Puschenreiter M., Wieshammer G. and Wenzel W. W. ۲۰۰۶. Rhizosphere characteristics, heavy metal accumulation and growth performance of two willow (Salix— rubens) clones. Plant Soil and Environment, ۵۲: ۳۵۳-۳۶۱.

Whiting S. N., Leake J. R., McGrath S. P. and Baker A. J. M. ۲۰۰۱. Hyperaccumulation of Zn by Thlaspi caerulescens can ameliorate Zn toxicity in the rhizosphere of cocropped Thlaspi arvense. Environmental Science and Technology, ۳۵: ۳۲۳۷-۳۲۴۱.

Wieshammer G., Unterbrunner R., Garcia T. B., Zivkovic M., Puschenreiter M. and Wenzel W. ۲۰۰۷. Phytoextraction of Cd and Zn from agricultural soils by Salix ssp. and intercropping of Salix caprea and Arabidopsis halleri. Plant and Soil, ۲۹۸: ۲۵۵-۲۶۴.

Wu C., Chen X. and Tang J. ۲۰۰۵. Lead accumulation in weed communities with various species. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۶: ۱۸۹۱-۱۹۰۲.

Wu Q., Wei Z. and Ouyang Y. ۲۰۰۷. Phytoextraction of metal-contaminated soil by Sedum alfredi H: Effects of chelator and co-planting. Water Air and Soil Pollution, ۱۸۰: ۱۳۱-۱۳۹.

ABSTRACT

Bioaccumulation of heavy metals can be affected by various crop-weed interactions in agroecosystems. An experiment was conducted to evaluate the role of below ground interaction of soybeanand purslane (*Portulaca oleracea* L.) weed on cadmium (Cd) uptake and its allocation to soybean grains. The experimental treatments were included four cropping systems (unplanted soil, mono culture of each plant and mixed culture of them) and three levels of Cd in soil (Control; ۳ and ۶ mg/kg).Results show that the decreasing uptake and grain allocation of Cd in co-planted soybean was associated with enhancing of purslane Cd uptake and the depletion of Cd in soil solution. Therefore, it can be concluded that co-planted purslane can alter the uptake of cadmium to the neighboring soybean plants.

تأثیر شوری و مس بر خصوصیات بافت آوندی نهالهای پسته در شرایط گلخانه

سمانه اسکندری [۱]، وحید مظفری [۲]
۱- دانشجوی دکتری رشته ی خاکشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده
بهمنظور بررسی تأثیر سطوح مختلف مس و شوری بر بافت آوندی نهالهای پسته، یک آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور شامل شوری در پنج سطح (۰، ۸۰۰، ۱۶۰۰، ۲۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک از منبع کلرید سدیم) و مس در چهار سطح (۰، ۵/۲، ۵ و ۵/۷ میلیگرم مس در کیلوگرم خاک از منبع سولفات مس) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه اجرا شد. جهت تعیین وضعیت آناتومیکی گیاه از روش میکروتوم و دستی استفاده شد. نتایج نشان داد افزایش شوری باعث کاهش ضخامت پارانشیم پوست، حلقه آوند آبکش و تعداد کانالهای رزینی ساقه و ریشه گردید، در حالیکه ضخامت مغز ساقه را افزایش داد. مصرف مس در شرایط شور باعث کاهش ضخامت لایه آوند چوب و افزایش ضخامت لایه آوند آبکش ساقه شد. به عبارت دیگر کاربرد مس در شرایط شور تا حدی اختلالات به وجود آمده در اثر شوری را تقلیل داد.

واژههای کلیدی: شوری، پسته، مس، بافت آوندی

مقدمه
طبیعت مواد مادری خاکها از یک طرف و بارندگی کم از طرف دیگر سبب شده تا خاکهای مناطق وسیعی از کشور، آهکی و مبتلا به تنش شوری باشند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی این خاکها بهگونهای است که ظرفیت بالایی برای تثبیت عناصر غذایی و کاهش قابلیت جذب آنها توسط گیاه دارد.
پسته (*Pistacia vera* L.) گیاهی نیمهگرمسیری از خانواده Anacardiaceae و از عمدهترین محصولات صادراتی غیرنفتی میباشد که عمدتاً در خاکهای آهکی و متأثر از نمک کشت شده است. در این خاکها، مخصوصاً منطقه رفسنجان به عنوان قطب اصلی کشت پسته در ایران، به دلیل بالا بودن pH و مقدار قابلتوجه مواد خنثی شونده، شور بودن خاک و آب آبیاری، جذب عناصر کممصرف با مشکل جدی مواجه بوده و در نتیجه درختان پسته با کمبود عناصر کممصرف مخصوصاً روی و مس مواجه هستند (حیدری نژاد و ابوسعیدی، ۱۳۸۴؛ خوشگفتارمنش، ۱۳۸۳).
مس از جمله عناصر ضروری برای رشد و توسعه گیاهان است. این عنصر به مقدار کمی به وسیله گیاه جذب میشود، به نحوی که سطح بحرانی آن در بخشهای سبزینهای گیاه ۳ تا ۵ میکروگرم در گرم ماده خشک میباشد (Marschner، ۱۹۸۵).
با توجه به نقش مس در گیاه و مشکل شوری در خاکهای تحت کشت پسته، اهداف اصلی این مطالعه، بررسی تأثیر شوری و مس بر برخی خصوصیات آناتومیکی نهالهای پسته و ارزیابی تأثیر عنصر مس بر کاهش اثرات منفی تنش شوری میباشد.

مواد و روشها
در ابتدا خاک کافی از عمق ۳۰-۰ سانتی متری از ۳۰ کیلومتری شهرستان سیرجان در استان کرمان که از نظر شوری و مس قابل استفاده در حد پایینی بود، تهیه و پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلیمتری بعضی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید(جدول ۱).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاك مورد استفاده در آزمایش

ECe dSm^{-1}	pH	CCE	FC	O.M	Cu	P	K	بافت	سیلت	شن	رس
		%			$mgkg^{-1}$				%		
۱	۵/۷	۲۷	۱۸	۵/۰	۴/۰	۳۵/۵	۱۰۰	لوم شنی	۱/۲۳	۴/۷۱	۵/۵

بذرهای پسته (رقم بادامی زرند و قزوینی) از موسسه تحقیقات پسته کشور تهیه و پس از جداسازی پوست سخت بر علیه قارچ، ضد عفونی و جهت جوانه زدن برای کاشت به مدت چند روز میان پارچههای متقال مرطوب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شد.. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان صورت گرفت. فاکتور مس شامل چهار سطح ۰، ۵/۲ ، ۵ و ۵/۷ میلی گر مس در کیلوگرم خاک از منبع سولفات مس، و فاکتور شوری شامل پنج سطح ۰ ، ۸۰۰ ، ۱۶۰۰ ، ۲۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک از منبع کلرید سدیم بودند. مقدار پنج کیلوگرم خاك مورد نظر داخل پاکتهای پلاستیکی ریخته و بر اساس نتایج آزمون خاک، عناصر غذایی نیتروژن از منبع اوره و فسفر و

پتاسیم از منبع فسفات پتاسیم ($3H2O.K_3PO_4$) هر یك بهمیزان ۵۰ میلیگرم در کیلوگرم خاك، بهصورت محلول به خاک اضافه شد. همچنین طبق نقشه طرح، سطوح مختلف مس بهصورت محلول به خاك داخل پاکتها اضافه گردید. پس از رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه، خاک موجود در هر کیسه به خوبی مخلوط شد تا در تمام قسمتها یکنواخت گردد. جهت کشت، ۱۲۰ گلدان به قطر ۱۶ و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر تهیه و خاك داخل پاکتها به گلدانهای پلاستیکی مربوطه به هر تیمار منتقل گردید. در هر گلدان تعداد ۸ بذر جوانه زده در عمق ۳ سانتیمتری کشت گردید. آبیاری گلدانها تا پایان آزمایش بوسیله آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت مزرعه همراه با توزین مرتب آنها صورت گرفت. تیمارهای شوری طبق نقشه طرح و پس از استقرار کامل نهالها به فواصل زمانی یك هفته بهصورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدانها اضافه گردید. سپس در هفته دهم، تعداد نهالها به ۵ بوته در هر گلدان تقلیل داده شد.

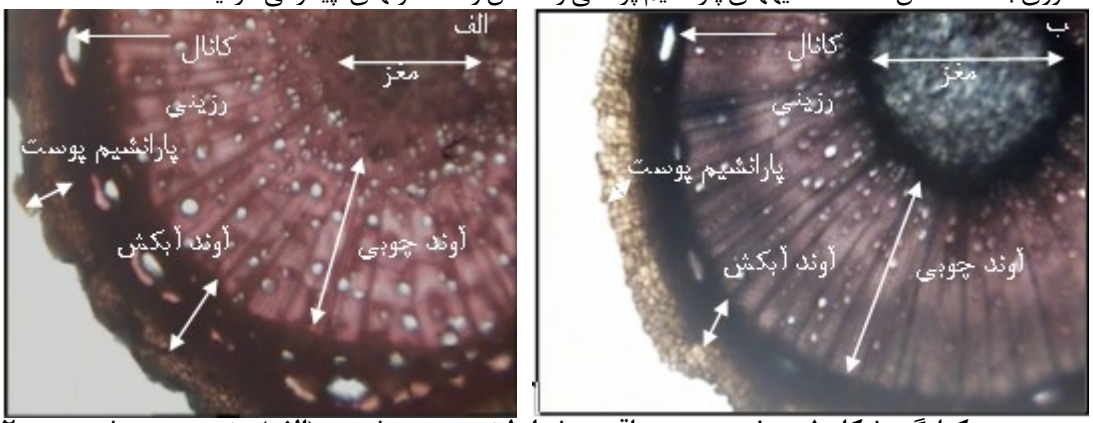
بهمنظور تعیین وضعیت آناتومیکی گیاه، هنگام برداشت از ساقه و ریشه نهالهای پسته، قطعاتی به طول ۲ سانتیمتر (از ۳ سانتیمتری محل طوقه) تهیه و در محلول FAA (مخلوط فرمالین ۳۷ درصد، الکل اتانول ۹۵ درصد و اسید استیک به ترتیب به نسبت ۵/۶، ۱۰۰ و ۵/۲ درصد) فیکس گردید (Gadallah و ۱۹۹۷ ، Ramadan) و سپس جهت تهیه برش از نمونه های ساقه و ریشه از روش میکروتوم (Rotary Microtome, Reichert-June۲۰۳۰,Germany) استفاده شد. اما بهدلیل ضخامت زیاد و خشبی بودن ساقههای پسته برشهای مناسبی بهدست نیامد و در نتیجه از روش دستی (طالبی، ۱۳۸۷) استفاده گردید. در نهایت برشهای تهیه شده توسط سافرانین و فاست گرین رنگ آمیزی و نمونههای ریشه و ساقه به صورت جداگانه روی لام قرار گرفتند و ضخامت پوست، مغز و دستجات آوندی با استفاده از میکروسکوپ نوری مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

ساختمان آناتومیکی ساقه:

نتایج بهدست آمده از مطالعه برشهای عرضی ساقه که توسط میکروسکوپ نوری و با استفاده از بزرگنماییهای مختلف صورت گرفت، نشان داد که سطوح مختلف شوری و مس تأثیر مشخصی بر ساختمان ساقه و بهویژه بافت آوندی پسته داشت:

۱- افزایش شوری موجب کاهش ضخامت لایههای پارانشیم پوست (فاصله اپیدرم تا اولین دستجات آوندی) گردید (شکل ۱). طالبی (۱۳۷۸)، پس از مقایسه ساختمان ساقه در دو رقم پسته و در شرایط شور و غیر شور، گزارش کرد که در هر دو واریته بادامی و قزوینی، شوری باعث کاهش ضخامت لایههای پارانشیم پوستی و کاهش رشد سلولهای اپیدرمی گردید.



شکل ۱ - برش عرضی ساقه در شرایط نبود مس وشوری (الف) و نبود مس و شوری ۳۲۰۰ میلی گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاك (ب) با بزرگنمایی میکروسکوپ x۴۰.

۲ - با افزایش شوری، ضخامت حلقه آوندهای آبکش کاهش یافت (شکل ۱). نتایج بهدست آمده با گزارشهای طالبی (۱۳۸۷) مطابقت دارد. کشاورز و ملکوتی (۱۳۸۴) پس از اعمال تیمارهای شوری بر روی گندم، مشاهده کردند که تعداد دستجات آوندی و همچنین قطر آوندها در گیاهان تحت تنش شوری بهطورقابل ملاحظهای کاهش یافت. اثر شوری بر بافت و نمو اندامها ممکن است اثر مستقیم نمك بر سرعت تقسیم سلولی و در نتیجه سرعت کمتر نمو یا کاهش در طول مدت توسعه باشد (طالبی، ۱۳۸۷).

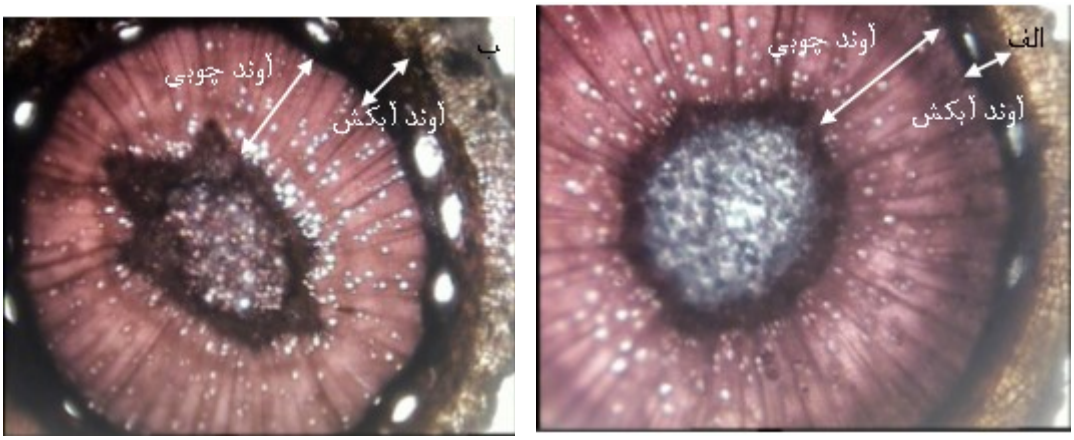
۳- افزایش شوری باعث افزایش ضخامت مغز گردید (شکل ۱). نتایج مشابهی توسط کشاورز و ملکوتی (۱۳۸۴) بهدست آمد. گادالا و رامادان (۱۹۹۷) نشان دادند که شوری باعث کاهش بافت آوندی شد، در حالیکه سلولهای پارانشیم مغز را زیاد نمود.

۴- افزایش شوری موجب کاهش تعداد و پراکندگی کانالهای رزینی گردید. همانگونه که در شکل ۱ مشاهده میشود، در تیمار شاهد، کانالهای رزینی به تعداد زیاد و بهصورت منظم در سطح آوندهای آبکش وجود دارند، اما در شوری ۳۲۰۰ میلیگرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاك، از تعداد این کانالها به طورقابلملاحظهای کاسته و اندازه آنها در مقایسه با تیمار شاهد کوچکتر شد. به نظر میرسد، کاهش تعداد کانالهای رزینی در شرایط شور به دلیل کاهش رشد سلولهای سازنده و یا کاهش متابولیسم گیاه و در نتیجه سازگاری گیاه نسبت به شرایط شور باشد.

نتایج تأثیر مس بر ساختمان ساقه (شکل ۲) نشان داد، در شرایط خیلی شور (۳۲۰۰ میلیگرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاك)، افزایش مس باعث کاهش ضخامت لایه آوند چوب و افزایش ضخامت لایه آوند آبکش شد. به علاوه تعداد و اندازه کانالهای رزینی در

گیاهان تیمار شده با مس نسبت به گیاهان شاهد در شوری یکسان بیشتر بود. ضخامت پوست ساقه با افزایش کاربرد مس تغییر چندانی حاصل نکرد.

مطالعات اندکی در مورد بررسی اثر فلزات سنگین بر خصوصیات آناتومیکی گیاهان انجام گرفته است. کاسیم (۲۰۰۶)، طی مطالعهای اثر مس و کادمیوم را روی خصوصیات آناتومیکی سورگوم بررسی و نشان داد که کاهش در قطر آوندهای چوبی در ساقه، رگبرگ و ریشه در پاسخ به تیمارهای فلزات سنگین بهطور معنیداری بیشتر بود که این کاهش در ریشه از همه بیشتر و در رگبرگ از همه کمتر بود.



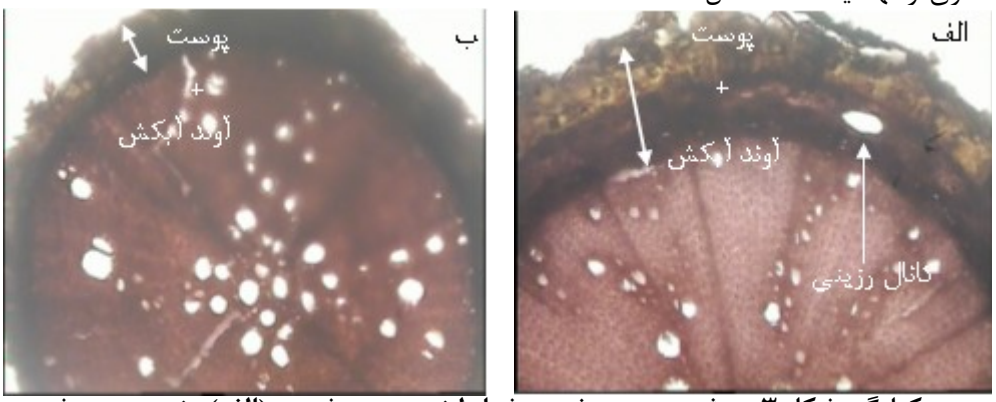
شکل ۲- مقایسه ضخامت پارانشیم چوب و قطر آوند آبکش در برش عرضی ساقه تحت شوری ۳۲۰۰ میلی گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک (ب) با بزرگنمایی میکروسکوپ‌در کیلوگرم خاک، عدم کاربرد مس (الف)؛ پس از کاربرد ۵/۷ میلی گرم مس در کیلوگرم خاک x۴۰.

ساختمان آناتومیکی ریشه:

نتایج حاصل از مطالعه برشهای عرضی ریشه نیز نشان داد که سطوح مختلف شوری و مس تأثیر محسوسی بر ساختمان ریشه داشت:

۱- همانند ساقه، با افزایش شوری ضخامت لایههای پارانشیم پوستی و قطر آوند آبکش در ریشه کاهش یافت (شکل ۳).

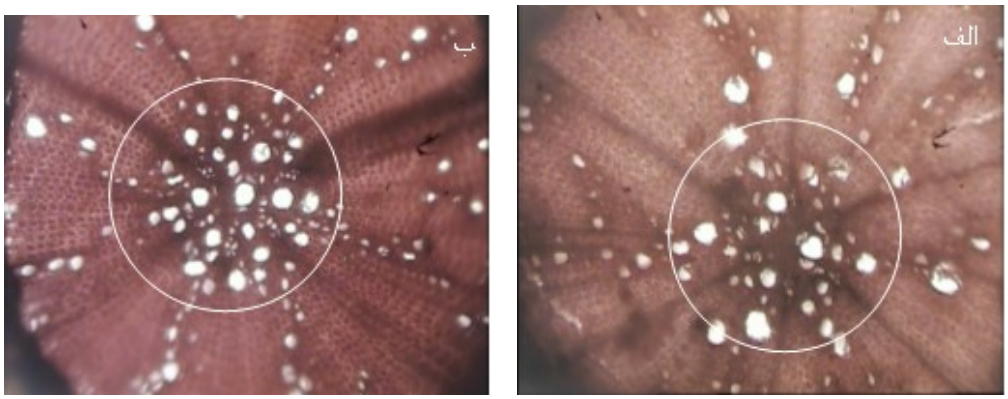
۲- با افزایش شوری تعداد و پراکندگی کانالهای رزینی شدیدا کاهش یافت، بهطوریکه در تیمار ۳۲۰۰ میلیگرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک، اثری از آنها دیده نشد (شکل ۳).



شکل ۳- برش عرضی ریشه در شرایط نبود مس وشوری (الف) و نبود مس و شوری ۳۲۰۰ میلی گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک (ب) با بزرگنمایی میکروسکوپ x۱۰

نتایج تأثیر مس بر ساختمان ریشه نشان داد که:

مغز ریشه که در شرایط عدم کاربرد مس پخشیده بود و مرز مشخصی نداشت، با افزایش کاربرد مس، انسجام یافته و از بافتهای پارانشیمی اطراف، قابل تشخیص گردید (شکل ۴). این تغییر در شوری ۳۲۰۰ میلیگرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک نیز مشخص بود.



گرم مس درکیلوگرم‌شکل ۴- مقایسه وضعیت مغز ریشه در تیماربدون شوری و عدم کاربرد مس (الف) و کاربرد ۵/۷ میلیx۱۰ خاك (ب) با بزرگنمایی میکروسکوپ

کاسیم (۲۰۰۶) مشاهده کرد که مس و کادمیوم، به خصوص وقتی که در ترکیب با یکدیگر به کار رفتند، باعث کاهش معنیدار قطر ریشه گردیدند. همچنین ضخامت کل و ضخامت پارانشیم مزوفیلی رگبرگ‌ها در تیمارهای مختلف مس و کادمیوم بهطورمعنی داری کاهش یافت و عنوان نمود که مهم ترین علت کاهش ضخامت رگبرگ اصلی و قطر ریشه، کاهش مشخص ضخامت بافتهای پارانشیمی این اندامها بوده است.

منابع

حیدری نژاد، ع. و ابوسعیدی، د. ۱۳۸۴. شناسایی و بررسی عوامل موثر ریز برگی درختان پسته (قرمزو) از دیدگاههای بیماریهای گیاهی، تغذیه و آبیاری. گزارش نهایی بخش تحقیقات آبیاری و تغذیه موسسه تحقیقات پسته کشور.

خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۳. تعیین مهمترین عوامل محدود کننده تولید پسته در اراضی شور استان قم. پژوهشنامه استان قم، مجموعه مقالات تحقیقات استان قم، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان قم، شمارهی ۲.

طالبی، م. ۱۳۸۷. تاثیر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی در دو رقم پسته. پایاننامه کارشناسی ارشد، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان.

کشاورز، پ. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. اثر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی گندم. مجله علوم خاك و آب. شمارهی ۱۹.

Gadallah M.A. and Ramadan T. ۱۹۹۷. Effects of zinc and salinity on growth and anatomical structure of *Carthomus tinctures* L., Biologia Plantarum, ۳۹:۴۱۱-۴۱۸.

Kasim W.A. ۲۰۰۶. Changes induced by copper and cadmium stress in the anatomy and grain yield of Sorghum bicolor (L.) Moench. J. Agric. Biol. ۱:۱۲۳-۱۲۸.

Marschner H. ۱۹۹۵. Functions of mineral nutrients: Micronutrients. *In*: Mineral nutrition of higher plants, ۲nd ed. Academic Press Limited. San Diego. CA, pp: ۳۱۳-۳۹۶.

Abstract

To investigate the effects of different levels of salinity and copper on vascular tissue of pistachio trees, a factorial experiment was conducted with two factors including salinity at five levels (۰, ۸۰۰, ۱۶۰۰, ۲۴۰۰ and ۳۲۰۰ mg kg^{-1} soil as NaCl) and copper at four levels (۰, ۲.۵, ۵ and ۷.۵ mg kg^{-1} soil as $CuSO_4.5H_2O$) in a completely randomized design with three replications. The microtome and hand techniques were used to assess the plant anatomical situation. The results showed that increasing salinity decreased the parenchyma layer thickness, amount of resin channels and thickness of the phloem layer in stems and roots, while increasing stem pulp thickness. Copper application in saline conditions reduced the thickness of xylem layer and increased the thickness of the phloem layer in stem. In other words, the use of copper in such conditions somewhat reduced the disorders caused by salinity.

تاثیر پرایمینگ بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه روغنی دان سیاه (*Guizotia abyssinica* Cass) تحت تنش شوری

محمد رفیعی الحسینی ۱ و افسانه بدل زاده ۲
۱ - استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده
به‌منظور مطالعه تاثیر پرایمینگ بذر در کاهش اثرات شوری در مرحله جوانه‌زنی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل ترکیب تیماری پتانسیل اسمزی محلول پرایمینگ بذر با پلی اتیلن گلیکول در چهار سطح (۰، ۴-، ۸- و ۱۲- بار) و تیمار شوری در پنج سطح (۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) با نمک Nacl بود. نتایج نشان داد که حداکثر درصد جوانه‌زنی و حداکثر طول ریشه‌چه برای پرایم (۱۲-) بار، به‌ترتیب، در غلظت شوری شاهد و ۲۵ میلی‌مولار به‌دست آمد. حداقل طول ریشه‌چه برای پرایم شاهد با غلظت شوری ۱۵۰ میلی‌مولار بدست آمد. حداکثر و حداقل طول ساقه‌چه، به‌ترتیب، در تیمار پرایم (۱۲-) بار و شاهد با شوری شاهد و غلظت ش وری ۱۰۰ میلی‌مولار مشاهده گردید. حداکثر میانگین زمان جوانه‌زنی و میانگین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب برای پرایم شاهد و پرایم (۱۲-) بار با شوری شاهد به دست آمد.

واژه های کلیدی: پرایمینگ بذر، دان سیاه، شاخص‌های جوانه زنی، شوری.

مقدمه
دان سیاه با نام علمی (Guizotia abyssinica Cass)، از خانواده Asteraceae از دانه‌های روغنی فراموش شده می‌باشد. طبق دسته‌بندی گیاهان براساس تحمل به شوری که توسط مانس (۱۹۸۶) انجام شده است، گیاه روغنی دان سیاه جزء گیاهان حساس به شوری به شمار می‌آید. شوری یکی از مشکلات محیطی جدی است که باعث ایجاد تنش‌های اسمزی، مسمومیت یونی، اختلال در متابولیسم، کاهش عملکرد و کیفیت گیاه می‌گردد (Turan et al., ۲۰۱۰). به دلیل افزایش مشکلات ناشی از شوری، نیاز به توسعه محصولاتی با تحمل بیشتر نسبت به شوری به طور بسیار جدی افزایش یافته است. یکی از تکنیک‌های جدید در این راستا، استفاده از پیش تیمارهای بذری است که در حالت کلی تحت عنوان پرایمینگ بذر نامیده می‌شوند. پرایمینگ روشی است که به واسطه آن بذور پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجه شدن با ش رایط اکولوژیکی محیط، به لح اظ فیزیول وژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به دست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در بذر پرایم شده و گیاه حاصل از آن گردد، به طوری که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه نبات، بهره‌برداری از نهاده‌ه ای محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (Pill and Necker, ۲۰۰۱). به طور کلی پرایمینگ از طریق افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، حفظ تعادل یونی و نیز ایجاد تعادل هورمونی، از گیاه در برابر اثرات نامطلوب تنش شوری محافظت کرده و رشد آن را تحت چنین شرایطی بهبود می‌بخشد. هدف از اعمال پیش تیمار جوانه‌زنی، ارزیابی اثرات آن بر شرایط جوانه‌زدن بذر تحت شرایط تنش شوری است. بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی پیش تیمار بذر با نمک کلرید سدیم (Nacl) بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه روغنی دان سیاه تحت تنش شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها
این مطالعه در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. فاکتور اول پرایمینگ بذر با پلی اتیلن گلیکول در ۴ سطح (۰، ۴-، ۸-، ۱۲- بار) و فاکتور دوم تنش شوری با نمک کلرید سدیم (Nacl) در پنج سطح (۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) بود. جهت انجام آزمایش از بذر دان سیاه که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شده بود استفاده گردید. قبل از انجام آزمایش، بذور ابتدا ۳ بار با آب مقطر، سپس ۱۰ ثانیه با الکل اتانول ۷۰ درصد و در نهایت ۱۰ دقیقه با محلول ۲ درصد هیپوکلریت سدیم ضدعفونی شدند. در هر پتری ۲۵ عدد بذر کشت شده و ۳ میلی‌لیتر محلول کلرید سدیم با سطوح پتانسیل اسمزی بسته به تیمار افزوده گردید و به منظور کاهش میزان تبخیر آب، دور پتری‌ها با سلفون بسته شد. شمارش بذرهای جوانه‌زنی از روز اول به صورت روزانه در ساعتی معین انجام گردید. به هنگام شمارش، بذوری جوانه‌زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها ۱ میلی‌متر بود. با شمارش روزانه بذرهای ج وانه‌زده، میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT)، درصد جوانه‌زنی (G%)، میانگین سرعت جوانه‌زنی (R)، طبق معادلات زیر و در نهایت طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (بر حسب سانتی‌متر) تعیین گردید. میانگین مدت زمان جوانه‌زنی مرتبط با مدت زمانی (روز) است که ریشه‌چه از بذرخارج می‌شود، هر چه مقدار عددی آن کوچک‌تر باشد نشان از جوانه‌زنی سریع‌تر می‌باشد که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد (Mahmoodi *et al*., ۲۰۰۳).

$$MGT = \frac{\sum(n_i t_i)}{N} \quad (۱)$$

$$\%G = \frac{\text{تعداد بذور جوانه زده در پایان آزمایش}}{\text{تعداد کل بذور}} * 100 \quad (۲)$$

$$R = (\frac{1}{MGT}) \times 100 \quad (۳)$$

در این معادلات n_i: تعداد بذور جوانه‌زده طی t روز، t_i تعداد روزها از ابتدای جوانه‌زنی، جمع کل حاصل‌ضرب تعداد بذور جوانه‌زده و تعداد روزهای جوانه‌زنی، N تعداد بذور جوانه‌زده در پایان آزمایش می‌باشد. تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با آزمون LSD و با استفاده از نرم افزار MSTAT-Cدر سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که پرایم اثر معنی‌دار بر درصد جوانه‌زنی نداشت در حالی که اثر شوری و اثر متقابل پرایم و شوری بر درصد جوانه زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری نشان داد که بالاترین درصد جوانه زنی در ۵۰ میلی‌مولار و کمترین آن در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی برای پرایم (۱۲-) بار و سطح شوری شاهد و کمترین درصد جوانه‌زنی برای پرایم (شاهد) و سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار به دست آمد (شکل ۱). نتایج این تحقیق نشان داد که شوری، درصد جوانه‌زنی بذور را در حد معنی‌داری کاهش می‌دهد. از آنجائیکه گیاه دان سیاه بسیار حساس به شوری است لذا میزان جوانه‌زنی آن در شوری‌های بالاتر از ۵۰ میلی‌مولار به شدت کاهش می‌یابد. کاهش درصد جوانه‌زنی بذور دان سیاه در معرض غلظتهای بالای شوری، ممکن است به سبب تجمع نمک در بافت‌های بذر باشد که تاثیرات سمی جبران ناپذیری را بر جای می‌گذارد و جذب آب توسط دانه را مختل می‌کند.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه دان سیاه

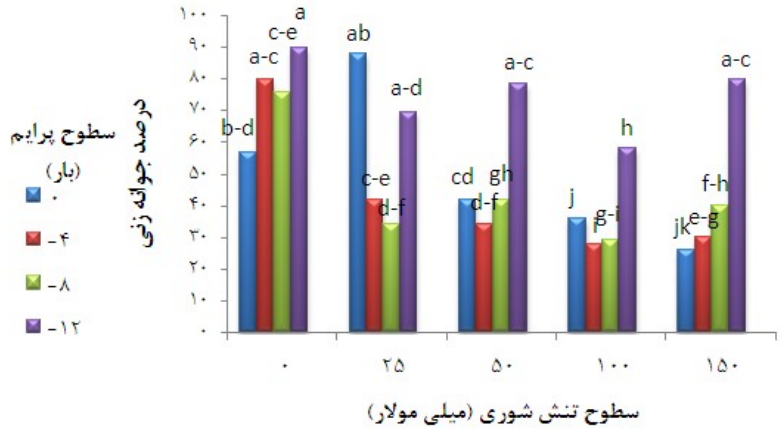
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه
بلوک	۲	۲۶/۴۹ ns	۰۲۵/۰ ns	۸۰/۶ ns	۱۱/۰ ns	۰۱۶/۰ ns
پرایم	۳	۱۵/۱۰۰ ns	۳۰۲/۰**	۰۴/۷۶ ns	۳۴/۰ ns	۳۴/۱*
شوری	۴	۴۳/۸۳۷**	۴۸۳/۰**	۴/۸۴۵**	۶۸/۹**	۴۰/۵۲**
پرایم × شوری	۱۲	۷۶/۵۲۶**	۴۸۷/۰**	۳۰/۴۸۷**	۵۳۳/۰**	۷۰/۰ ns
خطا	۳۸	۰۷/۲۸	۰۳۴/۰	۳۹/۱۲	۰۵۷/۰	۲۴/۰
CV	-	۷۴/۷	۳۳/۱۰	۰۱/۶	۹۴/۱۱	۰۴/۱۴

.و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد * ، ns

جدول ۲: مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری بر صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی، ضریب جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه گیاه دان سیاه

سطوح شوری	درصد جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	میانگین سرعت جوانه‌زنی (۱/روز)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)
شاهد	bc۱۶/۷۰	b۸۰/۱	b۳۷/۶۰	c۳۱/۲	b۳۶/۴
۲۵ میلی‌مولار	ab۵۰/۷۴	c۵۸/۱	a۱۰/۶۶	a۹۹/۲	a۸۹/۵
۵۰ میلی‌مولار	a۶۶/۷۵	ab۹/۱	c۷۷/۴۶	b۵۹/۲	b۶۳/۴
۱۰۰ میلی‌مولار	d۸۳/۵۴	c۵۸/۱	a۲۷/۶۵	d۱۸/۱	c۷۶/۱
۱۵۰ میلی‌مولار	c۶۷	a۰۵/۲	c۷۴/۵۰	e۹۴/۰	d۹۱/۰

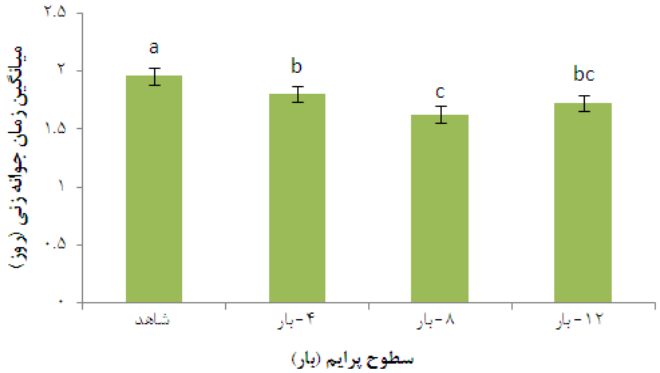
در سطح احتمال ۵% دارای تفاوت معنی‌داری LSD در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون نمی‌باشند.



.شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری و پرایم بر درصد جوانه‌زنی گیاه دان سیاه

میانگین زمان جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایمینگ، تنش شوری و اثر متقابل آن‌ها بر میانگین زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که بیشترین میانگین زمان جوانه زنی برای تیمار ۱۵۰ میلی مولار تنش شوری (جدول ۲) و تیمار پرایم شاهد (شکل ۲) بدست آمد. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بیشترین میانگین جوانه‌زنی برای پرایم شاهد با سطح شوری (شاهد) و کمترین میانگین جوانه‌زنی برای تیمار پرایم شاهد و سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بود (شکل ۳).



شکل۲. مقایسه میانگین سطوح مختلف پرایم بر میانگین زمان جوانه‌زنی گیاه دان سیاه. میانگین‌های دارای حروف مشابه .فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند LSD براساس آزمون

به نظر می‌رسد در جوانه‌زنی تحت تنش شوری و خشکی به دلیل افت پتانسیل اسمزی، فرآیند جذب آب مختل شده و در ادامه نیز از فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز بازداری می‌شود (Afzal et al., ۲۰۰۵). تنش شوری باعث می‌شود که بذر نتواند رطوبت مورد نیاز خود را به میزان کافی جذب نماید و با ایجاد نوعی خشکی فیزیولوژیکی، میانگین زمان جوانه‌زنی آن را کاهش می‌دهد. در تنش شوری به علت کاهش پتانسیل آب محیط اطراف بذر، مدت زمان بیشتری طول می‌کشد تا بذر بتواند آب مورد نیاز خود را به مقدار کافی به دست آورد.

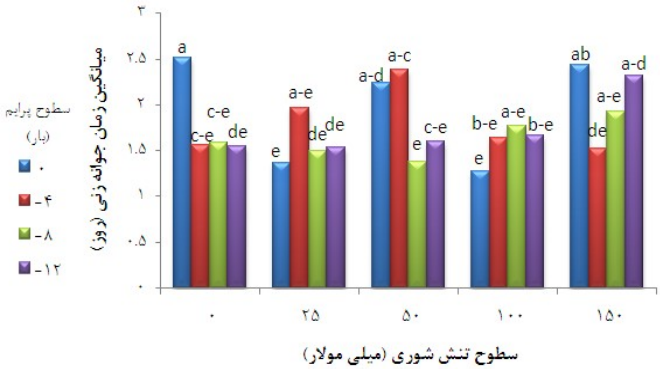
میانگین سرعت جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پرایم اثر معنی‌داری بر این صفت نداشت اما تنش شوری و اثر متقابل تنش شوری و پرایم بر میانگین سرعت جوانه زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که بیشترین میانگین سرعت جوانه زنی برای تیمار ۲۵ میلی مولار تنش شوری (جدول ۲) بدست آمد. کاهش میانگین سرعت جوانه‌زنی با افزایش شوری ممکن است به دلیل اثرات اسمزی و یا سمیت ویژه یونی باشد (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۹). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بیشترین میانگین سرعت جوانه‌زنی برای تیمار پرایم (۱۲-) بار با سطح شوری شاهد و کمترین میانگین سرعت جوانه‌زنی برای تیمار بدون پرایم و سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار به دست آمد (شکل ۴).

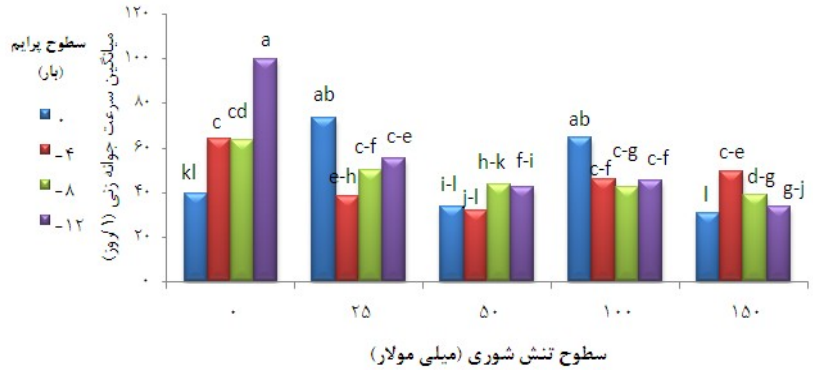
طول ساقه‌چه و ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که طول ساقه‌چه بطور معنی داری تحت تاثیر شوری و اثر متقابل پرایمینگ و شوری (در سطح احتمال ۱ درصد) قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که بیشترین و کمترین طول ساقه چه به ترتیب در

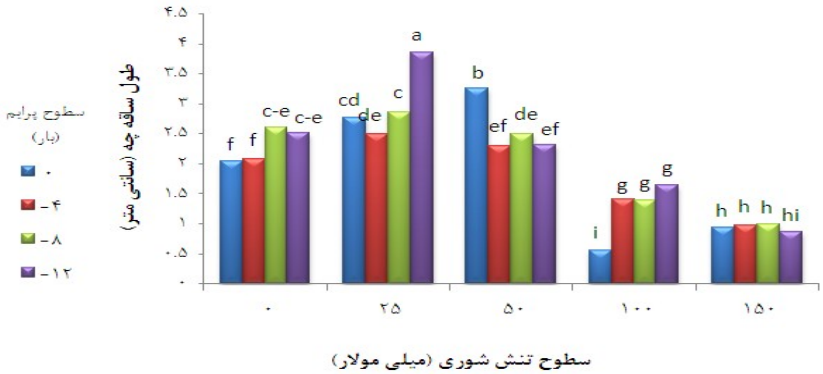
تیمارهای ۲۵ و ۱۵۰ میلی مولار شوری بدست آمد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که طول ساقه‌چه در سطوح پتانسیل اسمزی (۱۲-) بار و شوری ۲۵ میلی‌مولار دارای بیشترین و در تیمار بدون پرایم و سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کمترین طول ساقه‌چه را داشت (شکل ۵). همچنین پرایم و شوری بر صفت طول ریشه‌چه اثر معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۱). به طوری که بیشترین طول ریشه‌چه برای پرایم (۱۲-) بار (شکل ۶) و سطح شوری ۲۵ میلی‌مولار (جدول ۲) و کمترین طول ریشه‌چه برای تیمار بدون پرایم (شکل ۶) و سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۲).



شکل۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری و پرایم بر میانگین زمان جوانه‌زنی گیاه دان سیاه. میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند. فاقد تفاوت آماری معنی‌دار.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری و پرایم بر میانگین سرعت جوانه‌زنی گیاه دان سیاه. میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند. فاقد تفاوت آماری معنی‌دار.



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و پرایم بر طول ساقه‌چه گیاه دان سیاه. میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند LSD براساس آزمون.



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف پرایم بر طول ریشه‌چه گیاه دان سیاه. میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند LSD براساس آزمون.

نتایج نشان می‌دهد که شوری غلظت ۱۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار به ترتیب باعث کاهش رشد طولی ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به تیمار شاهد می‌شود (جدول ۲). در شوری‌های زیاد کاهش پتانسیل آب و یا افزایش غلظت املاح مضر در محیط رشد گیاه باعث کاهش طول ریشه‌چه می‌گردد. در چنین شرایطی بخش عمده انرژی ریشه صرف جذب فعال عناصر غذایی مورد نیاز شده و در نتیجه انرژی اختصاص یافته به رشد ریشه کاهش می‌یابد. همچنین، شوری تاثیرات منفی بر فرآیندهای تنفس و فتوسنتز دارد و در نتیجه، در سطوح بالای شوری طول ساقه‌چه نیز کاهش می‌یابد (Mans, ۱۹۸۶).

منابع

نقدی بادی، ه. امیدی، ه. شمس، ه. کیان، ی. دهقانی مشکانی، م.ر. و سهندی، م. ۱۳۸۹. اثر آللوپاتی هارمال بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه خرفه. مجله گیاهان دارویی، شماره ۳۳، صفحه‌های ۱۱۶ تا ۱۲۷.

Afzal I., Rauf S., Basra S.M.A. and Murtaza G. ۲۰۰۸. Halopriming improves vigor, metabolism of reserves and ionic contents in wheat seedlings under salt stress. Plant Soil Environ, ۹: ۳۸۲-۳۸۸.

Mahmoodi S., Iram S. and Athar H.R. ۲۰۰۳. Intra- specific variability in sesame (sesamum indicum) for various quantitive and qualitive attributes under differential salt regimes. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan, ۱۴(۲): ۱۷۷-۱۸۶.

Mans E.V. ۱۹۸۶. Crop tolerance to saline soil and wathe. Proeus park Bio Saline Res. Work shop. Karachi. Pakistan, ۲۰۵.

Munns R. ۲۰۰۲. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, ۲۵: ۲۳۹-۲۵۰.

Pill W.G. and Necker A.D. ۲۰۰۱. The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky bluegrass. Seed Science Technology, ۲۹: ۶۵-۷۲.

Turan M.A., El karim A.H.A., Taban N. and Taban S. ۲۰۱۰. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maiz plant. African Journal Agriculture Research, ۵: ۵۸۴-۵۸۸.

Abstract

In order to study the effect of seed priming on reducing the effects of salinity at germination stage, a factorial experiment was carried out in a randomized complete block design with four replications. Experimental factors was including the treatment combination of osmotic potential of seed priming solution with polyethylene glycol at four levels (۰, -۴, -۸, -۱۲ bar) and saline treatment at five levels (۰, ۲۵, ۵۰, ۱۰۰, ۱۵۰ mM) with Nacl. The results showed that the maximum germination percentage and the maximum radical length for (-۱۲) bar prime obtained with control salt concentration and ۲۵ mM salt concentration, respectively. The minimum root length was obtained for control prime with ۱۵۰ mM saline concentration. The maximum and minimum shoot length was observed for prime treatment of (-۱۲) bar and control prime with control salinity and ۱۰۰ mM saline concentration, respectively. The maximum mean germination time and mean germination rate was obtained for control prime and (-۱۲) bar prime with control salt concentration, respectively.

تاثیر اصلاح کننده کربن فعال بر رشد گیاه در خاک آلوده به هیدروکربن‌های نفتی

سلیمان مدرسی ۱، محمد علی حاج عباسی ۲، مهران شیروانی ۳
۱- دانشجوی سابق کارشناس ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان،۲- استاد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان،۳- دانشیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
آلودگی هیدروکربنی در محیط زیست یک مشکل جدی است. آلودگی زیست محیطی ناشی از نفت به دلیل سمیت هیدروکربن‌ها برای موجودات زنده یک نگرانی بزرگ است. یک خاک آلوده به هیدروکربن‌های نفتی در مقادیر ۴۰ و ۸۰ گرم کربن فعال به‌مدت ۵۰ روز انکوبه شد. پس از سپری شدن دوره انکوباسیون ذرت کشت شد و عملکرد گیاهان اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد اصلاح کننده به‌طور معنی‌داری مقدار هیدروکربن‌های قابل استخراج خاک را کاهش داد و منجر به افزایش عملکرد گیاهان شد.

واژه‌های کلیدی: هیدروکربن‌های نفتی، کربن فعال، عملکرد گیاه

مقدمه
به دلیل رشد سریع صنعت پالایش نفت و مواد شیمیایی، مقادیر زیادی از فرآورده‌های نفتی و شیمیایی در اثر دور ریختن، نشت و دیگر اتفاقات وارد محیط خاک می‌شوند. خاک آلوده شده به مواد نفتی برای استفاده‌های کشاورزی، مسکونی و تفریحی نامناسب بوده و می‌تواند منجر به خسارات بزرگ اقتصادی، فاجعه اکولوژیکی و تخریب محصولات کشاورزی گردد (Chien, ۲۰۱۲). در سال‌های اخیر، موضوع آلودگی خاک به بحث زیست‌محیطی غالب بسیاری از کشورهای توسعه یافته تبدیل شده است. جهت جلوگیری از گسترش بیشتر آلاینده‌های نفتی و نیز پالایش آن‌ها، روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مانند آلودگی‌زدایی حرارتی، شستشوی خاک، شیشه‌ای کردن، پوشش‌های نفوذ ناپذیر، فتولیز، ترسیب، زیست پالایی و گیاه‌پالایی به‌منظور حذف، کاهش و یا تثبیت آلاینده‌های نفتی و جلوگیری از انتقال آن‌ها به آب‌های سطحی و زیرزمینی پیشنهاد شده است. مطالعات مختلف نشان داده است که استفاده از این‌روش‌ها به‌طور معنی‌داری می‌تواند خطرات زیست‌محیطی هیدروکربن‌های نفتی را کاهش دهد. گیاه‌پالایی یك فناوری نسبتاً جدید در پالایش خاك است. استفاده از گیاهان به منظور حذف آلودگی از محیط به صورت بی ضرر روشی امید بخش، ارزان و مفید برای محیط زیست و احیای خاک‌های آلوده به نفت بوده و قابل اجرا در مقیاس‌های بزرگ می‌باشد. چهار مکانیسم اصلی توسط گیاهان و میکروارگانیسم همزیست آن‌ها برای گیاه‌پالایی خاک‌های آلوده به هیدروکربن‌ها وجود دارد. این مکانیسم‌ها شامل تثبیت گیاهی، تخریب گیاهی، تصعید گیاهی و ریشه‌پالایی (تخریب ریشه‌ای) می‌باشد (Pilon-Smits, ۲۰۰۵). استقرار و رشد گیاه در خاک آلوده به مواد نفتی جهت پالایش ترکیبات سمی با افزایش غلظت آلاینده‌ها به دلیل سمیت آن‌ها کاهش می‌یابد. تحقیقات انجام شده در این زمینه غلظت ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم را بیشترین غلظتی از آلاینده معرفی کرده است که تاثیر معنی‌داری بر کاهش رشد گیاه ندارد و با افزایش غلظت از این میزان، عملکرد گیاه و در نهایت مقدار پالایش ترکیبات نفتی کاهش می‌یابد. بنابراین به‌منظور کسب موفقیت در گیاه‌پالایی آلاینده‌های نفتی از خاك با غلظت زیاد آلودگی و دستیابی به بیشترین مقدار پالایش خاك، می‌توان قبل از استفاده از تکنیک گیاه پالایی، با استفاده از روش‌هایی مقرون به‌صرفه مانند تثبیت هیدروکربن‌های نفتی در خاک و همچنین استفاده از میکروارگانیسم‌ها، شرایط مناسبی جهت رشد گیاه و افزایش گیاه‌پالایی فراهم کرد. کربن فعال جاذب بسیار مؤثر جهت تثبیت آلاینده‌های نفتی و کاهش زیست‌فراهمی این ترکیبات در خاک می‌باشد (مدرسی و همکاران، ۱۳۹۳). بنابراین می‌توان در خاک‌های بسیار آلوده با به‌کارگیری جاذب مناسب غلظت هیدروکربن‌های نفتی را در فاز محلول کاهش داده و شرایط را برای رشد و استقرار گیاه مساعد کرد. هدف از انجام این تحقیق ممکن‌سازی رشد و پرورش گیاه در یک خاک بسیار آلوده با افزودن مقادیر مختلف کربن فعال به عنوان جاذب جهت کاهش زیست‌فراهمی ترکیبات نفتی بود.

مواد و روش‌ها
خاک آلوده به هیدروکربن‌های نفتی از منطقه بختیاردشت اصفهان نمونه‌برداری و پس از هواخشک شدن، جهت آماده‌سازی برای اعمال تیمارها از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شد. کربن فعال در مقادیر ۴۰ و ۸۰ گرم به ۲ کیلوگرم خاک آلوده اضافه و مخلوط شده و انکوباسیون در گلدان به مدت ۵۰ روز در شرایط گلخانه و رطوبت ظرفیت زراعی انجام گرفت. در پایان دروه انکوباسیون تغییرات مقدار هیدروکربن‌های نفتی فاز قابل دسترس به روش شیک مکانیکی (مدرسی و همکاران، ۱۳۹۳) بررسی شد. بذور گیاه ذرت بعد از جوانه‌دار شدن در خاک انکوبه شده کشت و مراقبت‌های زراعی به مدت ۶ هفته انجام شده و در نهایت برداشت گیاه صورت گرفت و عملکرد گیاه ذرت در هر گلدان اندازه‌گیری شد.

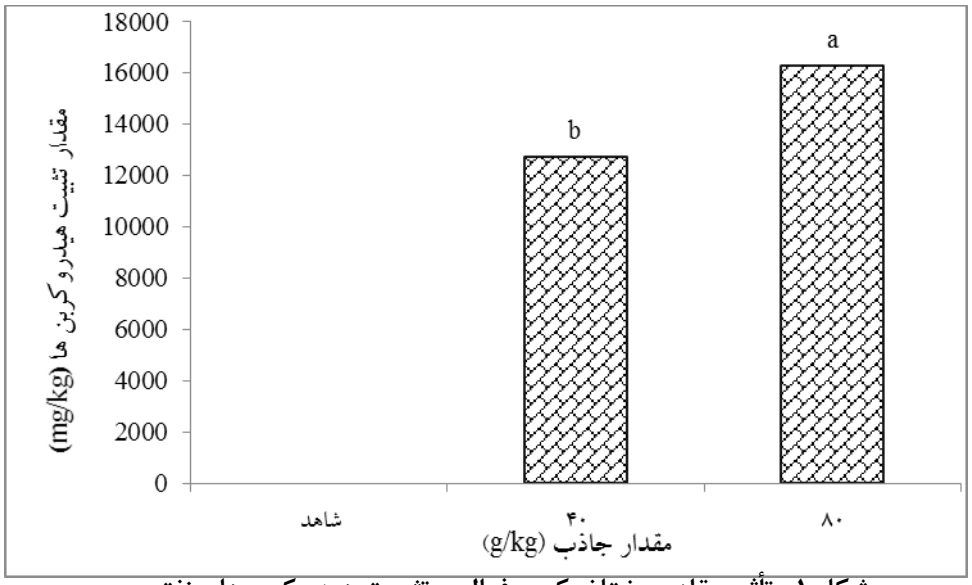
نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاك مورد مطالعه قبل از اعمال تیمارهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. pH خاك ۶/۷ و هدایت الکتریکی آن برابر با ۲/۲ دسی زیمنس بر متر و در حد نرمال بود. مقدار هیدروکربن‌های کل خاك (عصاره‌گیری شده با نرمال هگزان و دی کلرومتان) نیز ppm۷۴۰۰۰ و مقدار هیدروکربن‌های فاز محلول (عصاره‌گیری شده یا نرمال بوتانول) ppm ۵۰۰۰۰ تعیین گردید. میزان خلوص کربن فعال مورد استفاده ۸۱ درصد بود.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شمیایی خاک مورد مطالعه

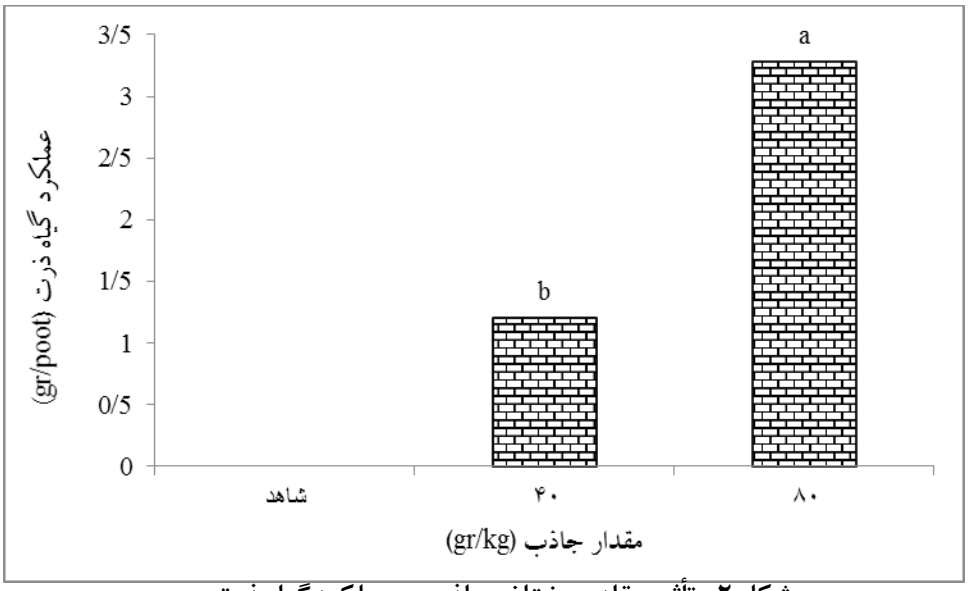
AP (%) H	TP (%) H	پتاسیم قابل جذب (%)	نیتروژن (%)	فسفر قابل جذب (%)	p H	EC (ds/m)
۵	۴/۷	۰۴۴/۰	۰۱/۰	۰۰۰۲۵۲/۰	۶/۷	۲/۲

شکل ۱ مقدار تثبیت هیدروکربن‌های نفتی را با به‌کاربردن مقادیر مختلف کربن فعال بعد از دوره انکوباسیون نشان می‌دهد. تیمار خاک آلوده با ۴۰ و ۸۰ گرم جاذب بر کیلوگرم خاک آلوده به ترتیب ۵/۲۵ و ۵/۳۲ درصد از غلظت هیدروکربن‌های فاز قابل دسترس را کاهش داده است. زایمرمن و همکاران (۲۰۰۴) کاهش ۸۴ درصدی هیدروکربن‌های نفتی و ۹۲ درصدی آلاینده‌های کلرینه محلول را با به‌کارگیری ۴/۳ درصد کربن فعال گزارش کردند.



شکل ۱- تأثیر مقادیر مختلف کربن فعال بر تثبیت هیدروکربن‌های نفتی

تثبیت آلاینده‌های نفتی توسط جاذب، سمیت آن‌ها را در فاز محلول کم کرده و شرایط برای رشد گیاه فراهم می‌گردد. گیاه ذرت در خاک آلوده بدون اعمال تیمار توانایی رشد نداشته در صورتی‌که به‌کار بردن کربن فعال، سمیت آلاینده‌های نفتی کاهش و رشد و عملکرد گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۲). دو برابر شدن مقدار جاذب به‌کار رفته عملکرد گیاه ذرت را به بیشتر از ۵/۲ برابر افزایش داده است.



شکل ۲- تأثیر مقادیر مختلف جاذب بر عملکرد گیاه ذرت

نتیجه‌گیری

استفاده از جاذب‌هایی نظیر کربن فعال در خاک‌هایی با آلودگی شدید سمیت آلاینده‌ها را به طور مؤثری کاهش داده و امکان رشد و استقرار گیاه را فراهم نموده و فرآیند گیاه‌پالایی ممکن می‌سازد.

منابع

مدرسی، س، م.ع. حاج‌عباسی و م. شیروانی. ۱۳۹۳. تثبیت هیدروکربن های نفتی در یک خاک آلوده با استفاده از مواد جاذب. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه شهید چمران، اهواز.

Chien, Y. C. ۲۰۱۲. Field study of in situ remediation of petroleum hydrocarbon contaminated soil on site using microwave energy. J. Hazard. Mater. ۴۵۷- ۴۶۱.

Pilon-Smits, E. ۲۰۰۵. Phytoremediation. Ann. Rev. Plant Biol. ۵۶: ۱۵-۳۹.

Zimmerman, J.R., U. Ghosh, R.N. Millward, T.S. Bridges and R.G. Luthy. ۲۰۰۴. Addition of carbon sorbents to reduce PCB and PAH bioavailability in marine sediments: physicochemical tests. Environ. Sci. Technol. ۳۸: ۵۴۵۸-۵۴۶۴.

Abstract

Hydrocarbon contamination in the environment is a very serious problem. Environmental pollution caused by petroleum is of great concern because petroleum hydrocarbons are toxic to all forms of organisms. A polluted soil (from Isfahan refinery complex) was treated with activated carbon and incubated at two rates of ۴۰ and ۸۰ g/kg for ۵۰ days. After the incubation period, corn (*Zea mays*) was grown in pots and the yield indices were determined. The results showed that amendments significantly decreased the amount of extractable soil hydrocarbons accompanied by increased plant yield.

تعیین شکل‌های آهن و روابط آن‌ها با جذب آهن و شاخص‌های رشد ذرت در برخی خاک‌های استان آذربایجان شرقی

ندا پاشاپور [۱] ، عادل ریحانی‌تبار [۲]، شاهین اوستان [۲]
۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده
قابلیت دسترسی آهن برای گیاه به توزیع نسبی شکل‌های مختلف شیمیایی آن بستگی دارد که تابعی از ویژگی‌های خاک است. در این پژوهش به منظور جزءبندی آهن کل به شکل‌های مختلف آهن از روش عصاره‌گیری دنباله‌ای در ۲۱ نمونه خاک که از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متنوع بودند، استفاده شد. مطالعات آماری نشان داد که شکل تبادلی آهن، پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل و آهن باقی‌مانده رابطه قوی و معنی‌داری با تمام پارامترهای رشد بخش هوایی گیاه ذرت (ماده خشک، غلظت آهن فعال و جذب آهن در بخش هوایی و ریشه) داشتند این امر نشان می‌دهد احتمالاً این شکل‌ها منبع آهن قابل جذب گیاه ذرت در خاک‌های مورد مطالعه در شرایط این آزمایش گلخانه‌ای بودند.

واژه های کلیدی: ذرت، شکل‌های شیمیایی آهن، عصاره‌گیری دنباله‌ای، غلظت و جذب آهن.

مقدمه
آهن پنج درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهد و از نظر فراوانی چهارمین عنصر در پوسته زمین می‌باشد. آهن نقش مهمی در فعالیت آنزیم‌ها، متابولیسم اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها (پروتئین‌های هم، سیتوکروم، کاتالاز، لگ هموگلوبین، پروتئین‌های Fe-S، فردوکسین و همچنین آنزیم‌های حاوی آهن مانند نیتروژناز و سوپر اکسید دیسیموتاز و...)، تکامل کلروپلاست، تنفس گیاه، فتوسنتز، احیای نیترات، سوخت و ساز اسیدهای آلی و.....دارد. در بسیاری از گیاهان کمبود آهن موجب تحریک پاسخ‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک متعددی می‌شود. مکانیسم‌های سازشی و یا قابل تحریک در میان ژنوتیپ‌ها متفاوت می‌باشد و این تفاوت‌ها را می‌توان بر اساس دو استراتژی تقسیم بندی نمود. ذرت گیاهی است گرامینه که علاوه بر سیستم جذبی I استراتژی نوع II را نیز دارا می‌باشد (سمر و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعات مربوط به خاک - گیاه، اطلاع از توزیع عناصر کم مصرف بین اجزای خاک، برای درک بهتر شیمی آن‌ها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و در شناخت بر همکنش آن‌ها با ریشه‌های گیاه در ریزوسفر کمک زیادی می‌کند. آهن از این امر مستثنی نبوده و آگاهی از شکل‌های شیمیایی آن در فهم شیمی آن در خاک و همچنین در درک جنبه‌های حاصلخیزی و تغذیه گیاهی این عنصر اهمیت دارد (هان و همکاران، ۲۰۰۳). با مشخص کردن روابط بین شکل‌های مختلف آهن و ویژگی‌های خاک، تمهیدات لازم برای تغییر برخی پارامترهای خاکی با هدف افزایش قابلیت استفاده آهن را می‌توان تدارک دید. از سوی دیگر، تناسب و کارآیی روش‌های عصاره‌گیری دنباله‌ای در پیش‌بینی زیست فراهمی عناصر عموماً از طریق مقایسه با مقادیر عناصر در قسمت‌های مختلف گیاه به ویژه در بخش هوایی گیاهان ارزیابی می‌گردد.

مواد و روش‌ها
بر اساس نقشه‌های تهیه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی نمونه‌برداری به تعداد ۴۰ نمونه خاک از مناطق ذرت‌کاری استان و از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر به صورت تصادفی صورت گرفت. پس از خشک کردن و گذراندن خاک‌ها از الک ۲ میلی‌متری برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آنها به صورت زیر تعیین شد: بافت خاک به روش هیدرومتری ۴ زمانه، pH و EC در عصاره اشباع خاک، کربن آلی به روش اکسایش تر، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی کردن با اسید و تیتر نمودن اسید باقی‌مانده با محلول سود، کربنات کلسیم معادل فعال با روش اگزالات آمونیم، ظرفیت تبادل کاتیونی نمونه خاک‌ها با استفاده از روش باور و مقدار آهن قابل جذب گیاه در خاک با روش DTPA اندازه‌گیری شد. خاک‌های مورد استفاده در آزمایش فاقد محدودیت شوری بوده و محدوده وسیعی از آهن قابل جذب گیاه در خاک (۷۷/۰-۸۶/۱۴ mg/kg) دیده می‌شود. با توجه به این ویژگی‌ها تعداد ۲۱ نمونه خاک که بیشترین ضریب تغییرات را از نظر ویژگی‌های فوق داشتند انتخاب و برای آزمایش عصاره‌گیری دنباله‌ای و کشت گلخانه‌ای مورد استفاده قرار گرفتند.
تعیین شکل‌های شیمیایی آهن: برای جداسازی و تعیین شکل‌های شیمیایی آهن در خاک‌ها از روش تغییر یافته سینگ و همکاران (۱۹۸۸) استفاده شد. مراحل عصاره‌گیری دنباله‌ای و ترکیب هر عصاره‌گیر به روشی که در پژوهش حاضر به کار رفته به طور خلاصه در جدول ۱ نشان داده شده است. در ضمن برای به حداقل رساندن تأثیر ماده زمینه، استانداردهای آهن در محلول‌هایی که از نظر ترکیب و غلظت تقریباً مشابه عصاره‌گیرهای هر مرحله بود تهیه گردید.
آزمایش گلخانه‌ای: آزمایش گلخانه‌ای با کشت گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با ۲۱ نوع خاک و ۳ تکرار انجام شد. به غیر از آهن بقیه عناصر به صورت محلول طبق آزمون خاک و توصیه‌های رایج کودی مصرف شدند. سپس در هر گلدان ۱۰ عدد بذر در عمق ۵/۲ سانتی‌متری کاشته شد و پس از استقرار و سبز شدن کامل بذور در پایان هفته دوم، تعداد گیاهان هر گلدان به ۳ بوته یکنواخت تنک گردید. پس از ۶۰ روز گیاهان برداشت شدند. پارامترهای گیاهی شامل وزن تر و

وزن ماده خشک گیاه، جذب آهن بخش هوایی و ریشه، شاخص کلروفیل در برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل متر قبل از برداشت گیاه اندازه‌گیری شده، غلظت آهن کل با روش خشک‌سوزانی، آهن فعال گیاه ذرت با دو روش عصاره‌گیری با ۱مولار HCl (اسرکاسکی، ۱۹۳۳) از ماده خشک گیاهی و ۵.۱% ارتو- فنانترولین در pH=۳ (کاتیال و شارما، ۱۹۸۰) از بافت تازه گیاه اندازه‌گیری شد.

مطالعات آماری شامل ضرایب همبستگی خطی با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت.

جدول ۱ - خلاصه روش عصاره‌گیری دنباله‌ای و مشخصات شکل آهن استخراج شده در روش تغییر یافته سینگ و همکاران (۱۹۸۸).

شکل شیمیایی آهن	علامت	مدت تکان دادن (ساعت)	عصاره‌گیر	میلی‌لیتر عصاره‌گیر برای ۵/۲ گرم خاک
محلول + تبادلی	FeEx	۲	۱M $Mg(NO_3)_2$	۱۰
کربناتی	FeCar	۵	۱M NaOAc + CH_3COOH (pH=۵)	۱۰
آلی	FeOM	۵/۰(حمام آب جوش)	۰.۷M NaOCl (pH=۸.۵)	۵*
پیوسته به اکسیدهای منگنز	FeMnox	۵/۰	۰.۱M $NH_2OH.HCl$ + HNO_3(pH=۲)	۲۵
پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل	FeAFeox	۵/۰ (دمای C ۵۰°)	۰.۲۵M $NH_2OH.HCl$ + ۰.۲۵M HCl	۲۵
پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری	FeCFeox	۵/۰ (حمام آب جوش)	۰.۲M $(NH_4)_2C_2O_4$+۰.۲M $H_2C_2O_4$	۲۵
باقی‌مانده	FeRes	۱۶ (حمام آب جوش)	۰.۱M $C_6H_8O_6$(pH =۳)+ ۴M HNO_3	۲۵/۳۱

*دو مرتبه عصاره‌گیری می‌شود.

نتایج و بحث

در جدول ۲ توصیف آماری شکل‌های آهن نشان داده شده است. آهن تبادلی، آهن کربناتی و آهن پیوسته به مواد آلی مقادیر ناچیزی را به خود اختصاص دادند. در حالی که آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری ۴۸/۳۹ و آهن باقی‌مانده ۵۹/۵۷ درصد آهن را تشکیل دادند. تقریباً می‌توان گفت که مقدار کل آهن عمدتاً در همین دو شکل توزیع شده است که می‌تواند حاکی از نقش مهم این کانی‌ها در جذب سطحی و نگهداشت آهن در این خاک‌ها باشد. علمداری و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که در دشت تبریز بخش اعظم آهن به شکل بلوری می‌باشد که با تحقیق حاضر از خاک‌های استان مطابقت دارد. به این ترتیب فراوانی مقادیر مختلف آهن به طور میانگین در خاک‌های مورد مطالعه را می‌توان به صورت زیر نشان داد: آهن باقی‌مانده > پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری > پیوسته به اکسیدهای آهن بی شکل> پیوسته به اکسیدهای منگنز> پیوسته به مواد آلی> آهن تبادلی آهن کربناتی. همانند نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر، ضرابی و همکاران (۱۳۹۰) در خاک‌های آهکی استان یزد و محمدی و همکاران (۱۳۹۲) در خاک‌های آهکی استان کردستان نیز شکل کربناتی آهن را کم‌ترین مقدار آهن گزارش کردند.

جدول ۲- توصیف آماری شکل‌های آهن در خاک‌های مورد مطالعه

	Fe-Res	Fe-CFeox	Fe-AFeox	Fe-Mnox	Fe-OM	Fe-Car	Fe-Ex	مجموع
	((g kg^{-1}))			mg kg^{-1}				
حداقل	۲۹/۰	۵۹/۱	ناچیز	۵۵۳/۰	۵۸۷/۶	۶۱۱/۷		۳۹۸/۱۵
حداکثر	۵۴/۳	۳۲/۸	۷۷/۴۰	۹۱۵/۱	۶۰۰/۲۳	۱۴۲/۲۷		۵۳۰/۵۱
میانگین	۱۷/۲	۹۲/۱	۳۰/۶	۷۹۸/۰	۶۹۲/۱۱	۲۰۳/۱۷		۰۳۵/۳۰
انحراف‌معیار	۷۵/۰	۶۳/۱	۱۰	۲۸۲/۰	۵۱۶/۴	۷۴۷/۵		۵۱۲/۹
میانه	۲/۲	۶۱/۱	۱۶/۲	۷۵/۰	۵۶/۱۰	۷۲/۱۷		۰۶/۲۹

برای شرح علامت‌های اختصاری به جدول ۱ مراجعه شود.

توصیف آماری شاخص‌های رشد گیاه ذرت در خاک‌های مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. جدول ۴ همبستگی خطی شاخص‌های رشد گیاه ذرت با آهن قابل جذب و شکل‌های آهن را نشان می‌دهد. همبستگی خطی ماده خشک بخش هوایی و ریشه گیاه با مقدار آهن به شکل‌های تبادلی، پیوسته به مواد آلی، آهن باقی‌مانده و آهن قابل جذب خاک معنی‌دار است. مقدار جذب آهن در بخش هوایی ذرت با شکل‌های آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری در سطح احتمال ۵ درصد و با آهن قابل جذب، آهن تبادلی و شکل باقیمانده آهن در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد. شکل‌های تبادلی آهن با تأثیر مستقیم و شکل باقی‌مانده آهن با اثر غیر مستقیم خود جذب آهن در بخش هوایی گیاه ذرت را توجیه می‌کنند. همچنین می‌توان چنین نتیجه گرفت که روش عصاره‌گیری با DTPA می‌تواند آهن قابل جذب ذرت را در خاک‌های مورد مطالعه پیش‌بینی کند. ضریب همبستگی جذب آهن در ریشه ذرت با تمامی شکل‌های آهن به جز آهن کربناتی و آهن پیوسته به اکسیدهای منگنز معنی‌دار است. در محیط رایزوسفر ریشه‌ی گیاه ذرت به دلیل تولید اسیدهای آلی و فیتوسیدروفورها در اطراف ریشه شکل‌های آهن پیوسته به اکسیدهای آهن بلوری و باقی‌مانده که از شکل‌های با حلالیت کم آهن هستند به صورت محلول در می‌آیند. همچنین پس از جذب آهن توسط ریشه مقدار آهن قابل جذب در محیط اطراف ریشه کاهش یافته و آهن از شکل‌های با حلالیت کم آهن آزاد می‌شود و توسط ریشه جذب و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. همچنین می‌توان احتمال داد به دلیل بالا بودن غلظت آهن باقی‌مانده نسبت به سایر شکل‌های آهن و توانایی گیاه ذرت در استفاده از آهن نامحلول‌تر در شرایط کمبود آهن، آهن باقی‌مانده، پیوسته به اکسیدهای آهن بی‌شکل و آهن تبادلی منابع مهم آهن برای گیاه ذرت در خاک‌های مورد مطالعه می‌باشند. دسانتیاگو و همکارانش (۲۰۰۸) گزارش نمودند اکسیدهای آهنی که به طور ضعیف کریستاله شدند، منابع آهن برای گیاهانی هستند که در خاک‌های آهکی رشد می‌کنند. همبستگی بسیار خوب شاخص کلروفیل با Fe-DTPA احتمالاً دلالت بر برتر بودن عصاره‌گیر DTPA در خاک‌های مورد مطالعه باشد. غلظت آهن کل بخش هوایی با هیچ کدام از شکل‌های آهن همبستگی معنی‌داری نشان نداد. چلیک و کت کات (۲۰۰۷) گزارش کردند که بین آهن کل بخش هوایی با آهن قابل جذب خاک رابطه معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۳- توصیف آماری شاخص‌های رشد گیاه ذرت

شاخص‌های رشد گیاه ذرت	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (%)
وزن خشک بخش هوایی	۰۹/۲	۴۴/۱۰	۲۱/۶	۹/۱	۰۴/۳۰
وزن تر بخش هوایی	۲۸/۲۱	۰۵/۹۰	۶۵/۶۴	۷/۱۷	۲۷
وزن خشک ریشه	۲۶/۰	۴/۱	۷۶/۰	۳۱/۰	۷۸/۴۰
وزن تر ریشه	۳۸/۱	۸۰/۱۳	۴۷/۶	۲۳/۳	۹/۴۹
شاخص کلروفیل	۶/۴	۴۱/۱۴	۸۲/۸	۶۳/۲	۸/۲۹
غلظت آهن فعال (HCl) (mg/kg dw)	۶/۴۱	۸۳/۶۴	۳۴/۵۴	۹۵/۵	۹۴/۱۰
غلظت آهن فعال(ارتوفنانترولین)((mg/kgfw	۵۴/۸	۵۹/۱۷	۸۲/۱۲	۷۱/۲	۱۳/۲۱
غلظت آهن کل بخش هوایی (mg/kg (dw	۴۱/۹۷	۵۹/۱۵۸	۷۴/۱۲۰	۵۱/۱۷	۵/۱۴
غلظت آهن کل ریشه (mg/kg dw)	۶۴/۹۸۶	۹۶/۱۷۴۱	۴۳/۱۳۰۵	۶۷/۱۹۸	۲۲/۱۵

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده شاخص‌های گیاهی اندازه‌گیری شده با آهن قابل جذب و شکل‌های آهن

	Fe-Res [۱]	Fe-CFeox	Fe-AFeox	Fe-Mnox	Fe-OM	Fe-Car	Fe-Ex	Fe-DTPA
ماده خشک بخش هوایی	۷۱/۰**	۵۲/۰*	۰۳۲/۰	۴۵/۰*	۰۲/۰	۱۹/۰	۳۸/۰	۷۰/۰**
ماده خشک بخش ریشه	۶۶/۰**	۵۲/۰*	-۱۰/۰	۴۵/۰*	۰۳/۰	۱۹/۰	۲۵/۰	۶۶/۰**
جذب آهن بخش هوایی	۸۵/۰**	۵۹/۰**	-۰۲۵/۰	۴۰/۰	۰۸/۰	۲۷/۰	۴۶/۰*	۶۸/۰**
جذب آهن بخش ریشه	۸۱/۰**	۵۹/۰**	-۰۶۹/۰	۴۴/۰*	۱۳/۰	۴۹/۰*	۴۷/۰*	۰ /۶۹**
آهن‌کل بخش هوایی	۴۲/۰	۰۸/۰	-۰۲/۰	-۰۹/۰	۱۱/۰	۲۵/۰	۲۱/۰	۰۷/۰
آهن کل ریشه	۲۹/۰	۰۶/۰	۰۸/۰	-/۰۶	۳۰/۰	۵۱/۰*	۴۹/۰*	۱۰/۰

AFe-HCl	٭٭۶۹/۰	٭٭۵۹/۰	۲۱/۰	۱۱/۰	۰۵/۰	۱۶/۰-	۲۹/۰	٭۵۵/۰
AFe-Ortho	٭۵۱/۰	۳۴/۰	۱۹/۰-	۳۶/۰-	٭٭۵۵/۰	۳۴/۰-	٭۴۶/۰	٭٭۵۷/۰
شاخص کلروفیل	٭٭۸۴/۰	٭۵۳/۰	-۱۸/۰	٭۵۰/۰	۰۹/۰	۳۱/۰	٭٭۷۱/۰	٭٭۸۲/۰

.برای شرح علامت‌های اختصاری به جدول ۱ مراجعه شود :۱
آهن فعال اندازه‌گیری شده با ارتوفنانترولین :AFe-Ortho، HCl آهن فعال اندازه‌گیری شده با :AFe-HCl
و ٭٭ به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد ٭

جدول ۵ همبستگی خطی بین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و شاخص‌های رشد گیاه را نشان می‌دهد. درصد رطوبت اشباع با شاخص کلروفیل در سطح احتمال ۵ درصد و با آهن فعال اندازه‌گیری شده با ارتوفنانترولین، مقدار جذب آهن، وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت. احتمالاً دلیل همبستگی بالای درصد رطوبت اشباع با شاخص‌های رشد گیاه ذرت، تحت تأثیر قرار گرفتن آن از طریق درصد رس، ماده آلی و CEC می‌باشد. درصد کربنات کلسیم معادل فعال، pH و EC همبستگی معنی‌داری با هیچ کدام از شاخص‌های رشد گیاه ذرت نداشتند. شعبان علی الحدق (۲۰۰۷) گزارش کرد که آهن فعال (اندازه‌گیری شده با HCl) در گیاه جو همبستگی منفی معنی‌داری با کربنات کلسیم معادل و کربنات کلسیم معادل فعال داشت.

جدول۵ - همبستگی خطی بین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با برخی از شاخص‌های رشد گیاه ذرت

خصوصیات / شاخص‌های رشد	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر بخش هوایی	وزن خشک بخش هوایی	جذب آهن	Fe-Orto	Fe-HCl	شاخص کلروفیل
Sand	٭٭۵۶/۰-	٭٭۵۹/۰-	٭٭۶۸/۰-	٭٭۶۳/۰-	٭۵/۰	٭٭۶۴/۰-	۱۷/۰-	٭۴۷/۰-
Clay	٭٭۵۷/۰	٭٭۵۶/۰	٭٭۶/۰	٭٭۶۴/۰	٭٭۶۲/۰	٭٭۶۴/۰	۳۸/۰	٭۵۱/۰
Silt	۳۹/۰	٭۴۴/۰	٭٭۵۷/۰	٭۴۴/۰	۲۴/۰	٭۴۷/۰	۰۱/۰-	۳/۰
CCE	۱/۰-	۰۱/۰	۱۳/۰	۰۲/۰	۱۳/۰-	۰۸/۰	٭٭۵۶/۰-	۰۸/۰-
ACCE	۰۱/۰-	۱۱/۰	۲/۰	۰۹/۰	۰۳/۰	۲۲/۰	۳۶/۰-	۰۱/۰-
OC	۴/۰	۳۶/۰	۳/۰	۲۹/۰	۳۲/۰	٭٭۵۷/۰	۳۸/۰	٭۴۶/۰
SP	٭٭۷۴/۰	٭٭۷۲/۰	٭٭۷۷/۰	٭٭۷۲/۰	٭٭۶۵/۰	٭٭۶۴/۰	۳۹/۰	٭۵۴/۰
pH	۱۵/۰	۰۱/۰-	۱۶/۰-	۰۶/۰-	۰۴/۰-	۱۶/۰-	۲/۰-	۴/۰-
CEC	٭٭۶۲/۰	٭٭۶۵/۰	٭٭۷۲/۰	٭٭۶۷/۰	٭٭۶۷/۰	۴۴/۰٭	۴۲/۰	٭۵۱/۰
EC	۳۵/۰-	۲۸/۰-	۳/۰-	۲۶/۰-	۳/۰-	۰۵/۰	۱۴/۰-	۰۴/۰-

منابع

س. م.، سماوات، س.، تدین، م. س.، رضایی، ح.، طهرانی، م. م.، اردکانی، م. س.، بشارتی، ح. و فلاح، ع. ر. ۱۳۸۹. آهن در خاک و گیاه. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی.

ضرابی، ا.، یثربی، ج. و رونقی، ع. ۱۳۹۰. بررسی توزیع شکل‌های شیمیایی عناصر روی و آهن در خاک‌های آهکی استان یزد. صفحه‌های ۱۲ تا ۱۴. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران.تبریز.

محمدی، ب.، فرقانی، ا. و حسینی، س، م، ط. ۱۳۹۲. تعیین شکل‌های مختلف آهن و بررسی تأثیر کشت بر وضعیت آهن در خاک‌های آهکی استان کردستان. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران.

elik H. and Katkat V. ۲۰۰۷. Some parameters in relation to iron nutrition status of peach orchards. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, ۱(۳): ۱۱۱-۱۱۵.

Desantiago A., Diaz I. and Delgado A. ۲۰۰۸. Predicting the incidence of iron deficiency chlorosis from hydroxylmine-extractable iron in soil. Soil Science Society of America Journal, ۷۲: ۱۴۹۳-۱۴۹۹.

Han F.X., Kingery WL. and Selim HM. ۲۰۰۳. Accumulation, redistribution, transport, and bioavailability of heavy metals in waste-amended soil. In: Iskandar IK Kirkham MB, (Eds.), Trace elements in soil, LEWIS Publisher. P: ۱۴۵-۱۷۳.

Katyal J. C. and Sharma, B. D. ۱۹۸۴. Some modification in the assay of Fe^{2+} in ۱-۱۰, o-phenanthroline extracts of fresh plant tissues. Plant and Soil. ۷۹, ۴۴۹-۴۵۰.

Oserkowsky J. ۱۹۳۳. Quantitative relation between chlorophyll and iron in green and chlorotic pear leaves. Plant Physiology.

Singh J. p., Karwasra S. P. S. and Singh M. ۱۹۸۸. Distribution and forms of copper, iron, manganese and zinc in calcareous soil of India. soil Science, ۱۴۶: ۳۵۹-۳۶۶.

Abstract

Phytoavailability of fe depends on the relative distribution of different chemical forms, which is function of soil properties. To partition the total Fe into different forms of iron a sequential extraction procedure was conducted in ۲۱ Soils that varied in physical and chemical properties. Correlation studies showed that the Fe-Ex, Fe-AFeox and Fe-Res had a close and significant relationship with all the growth parameters of corn. This shows that these forms of iron are probably the source of available Fe for corn in soils studied in greenhouse conditions.

اثر تنش قلیائیت بر رشد و تغذیه گیاه انجیلی (*Parrotia persica*)

حمیدرضا روستا ۱، واحد باقری ۲، حمید رضا کریمی ۱
۱- دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان ۲- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده
به منظور بررسی اثر غلظتهای مختلف بیکربنات سدیم بر گیاه انجیلی، آزمایش گلخانهای در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل سه سطح بیکربنات سدیم (۰، ۳۵ و ۷۰ میلیمولار) با چهار تکرار انجام پذیرفت. بذور جوانهدار شده در مرحله چهار برگی به گلدانهای یونولیتی حاوی پرلایت انتقال یافتند. در این تحقیق، اثر غلظت‌های مختلف بی‌کربنات بر وزن خشک برگ و ریشه، PI، Fv/Fm و عناصر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که وجود بیکربنات کلیه صفات مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار داد، و اختلاف این اثر در بین سه سطح به‌وضوح قابل مشاهده بود. طبق نتایج به دست آمده با افزایش غلظت بیکربنات سدیم به طور معنی داری وزن خشک برگ و ریشه، PI، Fv/Fm و عناصر معدنی کاهش یافت به طوری که وزن خشک برگ و ریشه در سطح تیمار ۷۰ میلی مولار نسبت به شاهد (۰ میلی مولار) به ترتیب ۲۱۲ و ۷۱ درصد کاهش نشان داد.

واژه های کلیدی: بی کربنات سدیم، کلروفیل فلورسانس، تنش

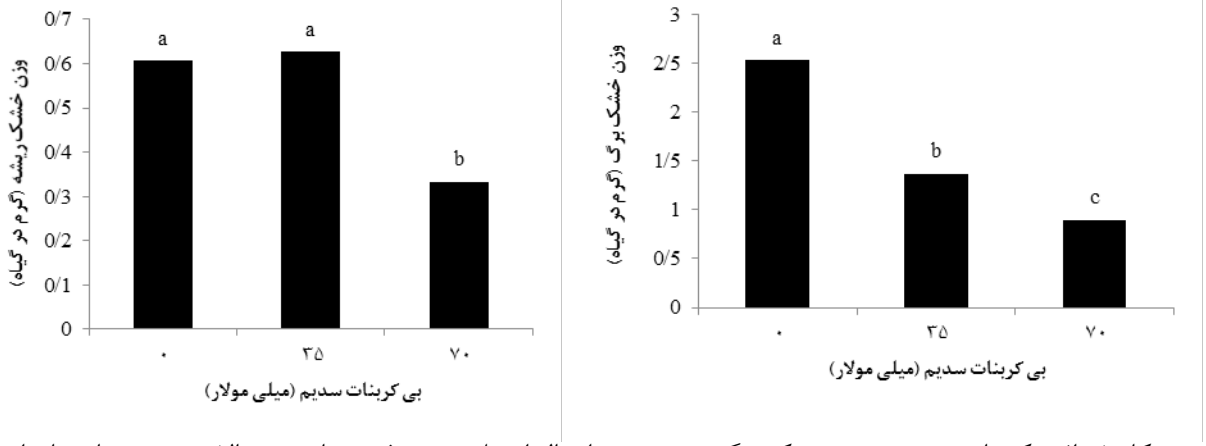
مقدمه
انجیلی یا آسوندار با نام علمی Parrotia persia درختی است بسیار زیبا و برگریز از خانواده Hamamelidaceae که بومی شمال ایران و قفقاز میباشد. این درخت دارای چوب سختی است و ریشه و برگ‌های آن مصرف دارویی دارد. برگهای انجیلی بیشترین توجه را به خود جلب می‌کند. برگهای جوان بنفش مایل به قرمز هستند بعد از آن در تابستان به رنگ سبز تیره و درخشان تبدیل می‌شوند و سرانجام در پاییز برگهای درخشان به رنگهای مختلف زرد پررنگ نارنجی سوخته و پررنگ و قرمز روشن خالص آشکار می‌شود و این تنوع رنگ مناظر زیبایی را ایجاد می‌کند (ثابتی، ۱۳۸۷) و از این حیث این درخت برای ایجاد فضای سبز و همچنین جذب توریست در جنگلهای ایران مناسب است. کیفیت آب میتواند عامل تعیین کننده‌ی قابل کشت بودن محصول باشد، هم‌چنین روشهای آبیاری و لزوم تیمار آب نیز تحت تأثیر کیفیت آب قرار میگیرند. در بین عوامل اصلی تأثیرگذار بر کیفیت آب، درجه قلیائیت آبها، به دلیل اثر شدید آن بر روی pH خاک یا محلول محیط رشد از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است (Handreck and Black, ۲۰۰۲). عوامل اصلی که باعث قلیائیت میشوند شامل بیکربنات (HCO۳-) و کربناتها (CO۳۲-) هستند، درحالی که هیدروکسید، بورات، آمونیاک، بازهای آلی، فسفاتها و سیلیکاتها به عنوان عوامل فرعی پیشنهاد شدهاند. pH قلیایی منجر به تشکیل اشکال غیر محلول مواد غذایی، مخصوصاً آهن (Fe)، روی (Zn) و مس (Cu) میشود، که به‌موجب آن از حالت قابل جذب برای گیاه خارج میشوند. پی‌آمد این امر به‌صورت زردی در برگهای جوان نمود خواهد کرد که ناشی از کاهش یافتن سنتز کلروفیل به خاطر کمبود آهن و روی است (Yang et al., ۲۰۰۹). هم‌چنین یونهای بیکربنات با جذب عناصر پرمصرف، به ویژه فسفر (P)، پتاسیم (K) و منیزیم (Mg) توسط گیاه تداخل ایجاد میکنند. به عنوان مثال در خاکهای قلیایی، فسفر به مقدار زیادی بواسطه تشکیل مجموعههای فلزی (از قبیل Ca-P، Mg-P) از دسترس گیاه خارج میشود (Nikolic and Kastori,۲۰۰۰). Bienfait and Scheffers (۱۹۹۲) گزارش دادند که وجود یون بی‌کربنات باعث افزایش pH آپوپلاست برگ گردیده و منجر به تثبیت یون آهن (Fe۳+) به صورت یون هیدروکسید و فسفات آهن میگردد. آنها همچنین گزارش دادند که این پدیده پیش از عبور آهن از غشای سیتوپلاسمی صورت میگیرد. از آنجایی که یون کربنات درون گیاه تحت تأثیر کربنات سدیم موجود در محیط ریشه میباشد بنابراین ضروری است کربنات سدیم محیط ریشه خنثی گردیده و یا کاهش یابد تا میزان دریافت آهن توسط گیاه و کارایی آن افزایش یابد.

مواد و روش‌ها
این پژوهش بر روی گیاه انجیلی در گلخانهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر(عج) رفسنجان انجام شد. گیاهان در گلخانه ای با ۱۳ ساعت نور طبیعی (C۲۱°) و ۸ ساعت تاریکی (C۱۸°) و رطوبت نسبی ۶۰ درصد رشد کردند. این گیاهان در بستر هیدروپونیک با محیط کشت پرلایت کشت شدند. محلول غذایی مورد استفاده برای تغذیه گیاهان حاوی ۵ میلیمولار Ca(NO۳)۲.۴H۲O، ۲/۰ میلیمولار KH۲PO۴، ۲/۰ میلیمولار K۲SO۴، ۳/۰ میلیمولار MgSO۴.۷H۲O و ۱/۰ میلیمولار NaCl بود. ریزمغذیها عبارت بودند از ۲۰ میکرومولار Fe-EDDHA ، ۷ میکرومولار MnSO۴.H۲O، ۷/۰ میکرومولار ZnCl۲، ۸/۰ میکرومولار CuSO۴.۵H۲O، ۲ میکرومولار H۳BO۳، و ۸/۰ میکرومولار Na۲MoO۴.۲H۲O بود (Roosta and Schjoerring, ۲۰۰۷). بعد از اینکه گیاهان به مرحله ۴ برگی رسیدند از هر رقم ۴ عدد نهال به گلدانهای یونولیتی حاوی پرلایت انتقال یافتند. محلول گلدانها هر دو هفته یکبار

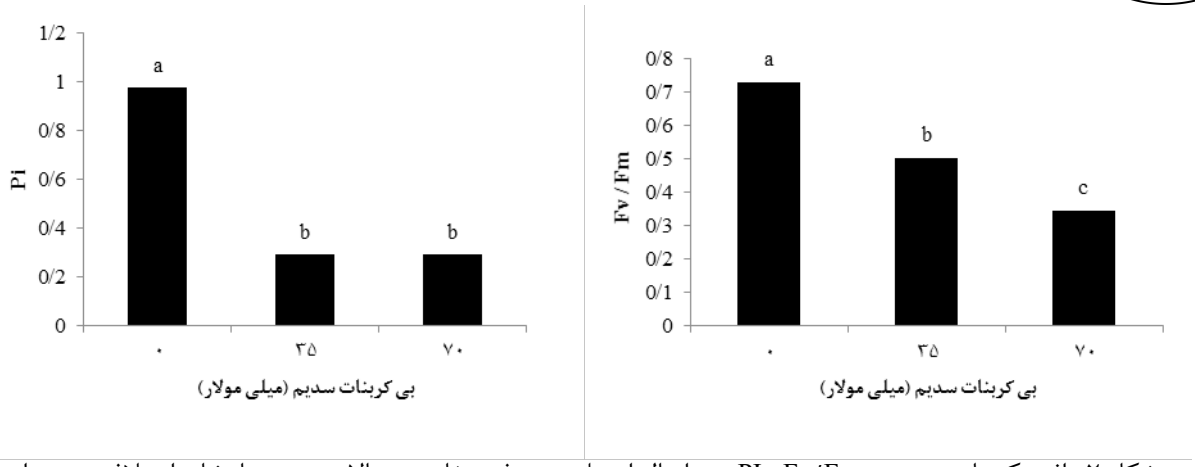
تعویض شدند. بعد از گذشت یک ماه تیمارهای بیکربنات شامل سه سطح مختلف (۰، ۳۵ و ۷۰ میلیمولار بی‌کربنات سدیم) اعمال گردید.

نتایج و بحث

نتایج تاثیر بیکربنات سدیم بر وزن خشک برگ و ریشه گیاه انجیلی در شکل ۱ آورده شده است. طبق نتایج به دست آمده با افزایش غلظت بیکربنات سدیم به طور معنی داری وزن خشک برگ و ریشه کاهش یافت به طوری که وزن خشک برگ و ریشه در سطح تیمار ۷۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد (۰ میلی مولار) به ترتیب ۲۱۲ و ۷۱ درصد کاهش نشان داد. به طور کلی اغلب اثرات قلیائیت بر رشد گیاه از طریق کاهش در قابلیت حل عناصر توسط افزایش pH که به علت یون بیکربنات است ایجاد میشود (Ahmad and Sharma, ۲۰۱۰). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر بیکربنات سدیم بر فلورسانس کلروفیل و شاخص کارایی فتوسنتزی در سطح ۵ درصد معنیدار بود. بر اساس نتایج به دست آمده بیکربنات سدیم باعث کاهش معنیداری در فلورسانس کلروفیل و شاخص کارایی فتوسنتزی شد به طوری که کمترین مقدار در تیمار ۷۰ میلی‌مولار مشاهده گردید. هر چند که بین تیمار ۳۵ و ۷۰ میلی مولار در شاخص کارایی فتوسنتزی اختلاف معنیدار نبود. مشخص شده است که کلروپلاست و رنگیزههای گیاهی موجود در آن تحت تنش قلیائیت قرار میگیرند. به طوری که فعالیت آنزیم کلروفیلاز که باعث تجزیه کلروفیل میشود تحت تنش افزایش مییابد (Deng et al., ۲۰۱۰). مقایسه میانگین دادهها مربوط به اثر بیکربنات سدیم در ارتباط با عناصر در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم میزان فسفر برگ کاهش یافت هرچند که بین تیمار ۳۵ و ۷۰ اختلاف معنی‌دار نبود. در ارتباط با عنصر پتاسیم نیز اثر بی‌کربنات سدیم مشخص بود هرچند که این اثر تنها در سطح ۷۰ میلی‌مولار معنی‌دار بود. روند تغییرات میزان سدیم در برگ نشان داد که با افزایش سطوح بی‌کربنات سدیم غلظت این عنصر افزایش یافت به طوری که بیشترین مقدار در تیمار ۷۰ میلی‌مولارو کمترین در شاهد مشاهده شد. نتایج مشابهی در مورد آهن و منگنز نیز به دست آمد. افزایش غلظت بیکربنات سدیم (تنش قلیائیت) موجب بروز نارساییهای تغذیهای در گیاه میشود و در نتیجه شرایط نامساعدی برای رشد و نمو گیاه ایجاد میگردد. این نارساییها ممکن است به دلیل اثرات منفی pH بالا تحت افزایش غلظت بیکربنات سدیم بر قابلیت جذب و انتقال عناصر غذایی در بخشهای مختلف گیاه باشد و یا مربوط به وجود یون سدیم در رقابت با جذب عناصر در گیاه باشد. pH بهینه برای قابلیت حل عناصر ریزمغذی بین ۳/۶ - ۴/۵ است. در پژوهشی که انجام شد بیکربنات سدیم بر جذب عناصر پر مصرف و کم مصرف تاثیر گذار بود به طوری که غلظت عناصر به ویژه فسفر را در برگ واریتههای مورد نظر کاهش داد. pH آپوپلاست برگ نیز یک فاکتور خیلی مهم در کنترل قابلیت در دسترس بودن عناصری از قبیل فسفر، آهن، منگنز، مس و روی در برگ است. بیکربنات نیز نقش مهمی در تغییر pH آپوپلاست برگ دارد (Yang et al., ۲۰۰۹).



شکل ۱ - اثر بیکربنات سدیم بر وزن خشک برگ و ریشه در دانهال انجیلی. حروف متفاوت در بالای ستون ها نشانه اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.



شکل ۲- اثر بیکربنات سدیم بر Fv/Fm و PI در دانهال انجیلی. حروف متفاوت در بالای ستون ها نشانه اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۱- اثر بیکربنات سدیم بر میزان عناصر در دانهال انجیلی

تیمار بی کربنات سدیم (میلی مولار)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	سدیم (Na)	اهن (Fe)	روی (Zn)	منگنز (Mn)
	درصد (%)			میلی گرم در کیلوگرم (mg/kg)		
۰	a*۲۶/۰	a۵۷/۰	b۴۲/۰	a۴/۹۶	a۳/۳۴	a۹/۶۷
۳۵	b۱۹/۰	a۵۷/۰	a۷۵/۰	b۲/۷۵	a۷/۳۱	b۱/۶۲
۷۰	b۱۷/۰	b۵۲/۰	a۸۲/۰	c۴/۴۵	a۴/۳۳	c۹/۵۴

*حروف متفاوت در هر ستون و ردیف نشان دهنده اختلاف معني‌دار بين ميانگين‌ها در سطح احتمال ۵ درصد ازمون دانکن مي‌باشد.

منابع

ثابتی، ح. ۱۳۸۷. درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد.

Ahmad, P., Sharma, S., ۲۰۱۰. Physio-biochemical attributes in two cultivars of mulberry (*Morusalba* L.) under NaHCO۳ stress. Int. J. Plant Prod. ۴, ۱۷۳۵-۱۷۴۳.

Bienfait, H.F., Scheffers, M.R., ۱۹۹۲. Some properties of ferric citrate relevant to the iron nutrition of plants. Plant Soil. ۱۴۳, ۱۴۱-۱۴۴.

Deng, C. N., Zhang, G. X., Pan, X. L. & Zhao, K. Y. ۲۰۱۰. Chlorophyll fluorescence and gas exchange responses of maize seedlings to saline-alkaline stress. Bulgarian Journal of Agricultural Science, ۱۶(۱), ۴۹-۵۸.

Handreck, K., Black, N. ۲۰۰۲. Growing Media for Ornamental Plants and Turf. UNSW Press Sydney, Australia.

Nikolic, M., Kastori, R. ۲۰۰۰. Effect of bicarbonate and Fe supply on Fe nutrition of grapevine. J. Plant Nutr. ۲۳, ۱۶۱۹-۱۶۲۷.

Roosta, H.R., Schjoerring, J.K. ۲۰۰۷. Effects of ammonium toxicity on nitrogen metabolism and elemental profile of cucumber (*Cucumissativus* L., cv. Styx) plants. J. Plant Nutr. ۳۰, ۱۹۳۳-۱۹۵۱.

Yang, C.W., Xu, H.H., Wang, L.L., Liu, J., Shi, D.C., Wang, D.L., ۲۰۰۹. Comparative effects of salt-stress and alkali-stress on the growth, photosynthesis, solute accumulation, and ion balance ofbarley plants. Photosynthetica. ۴۷, ۷۹-۸۶.

Abstract

In order to investigae of the effects of different concentrations of sodium bicarbonate on Parrotia Persia a greenhouse experiment was carried out in a completely randomized design consists of three levels of sodium

bicarbonate (۰, ۳۵ and ۷۰ mM) with four replications. Seedlings transferred into the Yonolit pots containing perlite medium in four-leaf stage. In this study, the effects of different concentrations of sodium bicarbonate on dry weight of leaves and roots, Fv/Fm, PI and nutrient elements were examined. Results showed that the presence of bicarbonate will affect all the traits and the differences among the three levels of treatment were clearly visible. According to the results dry weight of leaves and roots, Fv/Fm, PI and nutrient elements elevated by increasing the concentration of sodium bicarbonate significantly, so that, the dry weight of leaves and roots decreased ۲۱۲ and ۷۱% in ۷۰ mM bicarbonate compared to the control treatment (۰ mM), respectively.

تأثیر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بر افزایش مقاومت به شوری در اطلسی

اصغر رحیمی [۱]، سهیلا قاسمی مهام [۲]، سوده صفوی [۳]
۱-دانشیار دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، ۲-دانشجوی دکتری رشته آگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر رفسنجان، ۳- کارشناسی ارشد رشته باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

چکیده
به منظور بررسی اثر سالیسیلیك اسید بر خصوصیات رشد و نموی و میزان کلروفیل برگ و میزان فلورسانس کلروفیل در شرایط تنش شوری بر روی گیاه اطلسی انجام شد. برای این منظور گیاهچه‌های اطلسی در شرایط هیدروپونیک و در محیط کشت مخلوط کوکوپیت و پرلایت کشت شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا خواهد شد. فاکتور اول شامل سه سطح شوری (۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار) و فاکتور دوم شامل محلول پاشی اسید سالیسیلیک در سه سطح (۰، ۵/۰ و ۱میلی مولار (بود. نتایج نشان داد غلظت نمک، غلظت سالیسیلیک اسید و اثرات متقابل غلظت نمک و سالیسیلیک اسید، اثرات معنی‌داری بر روی طول گیاه، تعداد گل، شاخص کلروفیل و تعداد برگ در گیاه داشتند.
واژه های کلیدی: سالیسیلیك اسید، فلورسانس، کوکوپیت و هیدروپونیک.

مقدمه
شوری به معنی اضافه شدن نمک‌هایی مثل سدیم کلرید، سدیم سولفات و ... به خاک یا آب است. بر اساس تعریف ارائه شده توسط آزمایشگاه مطالعات شوری ایالات متحده، خاکهای شور به خاکهایی گفته می شود که هدایت الکتریکی(EC) در آنها بیشتر از ۴ میلی موس بر سانتی متر بوده و درصد سدیم قابل تبادل(ESP) آنها کمتر از ۱۵% باشد. بر این اساس خاک‌های شور را به سه گروه تقسیم می کنیم: ۱-Saline ۲- Saline sodic ۳- Sodic location اکثر این مناطق حاوی غلظت بالایی از یونها بوده و برای تشخیص آنهاازپارامترهایی نظیر EC, pH خاک و ESP استفاده می کنیم (Prasad ۱۹۹۶). به طورکلی افزایش شوری در خاک باعث کاهش رشد و میزان محصول می گردد. شوری بر تمام فرایندهای اصلی مانند رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین، متابولیسم لیپید و انرژی موثر بوده، در نتیجه تمام مراحل زندگی گیاه از جوانه زنی تا تولید بیوماس و تولید دانه را تحت تاثیر قرار می دهد (Parida et al ۲۰۰۴).

برای اولین بار در سال ۱۸۳۸ سالیسیلیک اسیدرا از *Salix* استخراج شد (Raskin ۱۹۹۲). کاربرد سالیسیلیک اسید اگزوژن در تنش‌های مختلف غیر زیستی اثرات متفاوتی بر گیاهان داشته است (Horvath et al ۲۰۰۷). رشد و نمو پدیده‌هایی هستند که باعث بزرگ شدن موجود زنده و بقای نسل او می‌گردند. رشد افزایش کمی و غیر قابل برگشت مقدار ماده زنده یا پروتوپلاسم سلول و افزایش تعداد سلول‌ها می‌باشد. پس رشد واقعی در گیاه زمانی صورت می‌گیرد که مقدار ماده زنده و یا پروتوپلاسم سلول افزایش پیدا کرده باشد. در دوره زندگی گیاه مجموعه تغییراتی صورت می‌گیرند که شامل بزرگ شدن سلول (Auxesis) و افزایش تعداد سلولهای (Meresis) می‌باشند (فهیمی ۱۳۷۷). رشد می تواند تحت تأثیر عوامل محیطی یا درونی تغییر پیدا کند. یکی از ترکیبات طبیعی که به عنوان تنظیم کننده رشد گیاه شناخته می شود سالیسیلیک اسید است (Arberg۱۹۸۱). سالیسیلیک اسید به عنوان یک فنل طبیعی تنظیم کنند رشد بوده و فرآیندهای های فیزیولوژیک گیاه را تنظیم می‌کند. در گزارشی در مورد گیاه گندم ثابت شده، که خیساندن دانه‌های گندم در سالیسیلیک اسید منجر به افزایش جوانه زنی دانه‌ها و رشد گیاهچه ها شده است. زیرا سالیسیلیک اسید باعث افزایش تقسیم سلولی و اتساع سلولهای ریشه شده است (Sakhabutdinova et al ۲۰۰۳). درگزارش دیگری که درمورد گیاه *Lepidium meyenii* آمده است، استفاده از متیل سالیسیلیک اسید، رشد کالوس گیاه را افزایش داده که این افزایش تحت تأثیر غلظت و مدت زمان استفاده ازاین ماده هم قرار می گیرد (Wang et al ۲۰۰۷)، به همین منظور در این پژوهش به مطالعه اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بر افزایش مقاومت به شوری در گیاه اطلسی پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها
این پژوهش به منظور بررسی اثر سالیسیلیك اسید بر خصوصیات رشد و نموی و میزان کلروفیل برگ و میزان فلورسانس کلروفیل در شرایط تنش شوری بر روی گیاه اطلسی انجام شد. برای این منظور گیاهچه های اطلسی در شرایط هیدروپونیک و در محیط کشت مخلوط کوکوپیت و پرلایت کشت شد. در ابتدا بذرهای اطلسی ایرانی در داخل سینی های حاوی کوکوپیت و پرلایت کشت خواهند شد. پس از این که گیاهچه ها به مرحل ۶ تا ۸ برگی رسیدند به داخل گلدان های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۲ سانتی متر منتقل شدند. پس از ورود گیاهان به فاز زایشی و گل دهی (۴۵ روز پس از انتقال نشا به داخل گلدان) تیمارهای شوری و سالیسیلیك اسید روی گیاهان اعمال خواهد شد. محلول پاشی برگی سالیسیلیك اسید هر دو هفته یکبار بود. غلظت های سدیم کلرید ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار از طریق آبیاری ۲۰۰ میلی لیتر به ازای این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا خواهد شد. فاکتور اول شامل سه سطح شوری (۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار) و فاکتور دوم شامل محلول پاشی اسید سالیسیلیک در سه سطح (۰، ۵/۰ و ۱میلی مولار (بود.

فلورسانس کلروفیل روی سطح برگ در وسط روز با استفاده از دستگاه مدل Opti-Sciences ساخت کشور ایالات متحده اندازه‌گیری شد. اندازه گیری میزان کلروفیل برگها با استفاده از دستگاه اندازه گیری میزان کلروفیل مدل مینولتا انجام شد. اندازه گیری بر روی برگهای جوان صورت گرفت.

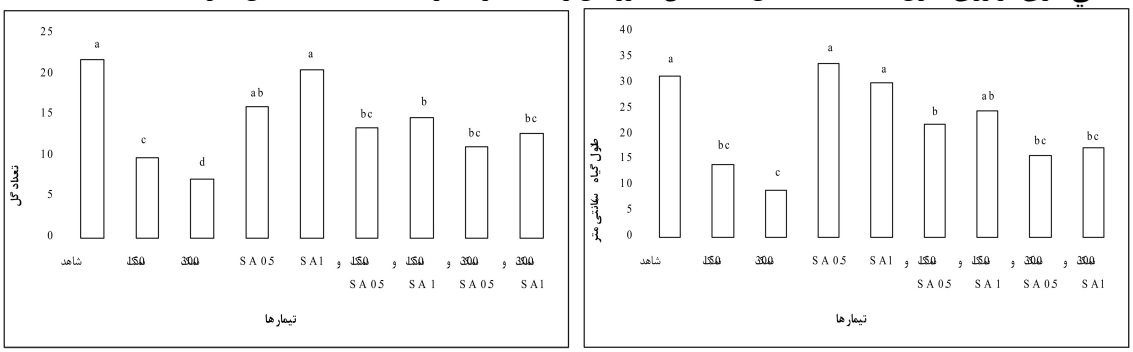
میزان نسبی آب برگ (RWC) مطابق روش یاماساکی و دیلن برگ[۱۴۷] (۱۹۹۹) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

RWC = (وزن خشک- وزن آماس)/ (وزن خشک - وزن تر) ×۱۰۰

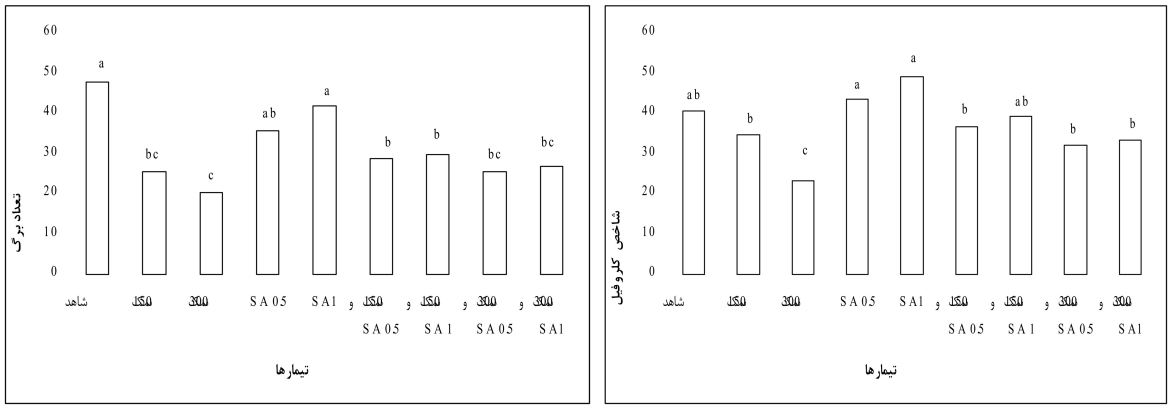
برای این منظور دیسک‌هایی از قسمت میانی پهنک برگ به قطر ۸ میلی متر (برای هر تکرار ۵ دیسک برگی) تهیه شد. پس از تعیین وزن تر، دیسکها به پتری‌های درب دار حاوی آب مقطر منتقل شدند و به مدت ۶ ساعت در دمای ۴ درجه سانتیگراد در تاریکی قرار گرفتند. سپس وزن آماس آنها اندازه‌گیری شد. پس از خشک کردن نمونه‌ها در آون ۶۰ درجه سانتي‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک آنها تعیین گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده ها نشان داد غلظت نمک، غلظت سالیسیلیک اسید واثرات متقابل آنها اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد بر ارتفاع گیاه نداشتند. ولی غلظت نمک، غلظت سالیسیلیک اسید واثرات متقابل غلظت نمک و سالیسیلیک اسید، اثرات معني‌داری بر روی طول گیاه، تعداد گل، شاخص کلروفیل و تعداد برگ در گیاه داشتند (شکل ۱ و ۲).



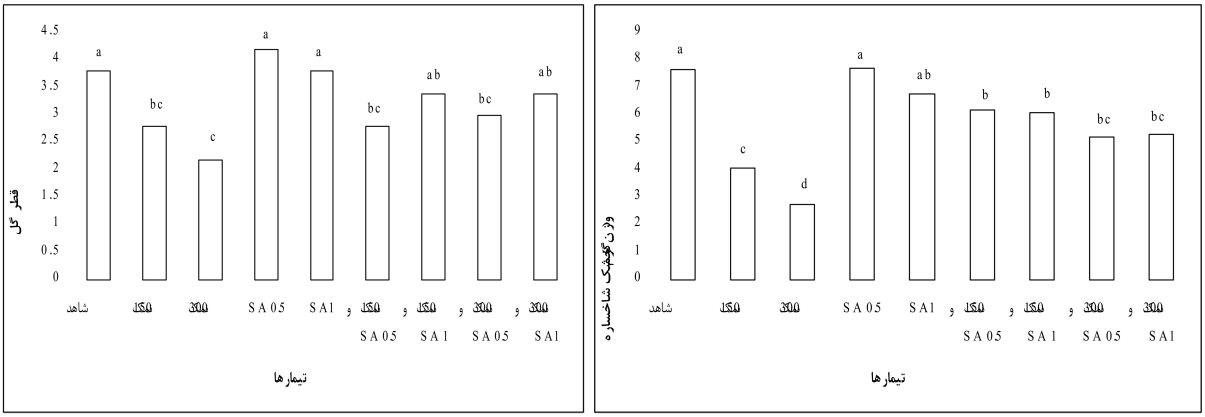
اثرات متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر طول و تعداد گیاه اطلسی



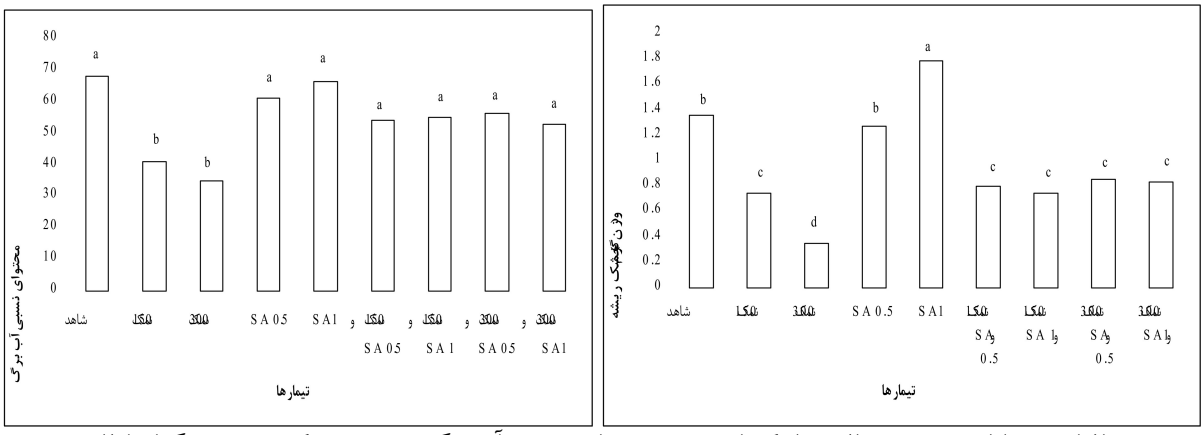
اثر متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر شاخص کلروفیل و تعداد برگ گیاه اطلسی

غلظت های پایین سالیسیلیک اسید سبب افزایش معنی دار پیگمان های فتوسنتز در سویا (keck, M.J. et al.۲۰۰۷) ، جو (Alian, et al,۲۰۰۰. et al.۲۰۰۳) و گندم می‌گردد. شوری میزان انرژی لازم برای حفظ شرایط طبیعی سلول را افزا یش می دهد و در نتیجه مقدار انرژی کمتری برای نیازهای رشد با قی می ماند .بنابر این گیاهان درشرایط شور ی به طور کلی ضعیف‌تر بوده و برگ‌ها ی کوچکتری نسبت به گیاهان معمو لی دارند. در شر ایط شور ی، با افز ایش فشار اسمز ی محیط، رشد رویشی گیاهان کاهش می یابد (حیدری، ۱۳۸۰).

[۱۴۷] . Yamasaky and Dillenburg



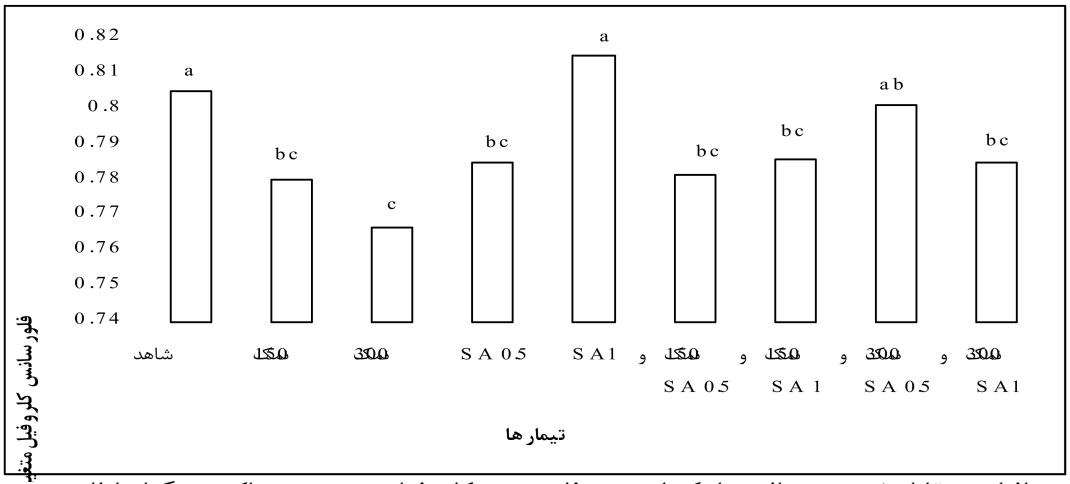
اثر متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر شاخص قطر گل و وزن خشک شاخساره گیاه اطلسی



اثرات متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر محتوای نسبی آب برگ و وزن خشک ریشه در گیاه اطلسی

غلظت نمک، غلظت سالیسیلیک اسید واثرات متقابل غلظت نمک و سالیسیلیک اسید، اثرات معني‌داری در سطح ۵ درصد بر فلورسنس کلروفیل متغیر به حداکثر داشته است. به نظر مي‌رسد که نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر همبستگی خوبی با عملکرد کوانتومی فتوسنتز دارد که به صورت تولید O_2 یا جذب CO_2 در تابش اندک اندازه‌گیری مي‌شود(برون و همکاران، ۲۰۰۴). به طور خاص کاهش عملکرد کوانتومی توسط بازدارندگی نور مي‌تواند توسط پارامتر فلورسانس متغیر به حداکثر (F_v/F_m) مورد ارزیابی قرار بگیرد.

ایجاد تحمل به انواع تنش در گیاهان از راه تیمار با اسید سالیسیلیک و مشتقات آن در کشاورزی، باغبانی و جنگلداری امکان پذیر می‌باشد (sharphy, T., et al.۱۹۹۲). سالیسیلیک سبب افزایش مقاومت گیاهان به استرس های زیستی و غیر زیستی می‌شود ((shanon, O.۱۹۸۴;Turner , H., et al.۱۹۹۲.



اثرات متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر فلورسنس کلروفیل متغیر به حداکثر در گیاه اطلسی

منابع

حیدری شریف آبادی، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع،وزارت جهادکشاورزی.ص ۶۰-۹۶.

فهیمی ح. ۱۳۷۶. تنظیم کننده های رشدگیاهی. انتشارات دانشگاه تهران.

Alian, A., Altman, A. and Heuer, B. ۲۰۰۰.Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. Plant Sci.۱۴۵:۵۹-۶۵

Arberg B, (۱۹۸۱)Plant growth regulators. Monosubstituted benzoic acid. Swed Agric Res ۱۱ : ۹۳-۱۰۵

Horvath E, Szalai G, Janda T, (۲۰۰۷(Induction of Abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. Plant growth regual ۲۶ : ۲۹۰-۳۰۰

Keck, T.J., Wangnet, R.J., Campbell. W.F. and Knighton, R.E.۱۹۸۴. Effects of water and salt stress on growth and acetylene reduction in alfafa. Soil Sci. Amer. J. ۴۸ : ۱۳۱۰-۱۳۱۶

Parida AK, Das A B, Mittra B, Mohanty P,)۲۰۰۴(Salt-stress induced alterations in protein profile and protease activity in the mangrove, Bruguiera parviflora.L. Naturforsch. ۵۹ : ۴۰۸-۴۱۴

Prasad M N V, (۱۹۹۶(Plant ecophysiology. John Wiley and Sons, Inc, New York ۵۴۲ pages : ۱۷۳-۲۰۶

Raskin I)۱۹۹۲(Role of salicylic acid in plants. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Boil ۴۳ : ۴۶۳ - ۷۳۹

Sakhabutdinova A R, Fatkhudinova D F, Bezrukova M V, Shakirova F M,)۲۰۰۳(Salicylic acid prevents the damaging action of stress factor in Wheat plants. Bulg J Plant Physiol Special Issue ۳۱۴-۳۱۹

Shanon, M.C. ۱۹۸۴. Breeding, selection and genetics of salt tolerance, In : R. C. Staples and G. H. Toennissen (eds.). Salinity tolerance in plants, PP : ۲۳۷-۲۵۴.

Sharphy,A.N., Meisinger, J.J., Power, J.F. and suarz, D.L.۱۹۹۲. Root extraction of nutrients associated with long term soil management .pp;۱۵۱-۲۱۷. In : B. Steward(ed). Advaces in Soil Sci, Vol. ۱۹. Springer Verlag.

Turner, T.R., and Hummel, N.W. ۱۹۹۲ . Nutritional requirement and fertilization chapt ۱۱, Pag. ۳۸۵-۴۳۲, In D.V. Woddington, R. N. Series Agronomy. American Society of Agron., Madison .,WI.

Wang L Y, Wang X D, Zhao B, Wang Y C (۲۰۰۷(Enhancing antioxidative capacity of Lepidium meyenni calli by addition of methyl salicylate to culture medium. Acta phusiol plant ۲۹(۵(:۴۱۷-۴۲۳

Abstract

In order to investigate the effect of Salicylic acid on growth and development characteristics was determined the amount of chlorophyll and chlorophyll fluorescence under salinity condition on petunia plant. For this purpose, petunia seedlings were grown in hydroponics and mixture of coco peat and perlite medium. The experiment was factorial in a completely randomized design with four replications. The first factor had three levels of salinity (۰, ۱۵۰ and ۳۰۰ mMol) and the second factor included three levels of salicylic acid foliar (۰, ۰.۵ and ۱ mMol). The results showed that salt concentration, the concentration of salicylic acid and their interactions had significant effects on the plant height, number of flowers, chlorophyll index and number of leaves per plant.

تاثیر دو نوع ماده آلی مختلف روی خصوصیت شیمیایی خاک و عملکرد گیاه کلزا

زهرا دیانت مهارلویی [۱]، علی اکبر موسوی [۲]
دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس،۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس

چکیده
آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی، شامل دو نوع ماده آلی، کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر در چهار سطح (۰، ۱، ۲و ۴ درصد وزنی) و سه نوع بافت خاک (شنی لومی، لومی، لوم رسی سیلتی) در سه تکرار انجام گرفت. خصوصیات مورد اندازه‌گیری شامل درصد ماده آلی، وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه و ارتفاع گیاه کلزا می‌باشد. نتایج نشان داد کاربرد ضایعات میوه انجیر و کمپوست در خاک باعث افزایش معنی‌دار درصد ماده آلی، وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه و ارتفاع گیاه کلزا در مقایسه با تیمار شاهد گردید. تاثیر کاربرد کمپوست در خاک بر روی در صد ماده آلی نسبت به کاربرد ضایعات میوه انجیر بیشتر بود همچنین تاثیر کاربرد ضایعات میوه انجیر در خاک بر روی وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه و ارتفاع گیاه کلزا نسبت به کاربرد کمپوست بیشتر بود.

واژه های کلیدی: ضایعات میوه رسیده انجیر،کمپوست، خصوصیت شیمیایی خاک، گیاه کلزا

مقدمه
با توجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، کاربرد ترکیبات آلی عامل مدیریتی مهم و موثر بر کیفیت خاک و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی و باروری خاک به حساب می‌آید (اسمیت، ۲۰۰۲). مواد آلی باعث افزایش عناصر غذایی خاك، ظرفیت نگهداری آب در خاک، درصد ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌شود (چریف و همکاران، ۲۰۰۹). بارتال و همکاران (۲۰۰۴) افزایش کاربرد کمپوست زباله و کود شیمیایی در مزرعه گندم باعث افزایش وزن خشک، عملکرد دانه، میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب شده توسط گیاه می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان بیان کرد که مصرف کودهای آلی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش باروری گیاهان و تولید پایدار خاک در دراز مدت می‌گردد.

مواد و روش‌ها
جهت انجام آزمایش، طبق (جدول ۱)، مقدار کافی خاک از افق سطحی (۰ تا ۳۰ سانتیمتری خاک) از استان فارس در سه منطقه، شهرستان شیراز، زرقان و مهارلو جمع‌آوری گردید. پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری برخی ویژگی‌های خاک و گیاه از جمله بافت خاک به روش هیدرومتر (بویوکوس، ۱۹۶۲)، قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی (رودز، ۱۹۹۶)، پهاش در خمیر اشباع به وسیله دستگاه پهاش‌متر (توماس، ۱۹۹۶)، اندازه‌گیری کربن آلی به روش سوزاندن تر، موادآلی خاک توسط بی‌کرومات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ اکسید شده و باقی‌مانده بی‌کرومات پتاسیم با فروآمونیوم سولفات تیتر شد (جکسون، ۱۹۷۵)، اندازه‌گیری ارتفاع گیاه کلزا با استفاده از خط‌کش شفاف بر حسب سانتی‌متر، گیاه برداشت شده و بوته گیاه جمع‌آوری و پس از خشک کردن در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، میزان ماده خشک گیاه کلزا با استفاده از ترازوی حساس اندازه‌گیری گردید. آزمایش با استفاده از ستون خاک اجرا شد. به منظور تهیه ستون‌های خاک از استوانه‌هایی با قطر داخلی ۵/۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر که ته لوله‌ها با صفحه مشبک از جنس پی وی سی مسدود گردید، استفاده شد. تجزیه و تحلیل نتایج، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح ۵٪ با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گردید.

جدول ۱ - برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و عملکرد گیاه کلزای مورد مطالعه

بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	محل نمونه‌برداری	pH	Ec ($ds.m^{-1}$)	OM (%)	dry weight (gr)	Steam length (cm)
شنی لومی	۵۴/۸۱	۳۶/۸	۱۰/۱۰	شیراز	۵۳/۷	۲۶/۰	۶۷/۰	۰۷۸۸/۰	۸۱/۵
لومی	۲۸/۳۲	۵۶/۴۶	۱۶/۲۱	شیراز (مهارلو)	۶۶/۷	۲۵/۱	۱۰/۲	۰۵۸۷/۰	۲۹/۵
لوم‌رسی‌سیلتی	۱۰	۸۴/۶۰	۱۶/۲۹	شیراز (زرقان)	۷۵/۷	۷۶/۰	۸۹/۲	۰۴۱۷/۰	۹۶/۴

= پ‌هاش، Ec = قابلیت هدایت الکتریکی، OM = درصد ماده آلی، dry weigh = وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه، steam length= ارتفاع گیاه کلزا

نتایج و بحث

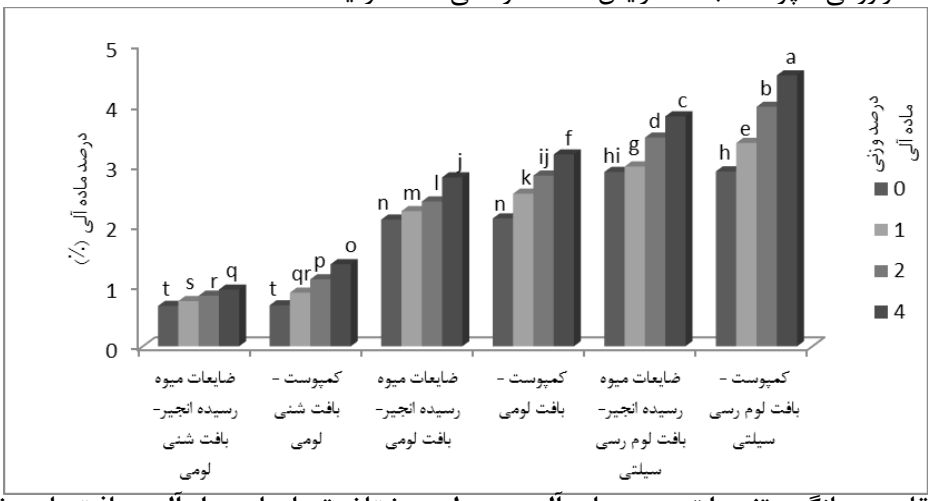
نتایج تجزیه واریانس، بافت‌های مختلف خاک، مواد آلی (کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر) و همچنین اثر متقابل مواد آلی (کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر) و بافت‌های مختلف خاک به شرح زیر می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگی شیمیایی خاک و عملکرد گیاه کلزا برای تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	OM (%)	dry weight (gr)	Steam lengt (cm)
بافت خاک	۲	۸۵/۴۰**	۶۵/۵۷**	۱۹/۶۱**
مواد آلی	۷	۴۱/۱**	۱۹/۰**	۱۹/۰**
بافت خاک × مواد آلی	۱۴	۱۰/۰**	۰۱۲/۰ ns	۰۰۷/۰ ns
خطا	۴۸	۰۰۱/۰	۰۱/۰	۰۱/۰

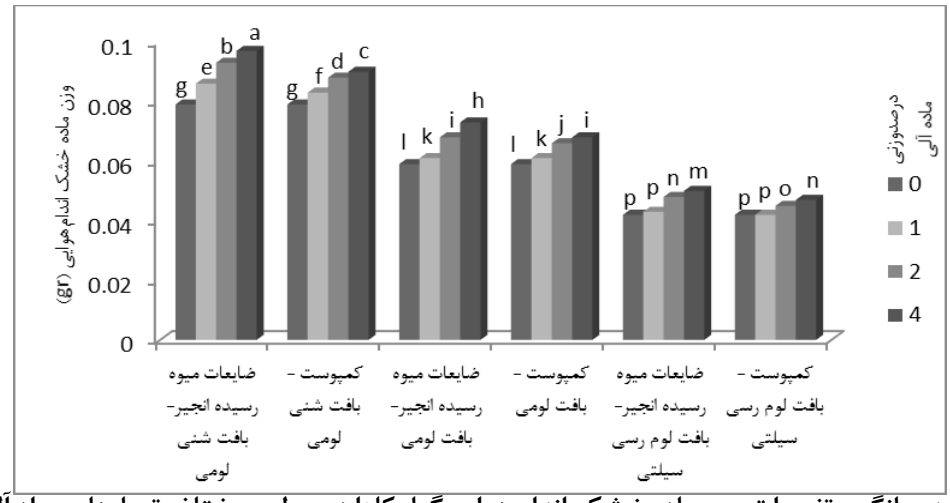
.به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد ns و Fو* به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ بر طبق آزمون **
ارتفاع گیاه کلزا =steam length ،وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه = dry weight ،درصد ماده آلی = OM

درصد ماده آلی: افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر باعث افزایش معنی‌دار درصد ماده آلی خاک در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلتی نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد شد. بنابراین بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده مربوط به تیمار کمپوست در هر سه نوع بافت خاک شد (شکل ۱). گلیک و همکاران (۲۰۰۴) اظهار داشتند کاربرد تیمارهای کمپوست و ورمی‌کمپوست، باعث افزایش غلظت موادآلی خاک گردید.



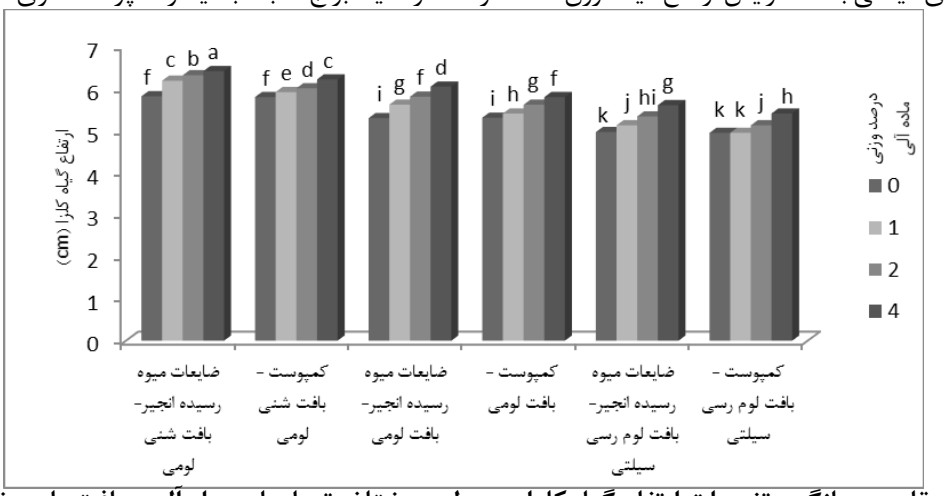
شکل ۱- مقایسه میانگین تغییرات درصد ماده آلی در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک

وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه کلزا: افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر باعث افزایش معنی‌دار وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه کلزا در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلتی نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد شد. بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده بر روی وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه کلزا مربوط به تیمار ضایعات میوه انجیر بود (شکل ۲). گندمکار (۱۳۸۰) بیان کردند کمپوست شهری سبب افزایش چشمگیر عملکرد ذرت و افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه از ۲ به ۴ تن در هکتار نسبت به شاهد شد.



شکل ۲- مقایسه میانگین تغییرات وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه کلزا در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک

ارتفاع گیاه کلزا: افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه کلزا در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلتی نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد شد. بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده بر روی ارتفاع گیاه کلزا مربوط به تیمار ضایعات میوه انجیر در هر سه نوع بافت خاک شد (شکل ۳). شو (۲۰۰۵) مصرف کمپوست بقایای گیاهی باعث افزایش ارتفاع گیاه، وزن خشک و عملکرد گیاه برنج نسبت به تیمار کمپوست گاوی شد.



شکل ۳- مقایسه میانگین تغییرات ارتفاع گیاه کلزا در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک

نتیجه‌گیری

کاربرد کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر در خاک‌های زراعی به عنوان کود آلی، روی خصوصیات خاک تاثیر مثبت داشت و باعث بهبود و افزایش درصد ماده آلی خاک، وزن ماده خشک اندام هوایی و ارتفاع گیاه کلزا گردید. تاثیر کاربرد کمپوست پس از اضافه شدن به خاک باعث افزایش درصد ماده آلی خاک نسبت به ضایعات میوه رسیده انجیر شد. تاثیر مثبت ضایعات میوه رسیده انجیر روی وزن ماده خشک اندام هوایی و ارتفاع گیاه کلزا بیشتر از کمپوست بود.

منابع

گندمکار، ا.، کیانی، ش.، و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۰. اثر مقادیر و روش‌های کاربرد سولفات روی بررشد و عملکرد درختان درمرکبات شمال خوزستان. ویژه‌نامه مصرف بهینه کود، ۲۳۴ - ۲۲۹.

Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., Beraud, J., Keinan, M., Rosenberg, R., Zohar, D., Rosen, V. and Fine, P. ۲۰۰۴. Nitroen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. Journal of Environment Quality. ۳۳: ۱۸۵۵-۱۸۶۵.

Bouyoucos, G. J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil, Agron. J. ۵۴ : ۴۶۴-۴۶۵.

Cherif, H., Ayari, F., Ouzari, H., Marzorati, M., Brusetti, M., Jedidi, L., Hassen, A., and Daffonchio, D. ۲۰۰۹. Effect of municipal solid waste compost, farmyard manure and chemical fertilizers on wheat growth, soil composition and soil bacterial characteristics under Tunisian arid climate. Eur. J. soil Biol .۴۵ : ۱۳۸-۱۴۵.

Gelik, I., Ortas, I. and Kilik, S. ۲۰۰۴. Effect of compost, Mycorhiza, Mnure and fertilizer on some physical properties of Chromoxerert soil, Soil and Till. Res. ۷۸ : ۵۹-۶۷.

Jackson, M.L. ۱۹۷۵. Soil chemical analysis-advanced course, Univ. of Wisconsin, college of Agric, Dept. of Soil Sci., Madison, WI.

Rhoades, J.D. ۱۹۹۶. Salinity : Electrical Conductivity and total dissolved solids. P. ۴۱۷- ۴۳۶. In D.L. Sparks et al., (eds) Methods of soil analysis. part ۳. Am. Soc. Agron., Madison. WI.

Shu, Y.Y. ۲۰۰۵. Effect of application of different types of organic composts on rice growth under laboratory conditions. Soil Science and plant Nutrition. ۵۱ : ۴۴۳- ۴۴۹.

Smith, P .۲۰۰۲. Organic matter modeling. In : Lal, R. ed. Encyclopedia of Soil Science. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.

Thomas, G.W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. p. ۴۷۵- ۴۹۰. In D.L. Sparks et al., (eds) Methods of soil analysis. patt ۳. Am. Soc. Agron., Madison. WI.

Abstract

This study was a factorial experiment in a completely randomized design, consisting of two types of organic matter, compost and ripe fig fruit waste in four levels of (۰, ۱, ۲ and ۴ by weight %) and three soil type (loamy sand, loam, silty clay loam) with three replication. Include properties, organic matter content, dry weight and height of rapeseed plant was measured. The results showed that the use of ripe figs fruit waste and compost in the soil increased organic matter content, dry weight and height of rapeseed plant compared to the control. Effect of compost in soil on the organic matter content of application most of ripe figs fruit waste was. Effect of ripe figs fruit waste in soil on dry weight and height of rapeseed plant application most of compost was.

تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی و مدت زمان انبارداری بر تجمع نیترات و نیتریت در کاهو

عاطفه بیگی هرچگانی [۱] و شهرام کیانی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد ، ۲-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد

چکیده
برای بررسی شکل نیتروژن و مدت زمان انبارداری بر تجمع نیترات و نیتریت در کاهو، آزمایشی با نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات (با و بدون بازدارنده نیترات سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بر روی دو رقم کاهو ترسا و کالیفرنیا در شرایط هیدروپونیک در دانشگاه شهرکرد انجام گرفت. نتایج نشان داد در رقم ترسا افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی و کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیترات اندام هوایی در زمان برداشت نداشت. ولی در رقم کالیفرنیا نسبت ۱۰۰:۰ آمونیوم به نیترات منجر به کمترین غلظت نیترات اندام هوایی کاهو در زمان برداشت شد.

واژه‌های کلیدی: نسبت آمونیوم به نیترات، تجمع نیترات و نیتریت، کاهو.

مقدمه
نیترات و آمونیوم شکل‌های قابل جذب گیاه می‌باشند و به طور معمول دیگر شکل‌ها برای گیاه قابل استفاده نیستند. جذب نیتروژن از راه ریشه بدون هیچ تقدمی در جذب یکی از این دو شکل صورت می‌گیرد. مهم‌ترین تفاوت در جذب نیترات و آمونیوم در حساسیت آنها نسبت به pH می‌باشد (لورنز، ۱۹۷۸). کاهو (*Lactuca sativa L.*) از جمله محصولاتی است که پرورش آن به روش هیدروپونیک در بسیاری از گلخانه‌های تجاری دنیا انجام می‌شود. کاهو گیاهی از خانواده *Asteraceae compositae* است که یکساله و روز بلند بوده و در تابستان به گل می‌نشیند. شاخص ویژه این خانواده گلهای لوله‌ای و زبانه‌ای آنها است (نظری، ۱۳۷۱).
کاهو از جمله سبزیهای برگی است که دارای مشکل تجمع نیترات بوده و استفاده زیاد از این سبزی در رژیم غذایی روزانه می‌تواند منجر به بروز مشکلات جدی در انسان شود. نیترات به تنهایی نسبتاً غیرسمی است اما با تبدیل شدن به نیتریت باعث ایجاد عارضه متهموگلوبینمیا می‌شود که این امر منجر به ایجاد سندروم نوزاد کبود در اطفال می‌شود. از طرف دیگر واکنش نیترات با اسید آمینه‌های معده منجر به تشکیل ماده سرطان‌زای نیتروزوآمین در معده می‌شود. عوامل متعددی از قبیل شرایط اقلیمی (دما و شدت نور)، نوع خاک، نوع رقم، کاربرد نیتروژن و پتاسیم، شکل نیتروژن، کاربرد بازدارنده نیترات سازی، استفاده از کودهای کندرها و علف کشها و در نهایت طول مدت انبارداری و شرایط آن وضعیت نیترات گیاه را تحت تاثیر قرار می دهند. در این میان شکل نیتروژن کاربردی تأثیر زیادی بر تجمع نیترات در سبزیها هم در محیط کشت خاکی و هم در شرایط هیدروپونیک دارد. پژوهشهای انجام شده در این زمینه حاکی است کاربرد نیتروژن به شکل آمونیوم در کاهش تجمع نیترات در سبزیهای برگی موثر بوده است (سانتاماریا، ۲۰۰۶). بازدارنده‌های نیترات‌سازی ترکیب‌هایی هستند که اکسایش زیستی یون آمونیوم به نیتریت را به‌واسطه کاهش فعالیت باکتری نیتروزوموناس به تأخیر می‌اندازند (پاسدا و همکاران، ۲۰۰۱). چیرانی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند با افزایش مقدار آمونیوم محلول غذایی در کشت هیدروپونیک غلظت نیترات در میوه خیار کاهش یافت. همچنین بررسی‌های نجفی و پارسازاده (۱۳۸۹) در مورد تأثیر شکل نیتروژن بر غلظت نیترات اسفناج در کشت هیدروپونیک نشان داد با افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی، غلظت نیترات بخش هوایی اسفناج به طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین در این پژوهش بیشترین غلظت نیترات اسفناج در نسبت نیترات به آمونیوم ۰:۱۰۰ مشاهده شد.
با توجه به مصرف سبزیها در رژیم غذایی انسان و تأثیر زیاد آنها در تأمین نیترات و نیتریت رژیم غذایی و اثرات زیان‌بار نیترات و نیتریت بر سلامتی انسان، امروزه توجه ویژه‌ای به کاهش تجمع نیترات و نیتریت به خصوص در سبزی‌های برگی می‌شود. بنابراین با توجه به موارد فوق تحقیق حاضر سعی دارد تاثیر شکل نیتروژن و کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴- دی متیل پیرازول فسفات را بر تجمع نیترات و نیتریت در ارقام کاهو (دو رقم) در کشت هیدروپونیک مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روشها
این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات در محلول غذایی و مدت زمان نگهداری در یخچال در دو رقم کاهو در دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. نسبت آمونیوم به نیترات محلول غذایی شامل ۵ سطح ۱۰۰:۰، ۸۵:۱۵ با و بدون بازدارنده نیترات سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) و ۷۰:۳۰ با و بدون بازدارنده نیترات سازی DMPP بود. مدت زمان نگهداری در یخچال ۲، ۴ و ۶ روز پس از برداشت کاهوها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بود. ارقام کاهوی مورد استفاده نیز شامل دو رقم تجاری ترسا و کالیفرنیا بودند. حدود سه هفته پس از جوانه‌زنی، نشاهای کاهو به گلدانهای پلاستیکی ۲ لیتری حاوی کوکوپیت و پرلیت منتقل شدند. برای تهیه محلول غذایی از آب شرب دانشگاه شهرکرد استفاده شد. با لحاظ کردن غلظت عناصر غذایی موجود در آب، محاسبات لازم برای حصول به غلظت‌های مورد نظر در محلول‌های غذایی

مورد استفاده انجام شد. فرمولاسیون عناصر غذایی مورد استفاده برای تهیه محلول غذایی بدین صورت بود. غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد در محلول غذایی به ترتیب برابر با ۰/۱۹، ۰/۲، ۰/۱۱، ۵/۴، ۰/۱ و ۲/۱ میلی‌مولار بود. همچنین غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف برای مس، بور، آهن، منگنز، روی و مولیبدن به ترتیب برابر ۰/۷۵، ۳۰، ۴۰، ۰/۵، ۰/۴ و ۵/۰ میکرومولار بود. لازم به ذکر است pHمحلول غذایی روی ۴/۵ تنظیم شد.

پس از گذشت ۸ هفته، بوته‌ها برداشت شده و قسمت هوایی و ریشه گیاه از یکدیگر جدا شدند. به دنبال آن وزن تر نمونه‌ها توسط ترازوی رقومی اندازه‌گیری شد. بوته‌های کاهو در هر پلات به ۴ قسمت کاملا مشابه تقسیم شدند. بخش اول برای اندازه‌گیری غلظت نیترات و نیتریت در زمان برداشت اختصاص داده شد و ۳ بخش دیگر برای اندازه‌گیری غلظت نیترات و نیتریت در زمانهای ۲، ۴ و ۶ روز پس از برداشت در شرایط نگهداری در یخچال در دمای ۵ درجه سانتیگراد اختصاص داده شدند که هدف از این کار بررسی تغییرات غلظت نیترات و نیتریت در دوره نگهداری در یخچال در تیمارهای مختلف بود. نمونه‌ها پس از شستشو توسط آب معمولی و آب مقطر به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. سپس وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شده و درصد ماده خشک آنها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری غلظت نیترات و نیتریت در کاهو، به ۱/۰ گرم از پودر خشک شده کاهو ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شده و نمونه در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد به مدت یك ساعت خوابانیده شدند. نمونه حاصله سانتریفوژ شده و با استفاده از کاغذ صافی فیلترگردید. در نهایت غلظت نیترات به روش سولفوسالیسیلیك اسید و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (کاتالدو و همکاران، ۱۹۷۵). همچنین غلظت نیتریت نیز در عصاره حاصله با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه‌گیری‌گردید (مولوانی، ۱۹۹۶). سپس غلظت نیترات و نیتریت در نمونه‌های گیاهی بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر محاسبه و گزارش شد. در نهایت نتایج حاصله توسط نرم افزار آماری SASتجزیه و تحلیل شده و برای مقایسه و کلاسهبندی میانگینها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر نسبت‌های آمونیوم به نیترات محلول غذایی بر تجمع نیترات در کاهو

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی را بر غلظت نیترات و نیتریت ارقام کاهو نشان می‌دهد. با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات و زمان نگهداری در یخچال بر غلظت نیترات اندام هوایی در رقم ترسا در سطح ۵ درصد آماری معنی‌دار شده است. در حالی که برهمکنش نسبت آمونیوم به نیترات و زمان بر غلظت نیترات کاهو در همین رقم معنی‌دار نبود. تأثیر زمان نگهداری در یخچال بر غلظت نیتریت اندام هوایی در این رقم در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار بود ولی تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات و برهمکنش نسبت آمونیوم به نیترات و زمان معنی‌دار نبود. تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات و زمان نگهداری در یخچال و همچنین بر همکنش بین آنها بر غلظت نیترات و نیتریت اندام هوایی در رقم کالیفرنیا در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار بود.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت نیترات و نیتریت اندام هوایی ارقام کاهو

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیترات		نیتریت	
		ترسا	کالیفرنیا	ترسا	کالیفرنیا
زمان نگهداری	۳	۸/۱۸۵۰۲۵۴۰	۳/۵۹۲۱۹۴۵**	۹/۱۴۷**	۱/۱۳۵**
نسبت آمونیوم به نیترات	۴	۷/۱۱۷۹۱۲۹۰	۷/۱۷۸۶۵۳۳**	۲/۶ns	۵/۶۰۱**
زمان نگهداری × نسبت آمونیوم به نیترات	۱۲	۳/۳۲۵۷۰۵ ns	۲/۹۵۵۹۰۸**	۶/۳ns	۵/۲۳۰**
خطا	۴۰	۳/۴۳۲۹۵۵	۷/۳۱۸۸۱۰	۳/۳	۱/۲۳

ns، *و ** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد ازمون F می‌باشد.

جدول ۲ نتایج مقایسه میانگین برهمکنش نسبت آمونیوم به نیترات و زمان نگهداری در یخچال بر غلظت نیترات اندام هوایی کاهو در ارقام ترسا و کالیفرنیا را نشان می‌دهد. براساس نتایج حاصله، در رقم ترسا در زمان برداشت و پس از ۲، ۴ و ۶ روز نگهداری در یخچال، افزایش نسبت آمونیوم در محلول‌غذایی تا ۳۰ درصد تفاوت معنی‌داری در مقایسه با محلول بدون آمونیوم و نسبت ۱۵:۸۵ آمونیوم به نیترات ایجاد نکرد. همچنین کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP در زمان برداشت و پس از ۲، ۴ و ۶ روز نگهداری در یخچال، تفاوت معنی‌داری در غلظت نیترات اندام هوایی در مقایسه با کاربرد این نسبت بدون DMPP ایجاد نکرد. بیشترین غلظت نیترات اندام هوایی در نسبت ۷۰: ۳۰ با بازدارنده و در مدت زمان نگهداری ۴ روز در یخچال بود. کمترین غلظت نیترات در زمان برداشت و در نسبت ۱۰۰: ۰ آمونیوم به نیترات بود. در رقم کالیفرنیا در زمان برداشت، افزایش نسبت آمونیوم تا ۳۰ درصد منجر به افزایش معنی‌دار غلظت نیترات در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم شد. کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP در نسبت ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات منجر به کاهش معنی‌دار غلظت نیترات در مقایسه با کاربرد این نسبت بدون DMPP شد. پس از ۲ روز نگهداری در یخچال، افزایش نسبت آمونیوم تا ۱۵ درصد منجر به کاهش معنی‌دار غلظت نیترات در مقایسه با نسبت ۷۰: ۳۰ آمونیوم به نیترات شد. کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP در نسبت ۱۵:۸۵ آمونیوم به نیترات منجر به افزایش معنی‌داری در غلظت نیترات در مقایسه با کاربرد این نسبت بدون DMPP شد. پس از ۴ روز نگهداری در یخچال، افزایش نسبت آمونیوم تا ۳۰ درصد منجر به افزایش

معنی‌دار غلظت نیترات در مقایسه با نسبت ۱۵:۸۵ آمونیوم به نیترات شد. کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP در نسبت‌های ۱۵:۸۵ و ۳۰:۷۰ آمونیوم به نیترات تفاوت معنی‌داری در غلظت نیترات در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPP ایجاد نکرد. در مدت زمان نگهداری ۶ روز پس از برداشت افزایش نسبت آمونیوم تا ۱۵ درصد منجر به افزایش معنی‌دار غلظت نیترات در مقایسه با نسبت بدون آمونیوم شد. کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP در نسبت ۱۵:۸۵ آمونیوم به نیترات منجر به کاهش معنی‌داری در غلظت نیترات در مقایسه با کاربرد این نسبت بدون DMPP شد. بیشترین غلظت نیترات اندام هوایی در نسبت ۳۰:۷۰ آمونیوم به نیترات و در مدت زمان نگهداری ۶ روز بود. کمترین غلظت نیترات در مدت زمان نگهداری ۲ روز و نسبت ۱۵:۸۵ آمونیوم به نیترات مشاهده شد.

جدول ۲. مقایسه میانگین برهمکنش نسبت آمونیوم به نیترات و زمان نگهداری در یخچال بر غلظت نیترات کل اندام هوایی کاهو در دو رقم ترسا و کالیفرنیا بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر

نسبت آمونیوم به نیترات زمان نگهداری	۰:۱۰۰	۱۵:۸۵	۱۵:۸۵با DMPP	۳۰:۷۰	۳۰:۷۰با DMPP	میانگین
ترسا						
۰	^{c}۴/۱۹۷۹	^{bc}۵/۲۱۹۴	^{bc}۵/۲۰۴۱	^{bc}۲/۲۰۴۳	^{bc}۶/۲۱۲۱	^{C}۰/۲۰۷۶
۲	^{bc} ۴/۲۱۵۷	^{bc}۵/۲۱۷۴	^{bc}۵/۲۰۸۶	^{bc}۹/۲۲۳۲	^{abc}۶/۲۹۳۲	^{BC}۸/۲۳۱۶
۴	^{bc} ۳/۲۰۶۲	^{bc}۴/۲۲۷۱	^{bc}۲/۲۷۹۷	^{abc}۸/۳۰۱۹	^{a}۳/۳۸۸۶	^{A}۴/۲۸۰۷
۶	^{bc} ۰/۲۷۹۵	^{bc}۴/۲۳۰۶	^{bc}۵/۲۷۷۸	^{bc}۱/۲۷۹۳	^{ab}۵/۳۰۸۰	^{AB} ۷/۲۷۵۰
میانگین	^{B} ۵/۲۲۴۸	^{B} ۷/۲۲۳۶	^{B} ۹/۲۴۲۵	^{AB} ۲/۲۵۲۲	^{A} ۲/۳۰۰۵	
رقم			کالیفرنیا			
۰	^{hg} ۶/۱۷۱۶	^{defg}۵/۲۵۱۵	^{def} ۱/۲۸۶۱	^{bcd} ۸/۳۳۹۸	^{efg}۹/۲۲۶۶	^{B}۸/۲۵۵۱
۲	^{efgh} ۹/۲۱۶۷	^{h} ۴/۱۲۹۷	^{defg} ۱/۲۴۸۰	^{efg} ۲/۲۴۲۴	^{fgh} ۰/۱۹۷۷	^{C}۱/۲۰۶۹
۴	^{defg} ۶/۲۵۴۱	^{fgh} ۷/۲۱۱۲	^{efg} ۷/۲۳۲۰	^{cde} ۵/۳۰۷۵	^{def} ۲/۲۸۹۶	^{B}۳/۲۵۸۹
۶	^{def} ۰/۲۸۱۸	^{ab} ۲/۴۲۴۶	^{efg} ۳/۲۴۵۱	^{a} ۲/۴۳۸۲	^{abc} ۰/۳۹۳۷	^{A} ۳/۳۵۶۷
میانگین	^{B} ۸/۲۳۱۰	^{B} ۰/۲۵۴۳	^{B} ۲/۲۵۲۸	^{A} ۷/۳۳۲۰	^{B} ۳/۲۷۶۹	

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند (ازمون LSD).

تأثیر نسبت‌های آمونیوم به نیترات محلول غذایی بر تجمع نیتریت کاهو

جدول ۳ نتایج مقایسه میانگین برهمکنش نسبت آمونیوم به نیترات و زمان نگهدای در یخچال بر غلظت نیتریت اندام هوایی کاهو ارقام ترسا و کالیفرنیا را نشان می‌دهد براساس نتایج حاصله در رقم ترسا، در زمان برداشت و پس از ۲ و ۶ روز نگهداری در یخچال، افزایش نسبت آمونیوم در محلول‌غذایی تا ۳۰ درصد تفاوت معنی‌داری در غلظت نیتریت در مقایسه با محلول بدون آمونیوم و نسبت ۱۵:۸۵ آمونیوم به نیترات ایجاد نکرد. ولی پس از ۴ روز نگهداری در یخچال افزایش نسبت آمونیوم تا ۳۰ درصد منجر به افزایش معنی‌دار غلظت نیتریت در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم شد. کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP در زمان برداشت و پس از ۲، ۴ و ۶ روز نگهداری در یخچال تفاوت معنی‌داری در غلظت نیتریت اندام هوایی در مقایسه با کاربرد این نسبت بدون DMPP ایجاد نکرد. در این رقم کمترین غلظت نیتریت در مدت زمان نگهداری ۲ روز در نسبت ۳۰:۷۰ آمونیوم به نیترات بود و بیشترین غلظت نیتریت در مدت زمان نگهداری ۴ روز و در نسبت ۰:۱۰۰ آمونیوم به نیترات به دست آمد. در رقم کالیفرنیا در زمان برداشت و پس از ۴ روز نگهداری در یخچال، افزایش نسبت آمونیوم تا ۳۰ درصد تفاوت معنی‌داری در غلظت نیتریت در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم و نسبت ۱۵:۸۵ آمونیوم به نیترات ایجاد کرد. کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP در نسبت‌های ۱۵:۸۵ و ۳۰:۷۰ آمونیوم به نیترات تأثیر معنی‌داری در غلظت نیتریت در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPP ایجاد کرد. در مدت زمان نگهداری ۲ روز در یخچال افزایش نسبت آمونیوم تا ۱۵ درصد منجر به افزایش معنی‌دار غلظت نیتریت در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم و نسبت ۳۰:۷۰

آمونیوم به نیترات شد. کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP در نسبت ۱۵:۸۵ آمونیوم به نیترات منجر به کاهش معنی‌داری در غلظت نیتریت در مقایسه با کاربرد این نسبت بدون DMPP شد. در مدت زمان نگهداری ۶ روز افزایش نسبت آمونیوم تا ۳۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار غلظت نیتریت در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم شد. کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP در نسبت‌های ۱۵:۸۵ و ۳۰:۷۰ آمونیوم به نیترات تفاوت معنی‌داری در غلظت نیتریت در مقایسه با کاربرد این نسبت‌ها بدون DMPP ایجاد نکرد. بیشترین غلظت نیتریت اندام هوایی در نسبت ۱۵:۸۵ و در مدت زمان نگهداری ۲ روز بود و کمترین غلظت نیتریت نیز در مدت زمان نگهداری ۲ روز و نسبت ۳۰:۷۰ آمونیوم به نیترات با بازدارنده بوده است.

جدول ۳. مقایسه میانگین برهمکنش نسبت آمونیوم به نیترات و زمان نگهداری در یخچال بر غلظت نیتریت کل اندام هوایی کاهو در دو رقم ترسا و کالیفرنیا بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر

نسبت آمونیوم به نیترات / زمان نگهداری	۱۰۰:۰	۱۵:۸۵	۱۵:۸۵با DMPP	۳۰:۷۰	۳۰:۷۰با DMPP	میانگین
ترسا						
۰	bcde ۳/۶	bcde ۷/۶	cde ۹/۵	bcd ۹/۷	bcde ۳/۷	B ۸/۶
۲	fg ۳/۲	g ۸/۱	g ۹/۱	g ۴/۱	g ۵/۱	C ۸/۱
۴	a ۷/۱۲	bc ۵/۸	bcd ۴/۷	b ۰/۹	b ۹/۸	A ۳/۹
۶	bcde ۲/۶	bcde ۲/۶	efg ۳/۴	def ۱/۵	bcde ۷/۶	B ۷/۵
میانگین	A ۹/۶	AB ۸/۵	B ۹/۴	AB ۸/۵	AB ۱/۶	
کالیفرنیا						
۰	cdef ۲/۷	cde ۲/۹	cdef ۲/۶	cdef ۵/۶	def ۶/۵	B ۰/۷
۲	ef ۹/۱	a ۱/۴۱	ef ۲/۳	ef ۱/۳	f ۷/۰	AB ۰/۱۰
۴	cd ۲/۱۲	b ۷/۳۱	cdef ۰/۸	cdef ۶/۷	cdef ۶/۶	A ۲/۱۳
۶	c ۹/۱۳	def ۵/۴	cdef ۴/۶	def ۵/۵	def ۴/۴	B ۹/۶
میانگین	B ۸/۸	A ۶/۱۲	BC ۹/۵	BC ۷/۵	C ۳/۴	

.(LSD ازمون) میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند

در مطالعه‌ی قیطاسی (۱۳۹۲) بر روی تأثیر مدت زمان نگهداری در یخچال بر غلظت نیترات در ارقام اسفناج نشان داد که مدت زمان نگهداری تا ۶ روز غلظت نیترات اندام هوایی را به طور معنی‌دار کاهش داد. همچنین مدت زمان نگهداری تا ۶ روز غلظت نیتریت اندام هوایی را به طور معنی‌دار افزایش داد. بر این اساس افزایش غلظت نیترات در ارقام کاهو در شرایط این تحقیق با مشاهدات قیطاسی (۱۳۹۲) همسو نمی‌باشد. از طرفی چانگ و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند نگهداری در یخچال به مدت ۷ روز در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، بر مقادیر نیترات در کلم چینی و اسفناج تقریباً بی‌اثر بوده است. در مطالعه‌ی قیطاسی (۱۳۹۲) نشان داد کاربرد سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP باعث کاهش معنی‌دار غلظت نیترات و نیتریت گیاه اسفناج شد. براساس نتایج این تحقیق کاربرد آمونیوم در محلولهای غذایی به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP و همچنین مدت زمان نگهداری در یخچال تا ۶ روز تاثیر چندانی بر غلظت نیترات و نیتریت ارقام کاهو نداشته است.

منابع

چیرانی، ج. بابالار، م. کاشی، ع. داداش‌پور ا. و شاهمرادی، خ. ۱۳۸۷. اثر غلظت آمونیوم و مولیبدن در محلول غذایی بر غلظت نیترات در دو رقم خیار گلخانه‌ای. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۲، شماره ۱، صفحه‌های ۶۹ تا ۷۷.

قیطاسی، م. ۱۳۹۲. تأثیر بازدارنده نیترات سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر تجمع نیترات در دو رقم اسفناج در بافت‌های مختلف خاک. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد.

نجفی، ن. و پارسازاده، م. ۱۳۸۹. تأثیر شکل نیتروژن و pH محلول غذایی بر غلظت فسفر، نیترات و نیتروژن بخش هوایی اسفناج در کشت هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، جلد ۱، شماره ۱، صفحه‌های ۴۱ تا ۵۵.

نظری، م. ۱۳۷۱. خواص سبزی‌های خوراکی. چاپ اول، انتشارات پیام آزادی، تهران.

Cataldo D.A., Haroon M., Schrader L.E. and Youngs V.L. ۱۹۷۵. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by titration of salicylic acid. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۶:۷۱-۸۰.

Chung J.C., Chou S.S., and Hwang D.F. ۲۰۰۴. Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. Food Additives and Contaminants ۲۱:۳۱۷-۳۲۲.

Lorenz O.A., ۱۹۷۸. Potentiol nitrate levels in edibe plant parts., In: D.R Nielsen and J.G. MacDonald. (Eds.). Nitrogen in Environmental. Vol. ۲. Soil-Plant-Nitrogen Relationships, Academic Press. New York, USA, pp ۲۱۰-۲۲۰.

Mulvaney R.L. ۱۹۹۶. Nitrogen-inorganic forms. In: Sparks D.L. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Properties. SSSA and ASA Press, Madison, Wisconsin, pp.۱۱۲۳-۱۱۸۴.

Pasda G., Hahndel R., and Zerulla W. ۲۰۰۱. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (۳, ۴-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. Biology and Fertility of Soils, ۳۴:۸۵-۹۷.

Santamaria P., ۲۰۰۶. Review - nitrate in vegetables: toxicity content, intake and EC regulation. Journal of the Science of Food and Agriculture, ۸۶:۱۰-۱۷.

Zerulla W., Barth T., Dressel J., Von Locquenghien K.E.K.H., Pasda G., Radle M. and Wissemeier A.H. ۲۰۰۱. ۳, ۴- Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) - a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. Biology and Fertility of Soils, ۳۴:۷۹-۸۴.

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of ammonium to nitrate ratio and storage duration on nitrate and nitrite accumulation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) under hydroponic conditions. A factorial experiment in a completely randomized design was carried out with two factors of ammonium to nitrate ratios (with and without nitrification inhibitor ۳,۴-dimethylpyrazole phosphate (DMPP)) and lettuce cultivars (Teresa and California) with three replications at ShahreKord University. The results showed that increasing ammonium to nitrate ratio in the nutrient solution and application of DMPP had not significant effects on nitrate accumulation in Teresa cultivar. In California cultivar application of ۰:۱۰۰ ammonium to nitrate ratio led to the lowest nitrate accumulation in leaves of lettuce.

بررسی اثر آهن بر عملکرد و غلظت عناصر در گیاه گندم

وحید محصلی [۱]، طاهره کامران [۲]
۱- عضو هیئت علمی مرکز آموزش جهاد کشاورزی فارس، ۲-کارشناسی ارشد علوم خاک

چکیده
با توجه به آهکی بودن خاك‌های ایران و مشکلات ناشی از کمبود عناصر کم‌مصرف در کشور، بایستی روش و میزان مناسبی جهت مصرف این عناصر در رابطه با یکدیگر طرح‌ریزی نمود. به منظور بررسی اثر آهن بر عملکرد کمی و کیفی گندم و برهمکنش این عنصر با روی، آزمایشی در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی درسه تکرار برروی گندم رقم دوروم اجراء شد. سطوح مصرفی آهن عبارت بودند از: سطح صفر، ۵ ، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم آهن در هکتار از منبع سکوسترین آهن. نتایج نشان داد که کاربرد آهن باعث افزایش در پاسخ‌های گیاهی شامل عملکرد دانه و کاه، غلظت آهن، وزن هزار د انه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله و میزان پروتئین گردید اما غلظت روی در دانه گندم کاهش یافت. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق مصرف ۱۰ کیلوگرم آهن در هکتار برای کشت گندم توصیه می‌شود.
کلمات کلیدی: آهن، روی، عملکرد کمی و کیفی، گندم

مقدمه
آهن در ساخت کلروفیل، تولید کربوهیدرات‌ها، تنفس، احیاء شیمیایی نیترات وسولفات نقش دارد همچنین تعدادی از آنزیم‌ها را فعال ساخته و نقش مهمی درسنتز RNA دارد. این عنصر همچنین در فعال ساختن حامل‌های الکترون هر دو فتوسیستم (I,II) موثر است. در اثر کمبود آهن غظت کلروفیل و دیگر رنگیزه‌های گیاهي نظیر کاروتن و گزانتوفیل کاهش و در نتیجه فتوسنتز نیز کاهش مي‌یابد. بنابراین سرعت تثبیت دي‌اکسید کربن در واحد سطح برگ کم شده که این خود سبب کاهش تولید و ذخیره قندها در برگ مي‌شود. در اثر کمبود آهن به علت کاهش فردوکسین و در نتیجه کاهش احیاء نیتریت، نیترات در گیاه تجمع مي‌یابد(مارشنر، ۱۹۹۵). بی‌کربنات زیاد در آب آبیاری عامل موثر در پیدایش تنش آهن است. در واقع، بین زردی برگ و مقدار بی‌کربنات همبستگی دیده می‌شود. یکی از نقش‌های بی‌کربنات، افزایش pH شیره گیاهی و غیر موثر شدن آهن جذب شده در گیاه می‌باشد(ملکوتی و هاشمی‌نژاد، ۱۳۸۰). در کشور ما، مهم‌ترین عاملی که موجب کمبود آهن مي‌شود زیادی بي‌کربنات در محلول خاک است. اغلب خاک‌های ایران حاوی مقدار قابل توجهی آهک مي‌باشد. آهک به تنهایی مشکل چندانی در جذب آهن ایجاد نمي‌کند بلکه آبیاری سنگین، فشردگی و یا هر اقدام دیگری که تهویه خاک را کاهش دهد، منجر به افزایش غلظت گازکربنیک ونهایتا هیدروژن‌های مترشحه از ریشه‌های گیاهان را خنثی مي‌سازد و در نتیجه از جذب آهن کاسته مي‌شود. رشید و ران (۲۰۰۴) اظهار مي‌دارند که در مناطق کشاورزی مدیترانه‌ای کمبود روی و آهن به شکل خطرناکی در گیاهان منطقه بروز کرده است که با مصرف خاکی یا محلول‌پاشی با سولفات آهن و سولفات روی به میزان ۵ در هزار در چند مرحله مي‌توان بر مشکل فوق فائق آمد. چالت (۲۰۰۴) و همکاران گزارش کردند که عملکرد گیاهانی که دارای کمبود آهن هستند از طریق کاربرد آهن به خاک مي‌توانیم افزایش دهیم هر چند که جذب آهن توسط گیاه به عوامل مختلفی بستگی دارد. در واقع، اصلاح کمبود آهن بسیار مشکل است زیرا این کمبود به وسیله شرایط شیمیایی درون خاک ایجاد مي‌شود و ارتباطی با اندک بودن آهن کل ندارد مطالعات بامری و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که کاربرد عناصر کم‌مصرف اثر معنی‌داری بر ارتفاع، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت دارد. بنابر اظهارات گوس و همکاران (۲۰۰۴) کاربرد کلات آهن بصورت محلول‌پاشي، بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد گندم داشته است. به دلیل کم توجهی به نقش عناصر غذایی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، اطلاعات کمی در مورد پراکنش جغرافیایي کمبود یا بیش بود کلیه عناصر کم مصرف از جمله آهن در دست است. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی اثرات آهن و برهمکنش آن با عنصر روی در گندم مي‌باشد تا به این ترتیب بتوانیم هم مدیریت بهینه مصرف کودهای شیمیایی جهت نیل به افزایش عملکرد و هم نقش‌آهن را در راندمان محصولات کشاورزی بویژه گندم بررسی نمائیم.

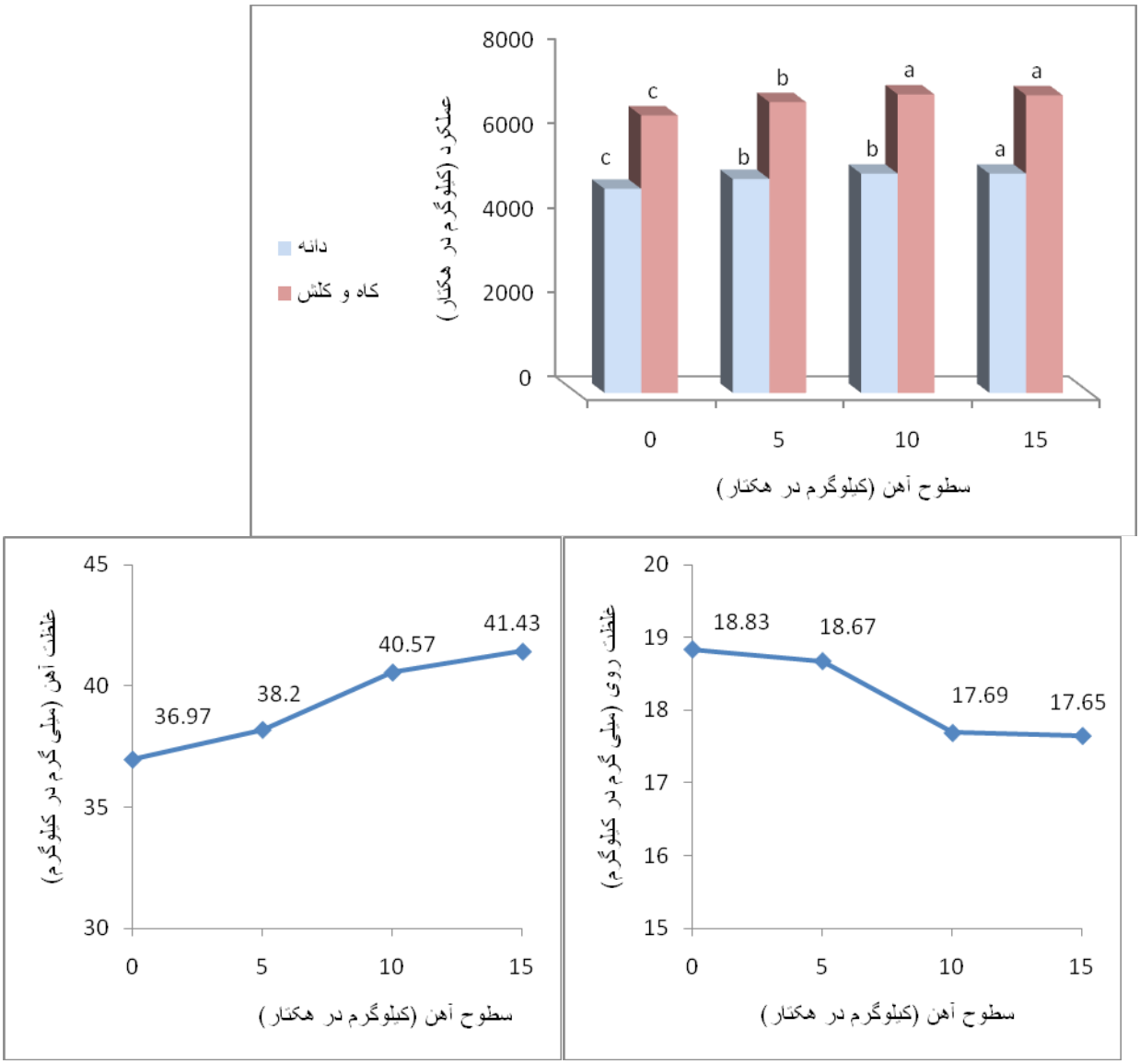
مواد و روش‌ها
این آزمایش به منظور بررسی تاثیر مقادیر مختلف آهن بر عملکرد کمی وکیفی گندم آبی و همچنین بررسی اثرات متقابل آهن وروی به مرحله اجراء درآمد. عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک مصرف شدند. آزمایش در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی درسه تکرار برروی گندم رقم دوروم اجراء شد. در این تحقیق تیمارهای کودی شامل چهار سطح آهن (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم آهن در هکتار) از منبع سکوسترین آهن ۱۳۸ بودند که یک چهارم آهن بر مبنای تیمارهای آزمایشی محاسبه و در زمان کاشت مصرف و باقی‌مانده به‌صورت محلول‌پاشی بر روی اندام‌های هوایی به نسبت ۵ در هزار و با استفاده از سم‌پاش پشتی در طی ۳ مرحله رشد شامل ساقه رفتن ،خوشه رفتن و یک هفته بعد از گلدهی انجام گردید. پس از حذف خطوط حاشیه‌ای در مساحت یک مترمربع از هر کرت نسبت به برداشت اقدام و نمونه‌های دانه بعد از توزین، برای اندازه‌گیري‌های کیفی از جمله درصد پروتئین،

غلظت آهن و روی به آزمایشگاه ارسال شد. محاسبات آماری بر اساس عملکرد دانه و کلش، اجزاء عملکرد دانه وغلظت عناصر در دانه انجام شد. برای محاسبات آماری و تجزیه وتحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده نشان داد که تاثیر مقادیر مختلف آهن بر عملکرد دانه معنی‌دار بوده است و در اثر مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم آهن در هکتار، عملکرد دانه به ترتیب ۵۳/۴، ۹/۶ و ۸۷/۶ درصد نسبت به سطح اول آهن افزایش داشته است. همچنان که شکل ۱ نشان می‌دهد سطح سوم آهن بیشترین عملکرد دانه (میانگین ۵۲۰۱ کیلوگرم در هکتار) را دارا می‌باشد. این امر با توجه به نقش مهم عنصر آهن در فتو سیستم‌های فتوسنتزی در قالب ترکیبات فردوکسین و پلاستوسیانین قابل ارزیابی می‌باشد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹). تحقیقات چالت (۲۰۰۴) و گوس و همکاران (۲۰۰۴) نیز حاکی از آن است که کاربرد کلات آهن باعث افزایش عملکرد گندم می‌شود. افزایش عملکرد ماده خشک، با مصرف آهن می‌تواند به دلیل افزایش فتوسنتز در نتیجه زیاد شدن غلظت کلروفیل، مخصوصا کلروفیل a و نقش مثبت آهن در فتو سیستم‌های ۱ و ۲ و افزوده شدن بر سایر فعالیت‌های متابولیسمی گیاه باشد (جان،۲۰۰۳). مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم آهن در هکتار، عملکرد کاه و کلش را به ترتیب ۵۸/۴، ۰۹/۷ و ۸۲/۶ درصد نسبت به سطح اول آهن افزایش داد که از لحاظ آماری در سطح ۱% معنی‌دار می‌باشد (شکل ۱).

همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد مقادیر مختلف آهن بر غلظت این عنصر در دانه تاثیر مثبت و معنی‌داری را در سطح یک درصد داشته است بطوری‌که سطح چهارم آن (۱۵ کیلوگرم در هکتار) سبب ۷۷/۱۰ درصد افزایش در غلظت آهن در دانه گردیده است. در صورتی‌که سطوح دوم و سوم آهن سبب افزایشی معادل ۲۲/۳ و ۸۷/۸ درصد در غلظت آهن در دانه گردیدند. بنابراین بیشترین غلظت آهن دانه در تیمار ۱۵ کیلوگرم در هکتار به میزان ۴۳/۴۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد و کمترین غلظت آهن در تیمار صفر یعنی بدون مصرف این عنصر به میزان ۹۷/۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. مطالعات ملکوتی و سدری (۱۳۷۸) و محمد و همکاران(۱۹۹۰) نیز نشان می‌دهد که در اثر مصرف آهن، غلظت این عنصر در دانه افزایش می‌یابد. کاربرد آهن سبب کاهش غلظت روی در گندم شد به‌طوری که مصرف ۵ و ۱۰ کیلوگرم آهن در هکتار باعث کاهش غلظت روی به میزان ۱۶/۰ و ۱۴/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گردید که به ترتیب معادل ۸۵/۰ و ۰۵/۶ درصد کاهش در غلظت روی می‌باشد. این نتیجه با تحقیقات آلووی (۲۰۰۴) مطابقت دارد. طبق اظهارات وی غلظت‌های پایین آهن، اثری بر جذب روی نداشته اما با افزایش غلظت آهن، این عنصر مانع جذب روی در گندم می‌گردد. همچنین وی مشاهده کرد که در شرایط کمبود آهن، جذب روی و غلظت آن در اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد و در زمان کمبود روی، غلظت آهن در اندام‌های هوایی افزایش نشان می‌دهد.



شکل ۱ - تاثیر سطوح مختلف آهن بر عملکرد دانه و کاه و کلش

شکل ۲- تاثیر سطوح مختلف آهن بر غلظت آهن و روی در دانه گندم

تاثیر مقادیر مختلف آهن نیز بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود و حداکثر وزن هزار دانه (۳۸/۴۷ گرم) مربوط به سطح سوم آهن (۱۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۱). تحقیقات ضیائیان (۱۳۷۸) نیز صحت افزایش وزن هزار دانه را با مصرف آهن تایید می‌کند. مصرف آهن تا میزان ۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌داری در تعداد سنبله نسبت به سطح اول آهن شده است. همچنین افزایش آهن تا میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار سبب زیاد شدن تعداد سنبله گردید که از نظر آماری نسبت به سطح سوم آهن در سطح ۱% معنی‌دار نمی‌باشد و این دو تیمار در یک سطح آماری قرار گرفتند. بیشترین تعداد سنبله با میانگین ۷/۴۳۱ مربوط به سطح سوم آهن بدست آمد که نسبت به سطح اول آهن ۸۲/۱۰ درصد افزایش را نشان می‌دهد (جدول ۱). تعداد دانه در سنبله نیز به‌عنوان یکی از شاخص‌های عملکرد مورد ارزیابی واقع شد و نتایج تجزیه واریانس مربوط به تاثیر مقادیر مختلف آهن بر تعداد دانه در سنبله حاکی از آن است که کاربرد آهن تا میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش تعداد دانه در سنبله می‌گردد اما از نظر آماری نسبت به سطوح دوم و سوم آهن در سطح ۱% معنی‌دار نمی‌باشد و سطوح دوم، سوم و چهارم آهن در یک سطح آماری قرار گرفتند. بیشترین تعداد دانه در سنبله با میانگین ۷۵/۳۸ بدست آمده است که مربوط به سطح چهارم آهن می‌باشد که نسبت به سطح اول آهن ۳۶/۱۲ درصد افزایش را نشان می‌دهد و کمترین تعداد دانه در سنبله در تیمار کودی شاهد با میانگین ۹۶/۳۳ بدست آمد (جدول ۱). ضیائیان (۱۳۷۸) نیز به تاثیر مثبت مصرف آهن در افزایش تعداد دانه درسنبله اشاره نموده است. در این بررسی مقادیر مختلف آهن باعث افزایش طول سنبله نیز شد. همچنین نتایج نشان داد که تاثیر مقادیر مختلف آهن بر افزایش درصد پروتئین دانه گندم در سطح یک درصد معنی‌دار است. بطوری‌که مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم آهن در هکتار، میزان پروتئین دانه را به ترتیب ۹۵/۴، ۴/۱۱ و ۰۷/۱۲ درصد نسبت به سطح اول آهن (۴/۹ درصد) افزایش داد (جدول ۱). انصاری‌پور (۱۳۷۵) نیز نتایج مشابهی در رابطه با تاثیر آهن بر افزایش پروتئین دانه بدست آورده است.

جدول ۱- تاثیر سطوح مختلف آهن بر پاسخ‌های گیاهی

سطوح آهن (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله	پروتئین دانه (درصد)
۰	۷۲/۴۶c	۹۶/۳۳c	۳۸۵c	۴/۹c
۵	۹۷/۴۶b	۳۵/۳۷ab	۷/۴۰۱b	۸۹/۹b
۱۰	۳۸/۴۷a	۵۱/۳۸a	۷/۴۳۱a	۶۱/۱۰a
۱۵	۳۷/۴۷a	۷۵/۳۸a	۴۳۱a	۶۹/۱۰a

منابع

انصاری پور، م.۱۳۷۵. بررسی اثرات کاربرد کلات آهن در مرحله افزایش تولید گندم آبی، انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، اصفهان، ایران.

ضیائیان، ع. ا. ۱۳۷۸. تعیین حد بحرانی عناصر کم مصرف و نقش آن ها در افزایش عملکرد و غنی سازی گندم در خاکهای شدیدا آهکی استان فارس. پایان نامه دکتری، گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

ملکوتی، م. ج. و سدری م. ح. ۱۳۷۸. اثر مصرف آهن، روی و مس در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گندم، نشریه فنی شماره ۴۵، شورایعالی سیاستگذاری کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودهای شیمیایی، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

ملکوتی، م. ج. و طهرانی م. م. ۱۳۷۹. نقش ریز مغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی «عناصر خرد با تاثیر کلان». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، شماره ۴۳، تهران، ایران.

ملکوتی، م. ج. و هاشمی نژاد ی. ۱۳۸۰. اثر بی کربنات در کاهش عملکرد محصولات کشاورزی. نشریه فنی ۱۸۸، شورایعالی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

Alloway, B. J. ۲۰۰۴. Zinc in soils and crop production, Internation Zinc Association, Brussels, (http://www.Zinc-crops.Org/Crops/ ALLOWAY-all.pdf).

Bameri , M., Abdolshahi, R., Mohammadi-Nejad, Gh., Yousefi, K. H.. and Tabatabaie, S. M. ۲۰۱۲. Effect of different microelement treatment on wheat (*triticum aestivum*) growth and yield. Interna. Res. J. Appli. Bas. Sci. ۳ (۱): ۲۱۹-۲۲۳ pp.

Goos, R, J., Johnson, B., Jackson, G., Hargrove, G. ۲۰۰۴. Green house evaluation of controlled-release iron fertilizers for soybean. J. Plant Nutri. ۲۷: ۴۳-۵۵.

John, M. ۲۰۰۳. Efficient Fertilizer use micronutrient. Florida university published ۱۶pp.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants, ۲nd ed. London: Academic Press.

Mohammad, W., Iqbal, M. M. and Shad, S. M. ۱۹۹۰. Effect of mode of application of zinc and iron on yield of wheat (CV. Pak-۸۱). Sarhad. J. Agric. ۶:۶۱۵-۶۱۸.
Rashid, A., and Ryan, J. ۲۰۰۴. Micronutrient constraints to crop production in soils with Mediterranean-type characteristics: A review, J. Plant Nutri. ۲۷: ۹۵۹-۹۷۵.
Schlte, E. E. ۲۰۰۴. Soil and applied iron, University of Wisconsin-Etension., A۳۵۵۴ Coopertive Extension Publications.

Abstract

Considering to soils of Iran which are calcareous and problems which result lack of micronutrient elements in agricultural crops of Iran, we should planning suitable method and amount for using these elements. Aim of the search is studding effects of Iron and Zinc on wheat. For studding effect of Fe on quantitative and qualitative yield of wheat and Zn interaction, an experiment execute by means of randomized completely block design with here replication on durum cultivar. Examine treatments were four levels of Iron: ۰, ۵, ۱۰ and ۱۵ Kg ha-۱ of as Fe EDDHA. Results showed consumption of Fe increased grain and straw yield, Fe concentration, weight of thousand grain, number of grain per spike, number of spikes per m۲ and protein amount. But Zinc concentration in grain decreased. So we should use ۱۰ Kg ha-۱ Fe for planting of wheat.

بررسی وضعیت شوری خاکهای استان مرکزی

جواد قدبیک لو [۱]، محمدعلی خودشناس [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

چکیده
شوری کیفیت خاک را تحت تاثیر خود قرار داده و بر روی وظایف و عملکرد آن تاثیر مهمی دارد. به منظور بررسی تغییرات ویژگیهای شوری خاك این پروژه بر روی ۲۰۰ نمونه خاک زراعی استان مرکزی انجام شد. طول و عرض جغرافیایی دقیق محل نمونه برداری با دستگاه GPS تعیین شد. از هر نقطه در اعماق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتیمتر دراراضی زراعی نمونه خاک تهیه گردید. در آزمایشگاه میزان شوری عصاره اشباع خاکها تعیین شد. نتایج نشان داد که میانگین هدایت الکتریکی در عمق اول ۴۶/۱ دسی زیمنس بر متر، در عمق دوم ۴۳/۱ دسی زیمنس بر متر و در عمق سوم ۸۳/۱ دسی زیمنس بر متر بود. میانه در عمق اول ۸۵/۰ و در عمق دوم ۷۷/۰ می باشد که نسبت به میانگین مقدار آن کمتر است . ۱۵ درصد نمونه خاکهای زراعی سطحی دارای شوری بیشتر از ۲ دسی زیمنس بر متر و ۷/۷ درصد دارای شوری بیشتر از ۴ دسی زیمنس بر متر می باشند. جهت جلوگیری از گسترش شوری خاکهای استان مدیریت زراعی از اهمیت خاصی برخوردار است.

واژه های کلیدی: شوری خاک، هدایت الکتریکی خاک، استان مرکزی

مقدمه
تغییرات بسیاری در اثر فعالیتهای بشر بر روی ویژگیهای شیمیایی وفیزیکی خاك انجام می گیرد. سنجش همه این تغییرات امری پیچیده بوده، بدین منظور از تعدادی از شاخصهایی که بیشترین حساسیت، قابلیت ودقت اندازه گیری در ارتباط با وظایف خاك دارند اندازه گیری می گردند.
مدیریت و مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک در مزرعه انجام می شود و توجه به مقادیر شوری خاک و آب آبیاری از فاکتورهای بسار با اهمیت است اما در مصارف کلی تر استناد به نقشه های پراکنش شوری خاک جهت توصیه های کلی، مدیریت های زراعی و الگوهای کشت بسیار راهبردی است.
شوری از جمله تنشهایی است که کیفیت خاک را تحت تاثیر خود قرار داده و بر روی وظایف و عملکرد آن تاثیر مهمی دارد. اثرات شوری و قلیاییت بر روی عملکرد گیاهان نیز در تحقیقات بسیاری م.رد توجه قرار گرفته است از آن جمله می توان به مطالعات انجام شده بر روی سورگوم (قاضی زاهدی،۱۳۷۷) گندم (سیادت و سعادت ۱۳۷۷) یونجه (فرشی و توحیدی ۱۳۷۹) پنبه و آفتابگردان (فیضی ۱۳۸۲) اشاره نمود. شوری به روشهای متعددی روی محصول اثر می گذارد . از مهمترین آثار شوری می توان به کاهش آب قابل استفاده گیاه ، ایجاد مسمومیت توسط برخی یونهای سمی ، فعالیت اندک عناصر غذایی ضروری ، ناهنجاریهای تغذیه ایی ، کاهش رشد و کیفیت محصول اشاره نمود(گریو و گراتن، ۱۹۹۹) . شوری با تاثیر بر شکلهای شیمیایی عنصر غذایی در خاک ، جذب، انتقال یا توزیع عناصر غذایی درون گیاه و یا غیر فعال نمودن فیزیولوژیکی عنصر غذایی مصرف شده منجر به افزایش ذاتی نیاز غذایی گیاه می گردد(گریو و گراتن، ۱۹۹۹). شوری خاک علاوه بر تاثیر روی رشد و عملکرد گیاه ، بر کییفیت خاک همانند تغییر نفوذپذیری خاک با میزان قلیاییت آب و خاک نیز اثر گذار است(ثامنی، ۱۳۷۱، امداد وهمکاران ،۱۳۸۲)
والتر (۲۰۰۱) نقشه های پهنه بندی شوری خاک را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و زمین آمار تهیه نمود. لیوو همکاران (۲۰۰۳) با هدف بررسی میزان تغییر پذیری عناصر میکرو شامل آهن ، روی ، مس و منگنز منطقه ایی به مساحت ۵۴۱ کیلومتر مربع را مورد نمونه برداری قرار داده و با آنالیز ۱۳۴ نمونه از خاک شالیزارهای برنج توانستند رفتار و خصوصیات تغییر پذیری چهار عنصر مذکوررا با استفاده از روشهای زمین آماری و GIS تعیین نمایند. مولر و همکاران (۲۰۰۴) در ایالت کنتاکی نقشه های عناصر فسفر، پتاسیم ، کلسیم ، منیزیم ، پ هاش و خاصیت بافری را با روشهای زمین آماری و کریجینگ تهیه کردند. توسعه تکنیکهای مدرن نظیر ژئواستاتستیک این مشکل را تا حد زیادی حل کرده است و می توان با جمع آوری داده های کمتر نقشه های با دقت منطقی تهیه نمود.(بورگس ، ۱۹۸۰) .
در این راستا به جهت اهمیت و کمبود اطلاعات پایه ای از وضعیت پراکندگی خصوصیات ش وری خاك در مقیاسی کاربردی که برای افزایش راندمان تولید مزارع و ارتقا مدیریت حاصلخیزی خاك و برنامه ریزی کود های شیمیایی ، شیوه ها و توقعات از راندمان آبیاری معقول و برنامه ریزی الگوهای کشت لازم می باشد ، مطالعه ای در این خصوص در استان مرکزی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی تغییرات ویژگیهای شوری خاك این طرح در ۲۰۰ نقطه خاکهای زراعی استان مرکزی انجام شد. نقشه کاربری اراضی استان با روشهای زمین آماری شبکه بندی گردید بطوریکه مختصات جغرافیایی نقاط نمونه برداری مشخص گردد. سپس

نمونه برداری در نقاطی که در نقشه با طول و عرض جغرافیایی مشخص شدند، انجام گرفت . طول و عرض جغرافیایی دقیق محل نمونه برداری با دستگاه GPS تعیین شد. در هریك از مكانهای نمونه برداری دایره ای به شعاع ۲۵ متر رسم و به پنج قطعه مساوی تقسیم شد. از هر قطعه حداقل یك زیر نمونه در اعماق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتیمتر دراراضی زراعی تهیه و پس از مخلوط کردن زیر نمونه های هر عمق، نمونه ۵ کیلوگرمی از آن تهیه گردید. نمونه ها ابتدا در هوای آزاد و در سایه خشك شد. پس از خشك کردن نمونه، آن را در داخل ظروف پلاستیکی غیر آلوده و تمیز ریخته و برچسب گذاری گردید. پس از عبور از الك دومیلیمتری ، پارامترهای شیمیایی از جمله شوری در عصاره اشباع با روش هدایت سنجی اندازه گیری شد.
داده ها و اطلاعات حاصله با استفاده از روشهای آمار توصیفی بر اساس عمق نمونه برداری تجزیه و تحلیل گردید.

نتایج و بحث

نتایج جدول ۲ حاکی است که میانگین هدایت الکتریکی در عمق اول ۴۶/۱ دسی زیمنس بر متر، در عمق دوم ۴۳/۱ دسی زیمنس بر متر و در عمق سوم ۸۳/۱ دسی زیمنس بر متر می باشد که نشان دهنده افزایش شوری در عمق خاک می باشد.
به دلیل بالا بودن واریانس هدایت الکتریکی خاک در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ مورد مطالعه، به نظر میرسد میانه (Median) معیار مناسبتری در مقایسه با میانگین برای مطالعه شوری می باشد. میانه در عمق اول ۸۵/ ۰ و در عمق دوم ۷۷/۰ می باشد که نسبت به میانگین مقدار کمتری است و با واقعیت تطابق بیشتری دارد. از طرفی نتایج جدول ۱ نشان می دهد که ۶/۸۵ درصد نمونه ها ی عمق ۳۰-۰ سانتیمتر و ۵/۸۷ درصد نمونه ها ی عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتر هدایت الکتریکی کمتر از ۲ دسی زیمنس بر متر دارند.

جدول ۲- مشخصات آمار توصیفی هدایت الکتریکی در پایگاههای مورد مطالعه

صفات آماری	عمق		
	۳۰-۰ cm	۶۰-۳۰cm	۹۰-۶۰cm
میانگین	۴۶/۱	۴۳/۱	۸۳/۱
انحراف استاندارد	۷۷/۱	۰۲/۲	۵۷/۰
واریانس	۱۵/۳	۰۹/۴	۳۳/۰
برجستگی Kurtosis))	۲/۱۰	۴/۱۰	۶/۱-
چولگی (skewness)	۲/۳	۲/۳	۶/۰
چارک اول	۶۶۵/۰	۵۳۰/۰	۳۱۰/۱
میانه	۸۵/۰	۷۷/۰	۶۸/۱
چارک سوم	۳۲۵/۱	۱۳۳/۱	۴۶۸/۲
حداکثر	۴۲/۱۰	۸۲/۱۰	۶۴/۲
حداقل	۳۹/۰	۳۰/۰	۲۵/۱

جدول ۱ -درصد فراوانی دامنه های مختلف هدایت الکتریکی در پایگاههای مورد مطالعه

دامنه	عمق		
	۳۰-۰ cm	۶۰-۳۰cm	۹۰-۶۰cm
<۲	۶/۸۵	۵/۸۷	۷/۶۶
۴-۲	۷/۶	۸/۴	۳/۳۳
۶-۴	۹/۱	۹/۱	۰
۸-۶	۹/۳	۲	۰
>۸	۹/۱	۸/۳	۰

واریانس و انحراف استاندارد در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتر بالاتر از دو عمق دیگر می باشد . حداکثر و حداقل مقدار هدایت الکتریکی از عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتر بدست آمد که دامنه تغییرات آن ۵۲/۱۰ دسی زیمنس بر متر می باشد.

نتایج جدول ۲ نشان داد که چولگی شوری در عمق اول و دوم مشابه یکدیگر و دارای مقدار مثبت می باشد.

بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه پیمایشی ۱۵ درصد نمونه خاکهای زراعی سطحی دارای شوری بیشتر از ۲ دسی زیمنس بر متر می باشند. که از این میان ۷/۷ درصد دارای هدایت الکتریکی بیشتر از ۴ دسی زیمنس بر متر می باشند. در یک نگاه کلی با داده های موجود، خطر شوری در خاکهای استان زیاد نیست. اما کاهش سالیانه نزولات آسمانی از یک طرف و افزایش مصرف کودهای شیمیایی از طرف دیگر روند شور شدن خاکها را تسریع می کند. بنابراین جهت جلوگیری از شور شدن بیشتر خاکها مدیریت زراعی چه در مقیاس مزرعه و چه در مقیاس کلان لازم است.

منابع

امداد م.ر.، فرداد ح .، و ح. سیادت. ۱۳۸۲. تاثیر کیفیتهای آب آبیاری (شوری و سدیمی) بر نفوذ پذیری نهایی خاک در آبیاری جویچه ای. مجله علوم خاک و آب ، جلد ۱۷ ، شماره ۲ صفحه ۲۳۹-۲۳۲.

ثامنی ،ع.م. ۱۳۷۱. تاثیر شوری و سدیم بر ساختمان و هدایت آبی خاک شاخص حساسیت خاک نسبت به آبهای شور و سدیمی. گزیده مقالات ارائه شده در سومین کنگره علوم خاک ایران. ۱۸-۱.

سیادت ح. و س. سعادت بروجنی. ۱۳۷۷. بررسی رشد و تولید گندم در شرایط شور در مزارع کشاورزان. مجله خاک و آب ۱۲ (۴) ۲۵-۱۵.

فرشی ع. ا. و ح. ر. توحیدی. ۱۳۷۹. بررسی اثرات سوء شوری آب آبیاری در روش بارانی بر روی محصول یونجه. مجله خاک و آب . ۱۰ : ۱۲۰-۱۱۲.

فیضی م. ۱۳۸۲. کارآیی مصرف آب با کیفیت های مختلف بر روی عملکرد محصولات گندم، جو، پنبه و آفتابگردان. مجله علوم خاک و آب . ۱۷ (۱) ۱۰۵-۹۷.

قاضی زاهدی ع. ۱۳۷۷. بررسی تاثیر آب شور در عملکرد ارقام سورگوم. مجله خاک و آب . ۱۲(۵) : ۱۰۱.

Burgess, T. M. and R. Webster. ۱۹۸۰. Optimal interpolation and isarthmic mapping of soil properties: I the semi-variogram and punctual kriging. Journal of Soil Science, ۳۱ : ۳۱۵- ۳۳۱ pp.

Grattan , S.R.,and C.M.Grieve . ۱۹۹۹. Mineral nutrition acquisition and responedse by plant grown in saline environment . In :M. Pessarakli (ed)Handbook of plant and crop stress . Marcel Dekker Inc., New York.

۱۱-Liu.X.M.,M.Xu,J.Huang,C,Shi,X.f.Yu.۲۰۰۳. Applicationof geostatistics and GIS technique to characterize spatial variabilities of bioavailable micronutrients in paddysoils AvailableatURL :http ://۶۴.۲۳۳.۱۷۹.۱۰۴/search? q=cache :TSB۸XWt۷h۳wJ :www.lreis.ac.cn/cdi/Programme۰۴۰۳۳۱.pdf+x+m+liu+application+GIS+paddy+soil+pdf&hl=en&ct=clnk&cd=۱ (accessed ۵/ ۱۲ /۲ ۰۰۵).

۱۲- Mueller ,T. G, N. B. Pusuluri, K. K. Mathias, P. L. Cornelius and R. I. Barnhisel . ۲۰۰۴. Site-Specific Soil Fertility Management A Model for Map Quality . Published in Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۸:۲۰۳۱-۲۰۴۱.

۱۴-Walter, C. and B. Mc Bratney. ۲۰۰۱. spatial predection of top soil salinity in chief vally, Algezia, using local ordinary kriging with local variograms versus whole- area varigram Australia. Journal of soil Research. ۳۹ (۲): ۲۴۸-۲۵۹.

Abstract

Salinity affects the quality of soil and its impact on the important tasks and functions. In order to evaluate the soil salinity characteristics this project conducted on ۲۰۰ soil samples in the agricultural soils of markazi province . The latitude and longitude of each sample was determined with GPS devices. soil samples were prepared in three depths (۰-۳۰, ۳۰-۶۰ and ۶۰-۹۰ cm). Salinity of soils saturation extract was determined In the laboratory . The results showed that the mean of electrical conductivity in ۰-۳۰ cm depth was ۱.۴۶ dsm^{-1}, at ۳۰-۶۰cm depth was ۱.۴۳ dsm^{-1} and in ۶۰-۹۰ cm depth was ۱.۸۳ dsm^{-1} respectively. Median was ۰.۸۵ dsm^{-1} in ۰-۳۰cm and ۰.۷۷ dsm^{-1} in ۳۰-۶۰cm depth that was less than mean. Generally, only ۱۵ percent of surface soil samples has a salinity greater than ۲ dsm^{-1} and ۷.۷ percent greater than ۴ dsm^{-1}. To prevent the spread of soils salinity, agricultural management is very important.

بررسی تأثیر منبع، روش و مقدارکاربردآهن بر عملکرد و نرخ سود آوری در توت فرنگی گلخانه ای

یعقوب حسینی [۱] ، محمد بهادری [۲]
۱- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، ۲- دانشجوی سابق دانشگاه آزاد اسلامی جیرفت

چکیده
در پژوهش حاضر، تیمارها ترکیبی از منابع مختلف آهن، روش مصرف و مقدار مصرف بودند. استفاده از کلات آهن (Fe-EDDHA) به روش مصرف خاکی به مقدار ۵/۱۰ کیلو گرم در هکتار بیشترین عملکرد میوه را سبب شد. بررسی اقتصادی تیمارها نشان داد که استفاده از سولفات و رکسنول آهن توجیه اقتصادی ندارد. به طور کلی، استفاده از ترکیب سکوسترین آهن برای تأمین آهن گیاه توت فرنگی، در مقایسه با دو ترکیب سولفات آهن و رکسنول آهن که به روش محلول پاشی استفاده شوند، از نظر اقتصادی توجیه بسیار خوبی دارد. از نظر مقدار نیز مصرف ۵/۴ کیلو گرم سکوسترین آهن در هکتار در مقایسه با ۵/۷ و ۵/۱۰ کیلوگرم از آن در هکتار از توجیه اقتصادی بهتری برخوردار می باشد و دارای نرخ سود آوری بالاتر می باشد. بنابراین کاربرد سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) به مقدار ۵/۴ کیلوگرم در هکتار بصورت خاکی برای توت فرنگی در منطقه جیرفت توصیه می شود.

واژه های کلیدی: توت فرنگی، روش مصرف، نرخ سود آوری، منبع آهن، عملکرد

مقدمه
توت فرنگی امروزه در زمره تولیدات مهم و تجاری قرار گرفته است. این محصول به دلیل عطر، طعم و محتویات سرشار از ویتامین آن، جایگاه خود را در رژیم غذایی میلیون ها نفر در جهان پیدا کرده است و مصرف آن در جهان رو به افزایش است (مظلومی و همکاران، ۱۳۹۰). توت فرنگی حاوی مقدار قابل توجهی ویتامین c و آهن است، از این رو مصرف آن برای کسانی که کم‌خونی دارند توصیه می‌شود (رزازی و همکاران، ۱۳۸۹). در حال حاضر کشت و کار محصولات گلخانه ای درکشور در حال توسعه می باشد که کشت توت فرنگی از جمله آنهاست (دیلمقانی حسنلویی و همتی، ۱۳۹۰). از طرف دیگر، آهن در حدود ۵ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهد و چهارمین عنصر لیتوسفر است. مقدار کل آهن در خاک ۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰میلی گرم در کیلوگرم است (Tagliavini et al., ۱۹۹۵). این عنصر از عناصر ضروری برای گیاه است و نقش اساسی در کلروپلاست دارد. بر اثر کمبود آهن فعالیت چندین سیستم آنزیمی و ترکیبات گیاهی مانند کاتالاز، سیتوکرم اکسیداز و فردوکسین به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. هرگونه اختلال در قابلیت استفاده آهن برای گیاه باعث کاهش رشد آن می‌گردد. بخش بزرگی از خاک‌های زراعی کشور، به‌ویژه نواحی جنوبی، حاوی مقادیر زیادی کربنات کلسیم هستند که سبب افزایش واکنش خاک و ایجاد اختلال در جذب عناصر آهن، روی، فسفر و غیره می شود (شهابیان و همکاران، ۱۳۸۵). این امر نه تنها روی کشاورزی واقتصاد آن تاثیر منفی دارد بلکه به کمبود آهن در بدن انسان، که یکی از شایع‌ترین مشکلات تغذیه‌ای امروز است، منجر خواهد شد(Cesco et al., ۲۰۰۲). کمبود آهن در توت فرنگی حجم ریشه را محدود نموده و ریشه‌ها به رنگ زرد درمي‌آیند، رشد طوقه کم شده و ساقه‌های خزنده و گیاهان دختری حاصل از آنها کلروز وسیعی را نشان مي‌دهند. در اواسط فصل رشد، اندازه‌ی گیاه کاهش یافته و به تبع آن اندازه برگها بشدت کوچك مي‌گردد. در کمبود آهن ظاهر گل و میوه توت فرنگی کمتر تحت تاثیر قرار مي‌گیرند(Maas, ۱۹۸۴). در پژوهشی (Singh, ۲۰۰۰) ملاحظه گردید که در محلول‌پاشی برگی، آهن به آسانی بر روی سطح برگ به‌صورت هیدروکسید رسوب می کند و به دلیل اینکه برگ بر خلاف ریشه مکانیزم اسیدی کردن وجود ندارد محلول‌پاشی با محلول‌های دارای pHپایین، ترکیبات رسوب کرده آهن را در سطح برگ متحرک ساخته و جذب آن‌ها را تشدید می کنند. در تحقیقی Sanz و همکاران (۲۰۰۲) بیان نمودند کاربرد کلات آهن روش موثری در برطرف نمودن کمبود آهن می‌باشد زیرا اثر بخشی کیلیت آهن کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. کریمی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش نمودند کاربرد اسید سولفوریک و آهن موجب افزایش وزن خشک، وزن میوه و عملکرد کل در توت فرنگی گردید. در پژوهشی (ذبیحی و سبحانی،۱۳۸۴) مشاهده گردید که با کاهش میزان آهن در محیط کشت، نوک ریشه‌ها و ناحیه‌های کشنده، ضخیم شده و با کاهش جذب آهن، جذب دیگر عناصر سنگین توسط گیاه افزایش یافت. پرداختی و همکاران(۱۳۸۵) بیان داشتند ترکیبات کلاته آهن بهترین راه حل برای برطرف کردن کلروز آهن در همه خاک‌ها و بویژه در خاک‌های قلیایی بوده و می‌توانند شدیدترین مشکلات تغذیه‌ای گیاهان را علاج نمایند. در بررسی دیگر (Erdal, ۲۰۰۴) اثر محلول پاشی آهن در مراحل مختلف رشد توت فرنگی انجام و گزارش شد که غلظت سولفات آهن از طریق برگپاشی مؤثرتر از کاربرد Fe - EDTA بود. در آزمایشی دیگر (Borowski and Michalek, ۲۰۱۱) مشخص گردید که محلول پاشی عناصر معدنی بصورت محلول پاشی یک روش قابل قبول برای کاربرد عناصر غذایی در گیاهان عالی است و موثر تر از کاربرد خاکی است؛ بویژه وقتی که شرایط خاک برای آهن قابل دسترس مناسب نیست.

در ایران از منابع مختلف آهن برای برطرف کردن کمبود آهن گیاه استفاده میشود. علاوه بر سولفات آهن، معمولا سه نوع کلات آهن EDTA-e F بنام تجارتی فتریلون، HEEDTA-e F به اسم تجارتی رکسنول و EDDHA-Fe به نام تجارتی سکوسترین ۱۳۸) استفاده میگردد. علاوه بر مقدار و روش مصرف این کودها، همیشه برای کشاورز این ابهام وجود دارد که به طور کلی، کدام از این

کودها در شرایط واقعی مزرعه از لحاظ اقتصادی نرخ سود آوری بالاتری دارند و به عبارت دیگر ، مصرف آن همراه با صرفه اقتصادی بیشتری است؟ پژوهش حاضر در پی پاسخ به سئوالات گفته شده می باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کشت خاکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه یکی از گلخانه داران منطقه جیرفت به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای مورد مطالعه ترکیبی از منابع مختلف آهن (کلات- Fe-EDDHA یا همان سکوسترین آهن ۱۳۸، کلات- Fe-HEEDTA یا رکسنول آهن و سولفات آهن)، روش مصرف (خاکی و محلول‌پاشی) و مقدار مصرف [۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار برای سکوسترین آهن ۱۳۸ به صورت مصرف خاکی و محلول‌پاشی کلات Fe-HEEDTA با غلظت ۲/۰ درصد (۲ در هزار) و ۴/۰ درصد (۴ در هزار)) و محلول‌پاشی سولفات آهن با غلظت (۱/۰ درصد (۱در هزار)، ۲/۰ درصد(۲در هزار) و ۳/۰ درصد (۳در هزار)] و یک تیمار شاهد (بدون مصرف ترکیبات آهن دار) بودند. محلولپاشی دو مرتبه در دو مرحله ۸-۱۰ برگی و ۱۴-۱۶ برگی صورت گرفت. در این آزمایش ۹ تیمار در ۲۷ کرت آزمایشی مورد مطالعه قرار گرفت. سپس بر اساس آزمایش خاك و توصیه مرکز تحقیقات جیرفت، مقدار کود لازم به خاک اضافه شد. نشاءها توت فرنگی رقم سلوا قبل از کاشت در محلول قارچ‌کش بنومیل به نسبت ۲ در هزار ضد عفونی شدند و در محل‌های مشخص شده روی ردیف‌ها پس از آبیاری اولیه به وسیله نیروی کارگری کشت گردیدند. عملکرد میوه در طی ۳۰ چین در هکتار اندازه گیری شد. داده‌های جمع‌آوری شده در طول اجرای آزمایش، توسط نرم افزار SAS تجزیه و میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. ترسیم نمودارها با نرم افزار Excel صورت گرفت. اقتصادی بودن استفاده از منابع مختلف کودهای آهن دار مصرف شده در آزمایش با کمک روش تحلیل نهایی منفعت به هزینه انجام گردید.

نتایج و بحث

بیشترین عملکرد میوه در طی ۳۰ چین درهکتار(۶۴/ ۲۲ تن در هکتار) با کاربرد ۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) بصورت خاکی بدست آمد و با کاربرد ۵/۷ و ۵/۴ کیلو گرم آن در هکتار تفاوتی معنی داشت. در تحقیقی دیگر هم نشان داده شد که ارقام توت فرنگی پاسخهای متفاوتی به مقادیر کاربرد سکوسترین ۱۳۸ آهن نشان دادند (Turemis et al., ۱۹۹۷). کمترین عملکرد میوه در طی ۳۰ چین (۲۶/۱۹ تن در هکتار) از عدم مصرف کود آهن (شاهد) بدست آمد. این نتایج حاکی از این مطلب است که مصرف آهن به میزان ۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) نسبت به مصرف Fe-HEEDTA (رکسنول) و محلول پاشی سولفات آهن تاثیر بیشتری بر افزایش عملکرد میوه طی ۳۰ چین در هکتارداشت. اگرچه استفاده از سولفات آهن و رکسنول نیز، نسبت به تیمار شاهد، سبب افزایش معنی دار عملکرد گردیدند. نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققین (کریمی و همکاران، ۱۳۸۹) مطابقت دارد که بیان می دارد که آهن نقش مهمی در فعالیت کلروفیل و سنتز تعداد زیادی از پروتئین های مهم از قبیل سیتوکروم های مختلف دارد و فتوسنتز و انتقال آسیمیلاتها را به مخزن برعهده دارد و در نهایت افزایش عملکرد را در پی دارد. در آزمایشی بر روی ارقام توت فرنگی نشان داده شد که کاربرد سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) از کلات Fe-EDTA مؤثرتر است که علت آن رسوب آهن در ترکیب Fe-EDTA، کاهش قابلیت استفاده آهن و تولید برخی از ترکیبات سمی در هنگام استفاده از کلات Fe-EDTA در مقایسه با کلات سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) ذکر گردید (Shahvali-Kohshouri et al., ۲۰۱۳). نتایج آزمایشات اردال و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که محلول پاشی آهن منجر به افزایش رشد و افزایش فعالیت های متابولیسمی توت فرنگی می گردد.

بررسی اقتصادی تیمارهای آزمایش

به منظور پاسخگویی به این سئوال که " آیا استفاده از کود آهن به صورت ترکیب های مختلف و به تبع آن روش های متفاوت کاربرد اقتصادی هست یا نه؟ " و اینکه " کدام ترکیب آهن دار نسبت به بقیه ترکیبات ارجحیت دارد؟ " و به طور کلی سوداورترین تیمار آزمایش کدام تیمار است؟ " از روش تحلیل نهایی منفعت به هزینه (Marginal Benefit Cost Ratio Analysis) استفاده گردید. در این روش ابتدا میانگین منافع (درآمد) و هزینه های هر تیمار را محاسبه و سپس نسبت نهایی منفعت(درآمد) به هزینه با توجه به مراحل زیر محاسبه گردید:

۱- میانگین منافع (درآمد) تیمار شاهد از میانگین منافع (درآمد) هر یک از تیمارها کم شد

$$B_i = \bar{B}_i - \bar{B}_c \quad (۱)$$

B_i :اختلاف میانگین منافع تیمار i ام نسبت به تیمار شاهد، B_i: میانگین منافع تیمار iام، B_c : میانگین منافع تیمار شاهد

۲- میانگین هزینه های تیمار شاهد از میانگین هزینه های هر یک از تیمارها کم گردید

$$C_i = \bar{C}_i - \bar{C}_c \quad (۲)$$

C_i: اختلاف میانگین هزینه های تیمار i ام نسبت به تیمار شاهد، C_i: میانگین هزینه های تیمار iام، C_c: میانگین هزینه های تیمار شاهد

۳- با استفاده از تحلیل نهایی منفعت به هزینه نرخ سودآوری هر یک از تیمارها نسبت به تیمار شاهد بصورت زیر محاسبه گردید:

$$\text{نرخ آسود اوری تیمار } i \text{ ام} = \left[\left(B_i - C_i\right)/C_i\right] \times 100 = \left[\left(B_i/C_i\right) - 1\right] \times 100 \quad (۳)$$

پس از محاسبه نرخ سودآوری تیمارهای مختلف، تیماری انتخاب می گردد که دارای بالاترین نرخ سودآوری باشد. بنابراین برای آزمایش حاضر، محاسبات فوق نیاز به اطلاعات زیر داشت که این اطلاعات جمع آوری گردید.

۱- میانگین عملکرد محصول توت فرنگی در هر یک از تیمارها (میانگین ۳ تکرار در هر تیمار)

۲- میانگین قیمت محصول توت فرنگی در بازار در سال انجام آزمایش

۳- میانگین هزینه های هر یک از تیمارها (شامل مقدار و قیمت مواد بکار برده شده، وجین علفهای هرز، محلول پاشی و کوددهی و دیگر عملیات لازم در هر یک از تیمارها)

پس از جمع آوری اطلاعات مورد نیاز نسبت به محاسبات فوق اقدام گردید که نتایج در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول شماره ۱- نتایج بررسی اقتصادی طرح در طی یک فصل زراعی توت فرنگی

ردیف	تیمار	عملکرد (تن/هکتار)	میانگین درآمدها (ریال)	میانگین هزینه ها (ریال)	سودخالص یا اختلاف میانگین درآمد و هزینه (ریال)	اختلاف میانگین درآمد تیمار نسبت به درآمد شاهد (ریال)	اختلاف میانگین هزینه تیمار نسبت به هزینه شاهد (ریال)	نرخ سودآوری (%)
۱	شاهد	۲۶/۱۹	۳۲۷۴۲۰۰۰۰	۸۲۳۹۹۹۹۸	۲۴۵۰۲۰۰۰۲	-	-	-
۲	۱/۱۰۰۰ سولفات آهن	۵۱/۱۹	۳۳۱۶۷۰۰۰۰	۱۰۳۹۹۹۹۹۸	۲۲۷۶۷۰۰۰۲	۴۲۵۰۰۰۰	۲۱۶۰۰۰۰۰	۳۲/۸۰
۳	۲/۱۰۰۰ سولفات آهن	۸۵/۱۹	۳۳۷۴۵۰۰۰۰	۱۰۷۹۹۹۹۹۸	۲۲۹۴۵۰۰۰۲	۱۰۰۳۰۰۰۰	۲۵۶۰۰۰۰۰	۸۲/۶۰
۴	۳/۱۰۰۰ سولفات آهن	۰۷/۲۰	۳۴۱۱۹۰۰۰۰	۱۱۴۴۹۹۹۹۸	۲۲۶۶۹۰۰۰۲	۱۳۷۷۰۰۰۰	۳۲۱۰۰۰۰۰	۱۰/۵۷
۵	رکسنول ۱۰۰۰/۲ آهن	۱۷/۲۰	۳۴۲۸۹۰۰۰۰	۱۲۰۴۹۹۹۹۸	۲۲۲۳۹۰۰۰۲	۱۵۴۷۰۰۰۰	۳۸۱۰۰۰۰۰	۴۰/۵۹
۶	رکسنول ۱۰۰۰/۴ آهن	۶۴/۲۰	۳۵۰۸۸۰۰۰۰	۱۲۷۴۹۹۹۹۸	۲۲۳۳۸۰۰۰۲	۲۳۴۶۰۰۰۰	۴۵۱۰۰۰۰۰	۹۸/۴۷
۷	۵/۴ کیلوگرم/هکتار سکوسترین آهن	۰۵/۲۲	۳۷۴۸۵۰۰۰۰	۸۴۶۸۰۳۴۶	۲۹۰۱۶۹۶۵۴	۴۷۴۳۰۰۰۰	۲۲۸۰۳۴۸	۹۵/۱۹۷۹
۸	۵/۷ کیلوگرم/هکتار سکوسترین آهن	۱۵/۲۲	۳۷۶۵۵۰۰۰۰	۸۴۷۹۹۹۹۸	۲۹۰۷۵۰۰۰۲	۴۹۱۳۰۰۰۰	۳۴۰۰۰۰۰	۰۰/۱۳۴۵
۹	۵/۱۰ کیلوگرم/هکتار سکوسترین آهن	۶۴/۲۲	۳۸۴۸۸۰۰۰۰	۸۶۱۹۹۹۹۸	۲۹۷۹۸۰۰۰۲	۵۷۴۶۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰۰	۸۹/۱۱۷۶

همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می شود استفاده از سولفات آهن و رکسنول با توجه به هزینه هایی که بر گلخانه دار تحمیل میکند در مقایسه با درآمد ناشی از افزایش محصول تولیدی ناشی از کاربرد آنها توجیه اقتصادی ندارد. به طور نسبی استفاده از غلظت ۳ در هزار سولفات آهن به صورت محلول پاشی نسبت به غلظت های کمتر آن از لحاظ اقتصادی بهتر می باشد. در مورد

ترکیب رکسنول نیز استفاده از غلظت ۴ در هزار آن در مقایسه با غلظت ۲ در هزار آن به صورت محلولپاشی، به طور نسبی، از نظر اقتصادی توجیه بهتری دارد. به طور کلی، استفاده از ترکیب سکوسترین آهن برای تأمین آهن گیاه توت فرنگی، در مقایسه با دو ترکیب سولفات آهن و رکسنول آهن که به روش محلول پاشی استفاده شوند، از نظر اقتصادی توجیه بسیار خوبی دارد. از نظر مقدار نیز مصرف ۵/۴ کیلو گرم سکوسترین آهن در هکتار در مقایسه با ۵/۷ و ۵/۱۰ کیلوگرم از آن در هکتار از توجیه بالاتری از لحاظ اقتصادی برخوردار می باشد و دارای نرخ سود آوری بالاتر می باشد. همچنین استفاده از ۵/۷ کیلو گرم سکوسترین آهن در هکتار نسبت به مصرف ۵/۱۰ کیلو گرم آن در هکتار بهتر است و از لحاظ اقتصادی به صرفه تر می باشد. در نهایت این که کاربرد ۵/۴ کیلو گرم سکوسترین آهن در هکتار به صورت کاربرد خاکی در این آزمایش، بهترین تیمار از نظر اقتصادی می باشد، اگرچه از نظر مقایسه میانگین های عملکرد به لحاظ آماری کاربرد ۵/۱۰ کیلو گرم سکوسترین آهن در هکتار بیشترین عملکرد را تولید کرده است و با تیمار کاربرد ۵/۴ کیلو گرم سکوسترین آهن در هکتار دارای تفاوتی معنی دار می باشد. به طور کلی، اگر عواملی که سبب افزایش سود میشوند از قبیل عملکرد و قیمت فروش محصول افزایش یافته و کل هزینه های تولید اعم از هزینه های ثابت و متغیر کاهش یابد، نسبت فایده به هزینه افزایش خواهد یافت (حسن زاده اول و رضوانی مقدم، ۱۳۹۲). در آزمایشی بر روی نارنگی جهرمی تیمار محلول پاشی ۳ در هزار سولفات آهن به عنوان اقتصادی ترین تیمار محلول پاشی برای نارنگی توصیه گردید (رستگار، ۱۳۸۰).

منابع

پرداختی، ع. ر.، نظران، م. ح.، حکم آبادی، ح. و آشتیانی، م. ۱۳۸۵. نقش فضای سبز در کاهش آلودگی هوا و اثر کود جدید کلات آهن خضراء در افزایش کارایی گیاهان و تلطیف هوا. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران.

دیلمقانی حسنلویی، م. ر. و همتی، س. ۱۳۹۰. اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان عناصر غذایی، عملکرد و خصوصیات کیفی توت فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاك. علوم و فنون کشت های گلخانه ای، جلد دوم، شماره‌ی ۷، صفحه‌های ۱ تا ۷.

ذبیحی، ح. و سبحانی، ع. ۱۳۸۴. اثر منابع مختلف پتاسیم و مقدار آهن بر عملکرد و رقم گوجه فرنگی. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، کرج، ایران.

رزازی، ع.، لبافی، م. ر.، خلج، ح.، احیایی، ع. ر.، و نظران، م. ح. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر نانو کود کلاته آهن بر کمیت و کیفیت گوجه فرنگی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، جلد هفتم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۳۸ تا ۴۷.

حسن زاده اول، ف. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۹۲. ارزیابی کارایی انرژی و تحلیل اقتصادی تولید پیاز (*Allium cepa* L.) در استان خراسان رضوی. اکولوژی کاربردی، جلد دوم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۱ تا ۱۰.

رستگار، ح. ۱۳۸۰. بررسی اثر محلول پاشی منابع مختلف روی بر عملکرد نارنگی جهرمی. گزارش نهایی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

کریمی، ح. ر.، تفضلی بندری، ع. ا. و کریمیان، ن. ع. ۱۳۸۹. اثرات کاربرد آهن و اسید سولفوریک بر برخی ویژگی‌های رشدی و عملکرد توت فرنگی در خاک‌های آهکی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، جلد دهم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۳۴ تا ۴۲.

مظلومی، ف.، رونقی، ع. م. و کریمیان، ن. ج. ۱۳۹۰ . اثر شوری و کلسیم تکمیلی بر رشد رویشی، عملکرد میوه و غلظت برخی عناصر در توت فرنگی در کشت بدون خاك. علوم و فنون کشت های گلخانه ای، جلد دوم، شماره‌ی ۶، صفحه‌های ۵۱ تا ۶۲.

Borowski E. and Michalek S. ۲۰۱۱. The effect of foliar fertilization of French bean with iron salts and urea on some physiological processes in Plants relative to iron uptake and translocation in leaves. Acta Scientiarum Polonorum, HortorumCultus, ۱۰ (۲): ۱۸۳-۱۹۳.

Cesco S., Nikolic M., R mheld V., Varanini Z. and Pinton R. ۲۰۰۲. Uptake of ^{۵۹}Fe from soluble ^{۵۹}Fe-humate complexes by cucumber and barley plants. Plant and Soil, ۲۴۱ : ۱۲۱-۱۲۸.

Erdal I., Kepenek K., Kizilgoz I. and Turkay F. ۲۰۰۴. Effect of foliar iron applications at different growth stages on iron and some nutrient concentrations in Strawberry cultivars. Turkish Journal of Agricultural, ۵۲ : ۴۲۱-۴۲۷.

Maas J. L. ۱۹۸۴. Compendium of strawberry ddiseases. American phytopathological society, in cooperation with Agricultural Research service United State Department of Agriculture, USA.

Sanz M., Cavero J. and Abadia J. ۲۰۰۲. Iron chlorosis in the ebro river basin, Spain. Journal of Plant Nutrition, ۱۵(۱۰): ۱۹۷۱-۱۹۸۱.

Singh G. H. ۲۰۰۰. Effect of suphur in preventing the occurrence of chlorosis in peas. Agron omy Journal, ۶۲ : ۷۰۸-۷۱۱.

Tagliavini M., Scudellani D., Marangani B. and Toselli M. ۱۹۹۵. Acid-spray regreening of kiwifruit leaves affected by lime-induced iron chiorosis. *In*: Abadia (Ed), Iron Nutrition in Soil and plant. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. ۱۹۱-۱۹۵.

Turemis N., Ozguven A. I., Paydas S. and Idem G. ۱۹۹۷. Effects of sequestrene Fe-۱۳۸ as foliar and soil application on yield and earliness of some strawberry cultivars in the subtropics. Acta Horticultural, ۴۴۱ : ۳۶۹-

Abstract

In present study treatments were included incorporated different sources of iron, methods of use and the amount consumed. The use of chelated iron (Fe-EDDHA) to ۱۰.۵ kg per ha as soil application had the highest fruit yield. Economic evaluation of treatments showed that the use of iron sulfate and Rksonol is not economically justified. In general, using the combination of iron Sequestrine to iron supplying in strawberry plants, compared with the combination of iron sulfate and iron Rksonol spraying method, economically justify very good. In terms of value, the using ۴.۵ kilograms per hectare compared to the ۷.۵ and ۱۰.۵ kg/ha iron Sequestrine iron has higher justified economically and the profit rate. Thus the use of iron Sequestrine ۱۳۸ (EDDTA-Fe) in the amount of ۴.۵ kg per hectare in the soil for strawberry in Jiroft is recommended.

شستشوی ازت تحت تاثیر دو منبع کودی اوره و اوره با پوشش گوگردی در زراعت گندم

مهدی معصومی [۱]، محمد لطف الهی [۲]، محمد اردلان [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی واحد کرج دانشگاه آزاد اسلامی، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی واحد کرج دانشگاه آزاد اسلامی، ۳- استاد گروه خاکشناسی، واحد کرج دانشگاه آزاد اسلامی

چکیده
هدف این تحقیق اندازه گیری و تعیین مقدار نیتروژن شسته شده و همچنین عمق تجمع نیتروژن در پروفیل خاک با توجه به دو نوع کود مصرفی اوره (UREA) و اوره با پوشش گوگردی ((SCUمی باشد. این تحقیق در ۷ تیمار کودی اوره و اوره با پوشش گوگردی و ۳ تکرار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا شد. در زمان های یک هفته (پس از کاشت، پنجه زنی، ساقه دهی و گلدهی)، نمونه برداری از اعماق مختلف خاک از ۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰ سانتی متری انجام و مقدار ازت نیتراتی اندازه گیری شد.نتایج نشان داد که اتلاف نیترات خاک بوسیله شستشو، در تیمار کودی (SCU) کمتر از تیمار کودی (UREA) بود. بالاترین میزان غلظت نیترات در خاک نیز در عمق ۲۰-۰ سانتیمتری بود که با توجه به نتایج به دست آمده دلیل اصلی این امر را می توان به وجود (SCU) که کودی کندرها می باشد نسبت داد.

کلمات کلیدی : نیتروژن، گندم، آبشویی نیترات،اوره، اوره با پوشش گوگردی

مقدمه
با توجه به افزایش سریع جمعیت کشور، نیاز به تولید بیشتر محصولات کشاورزی از جمله محصولات مهم و استراتژیك همچون گندم، برنج و سیب زمینی هم اکنون بیش از پیش در جامعه احساس می‌شود. افزایش کارایی استفاده از منابع یکی از راهکارهای مهم در افزایش تولیدات کشاورزی و کاهش آلودگی های زیست محیطی می‌باشد. تلفات نیتروژن محدود به مزرعه نبوده و پس از برداشت محصول نیز تلفات چشمگیری در مسیرهای مختلف چرخه تولید و مصرف آن وجود دارد. نیتروژن عنصری مهم و حیاتی در زنجیره تولید غذا به شمار می رود که در پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیك وجود دارد و از طرفی در تولید غذا و امنیت غذایی نیز از اهمیت زیادی برخوردار است (اسمیل ۲۰۰۰) .کودهای شیمیایی یکی از منابع مهم انتشار اکسید نیتروژن اتمسفری (N2O) می‌باشد . در دهه‌های آینده نقش گاز (N2O) در گرم شدن زمین به‌عنوان یک گاز گلخانه‌ای از کلروفلروکربن ها که سومین منبع مهم در گرمایش زمین توسط انسان‌هاست بیشتر خواهد شد (فرستر و همکاران ۲۰۰۷). نیتروژنی که توسط گیاه جذب نمی‌شود در معرض هدر رفت از طریق نیترات زدایی ، روان آب ، تصعید و آبشویی قرار دارد چنین هدر رفتی، نگرانی درباره آلودگی آب و انتشار گازهای گلخانه‌ای را افزایش می‌دهد(بلی لوک و داو بانکو، ۲۰۰۵) .
نیترات در زمره شایع‌ترین آلاینده‌های آب زیرزمینی قرار دارد و آب آشامیدنی با غلظت نیترات بیش از حد مجاز با تاثیرات منفی متعدد مانند نقص مادر زادی ، سرطان ، آسیب به سیستم عصبی و بیماری هموگلوبنیما همراه است (جمیسن و فاکس، ۱۹۹۴). کودهای نیتروژنی به دلیل آبشویی سریع یون نیترات (NO3-) در خاک و همچنین استفاده بیش از حد نیاز از آنها یکی از عوامل اصلی آلوده کننده منابع آب شناخته شده‌اند ، به دلیل بالا بودن انحلال پذیری و قابلیت انتقال یون نیترات ، آب های زیرزمینی یعنی تنها منبع آب آشامیدنی بسیاری از مردم کشورهای در حال توسعه دائم در معرض تهدید آلودگی به یون نیترات هستند.(مهدی قیصری و همکاران ۱۳۸۵) امروزه فن آوری نوین استفاده از کودهای اوره روکش دار به گوگرد به مقدار زیادی در جلوگیری از آلودگی آب‌ها موثر بوده است(اخلاقی، ۲۰۰۶). کارایی جهانی مصرف نیتروژن برای تولید غلات حدود ۳۳ درصد گزارش شده است. ۶۷ درصد بقیه هدر رفت نیتروژن به شکل‌های مختلف منجمله تصعید، دنیتریفیکاسیون، فرسایش سطحی، آبشویی و ... است. بنابراین افزایش کارایی مصرف نیتروژن یك امر ضروری است(لطف الهی و همکاران، ۱۳۸۴). استفاده از کود اوره با پوشش گوگردی (SCU)بجای اوره قبل از کاشت، بازیافت و کارایی نیتروژن را در کشت گندم پاییزه به طور معنی داری افزایش داد. لطف اللهی و نظامی، ۱۳۸۶ گزارش کردند در خاك های بافت سبك کرج مصرف SCU قبل از کاشت باعث افزایش بیشتر عملکرد گندم و کارایی بالای نیتروژن نسبت به اوره گردید. با توجه به بررسی منابع اطلاعات چندانی در مورد پراکندگی ازت معدنی در پروفیل خاک وجود ندارد و بدین جهت لازم است در این مورد تحقیقات بیشتری انجام شود .

مواد و روش ها
این تحقیق به‌منظور تعیین میزان پراکندگی ازت در پروفیل خاك برای افزایش کارایی کودهای نیتروژن در گندم با ۷ تیمار کودی در سال زراعی ۹۳-۹۲ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج انجام شد. این تحقیق بر روی گندم پیشتاز در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد.

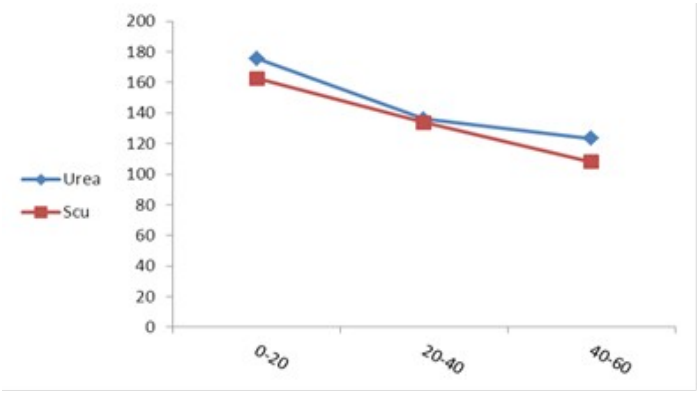
مشخصات تیمارها

۱-تیمار اول = شاهد ۲-تیمار دوم= مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع اوره) ۳-تیمار سوم= مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع اوره) ۴-تیمار چهارم= مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع اوره) ۵-تیمار پنجم= مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع اوره با پوشش گوگردی «SCU»)۶- تیمار ششم= مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (از منبع اوره با پوشش گوگردی «SCU») ۷-تیمار هفتم= مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (از منبع اوره با پوشش گوگردی « SCU») ، در ۳ تکرار مجموعا ۲۱ کرت در غالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام گشت .کوددهی در دو تقسیط در زمان های بعد از کاشت و بعد از پنجه زنی به خاک اضافه شد . پراکنش ازت نیتراتی در طول فصل زراعی یک هفته(بعد از کاشت - پنجه زنی- ساقه دهی- گل دهی) در پروفیل خاک (از اعماق ۰ تا ۲۰- ۲۰-۴۰ و ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر) اندازه گیری و مشخص شد که چه میزان از ازت نیتراتی به اعماق خاک رفته و احتمالا از دسترس گیاه خارج شده است.

نتایج و بحث

مقادیر اوره و اوره با پوشش گوگردی یک هفته بعد از کاشت

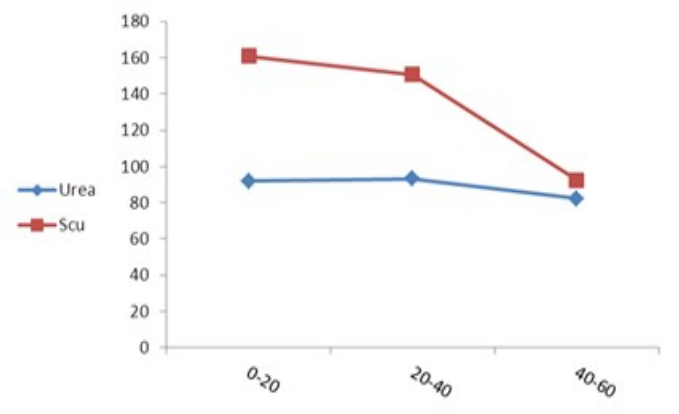
با توجه به شکل ۱ بیشترین مقدار ازت نیتراتی در عمق ۲۰-۰ سانتی متری مربوط به تیمارهای با منبع اوره می باشد و کمترین مقدار ازت نیتراتی در عمق ۶۰-۴۰ سانتی متری مربوط به تیمارهای با منبع اوره با پوشش گوگردی می باشد . اختلاف زیادی بین این دو منبع کودی دیده نمی شود که دلیل آن آبیاری کم و عدم نیاز گندم به نیترات در این زمان می باشد.



شکل ۱ مقادیر اوره و اوره با پوشش گوگردی در زمان بعد از کاشت

مقادیر اوره و اوره با پوشش گوگردی یک هفته بعد از پنجه‌زنی

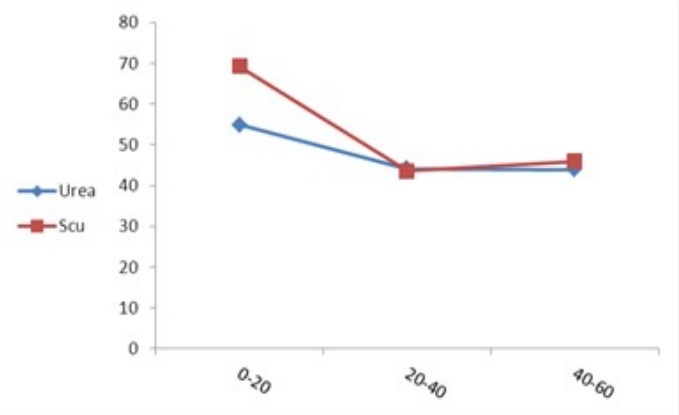
با توجه به شکل ۲ بیشترین مقدار ازت نیتراتی در عمق ۲۰-۰ سانتی متری مربوط به تیمارهای با منبع اوره با پوشش گوگردی می باشد و کمترین مقدار نیترات مربوط به عمق ۶۰-۴۰ سانتی متری مربوط به تیمارهای با منبع اوره می باشد . اختلاف زیادی بین این دو منبع کودی دیده می شود که دلیل آن کندرها بودن کود اوره با پوشش گوگردی می باشد.



شکل ۲ مقادیر اوره و اوره با پوشش گوگردی در زمان بعد از پنجه‌زنی

مقادیر اوره و اوره با پوشش گوگردی یک هفته بعد از ساقه دهی

با توجه به شکل ۳ بیشترین مقدار ازت نیتراتی در عمق ۲۰-۰ سانتی متری مربوط به تیمارهای با منبع اوره با پوشش گوگردی می باشد و کمترین مقدار ازت نیتراتی در عمق ۶۰-۴۰ سانتی متری مربوط به تیمارهای با منبع اوره می باشد . اختلاف زیادی بین این دو منبع کودی در عمق ۲۰-۰ سانتی متری دیده می شود که دلیل آن کندرها بودن اوره با پوشش گوگردی می باشد این امر باعث رشد بهتر گیاه و در دسترس بودن نیترات برای گیاه می شود.

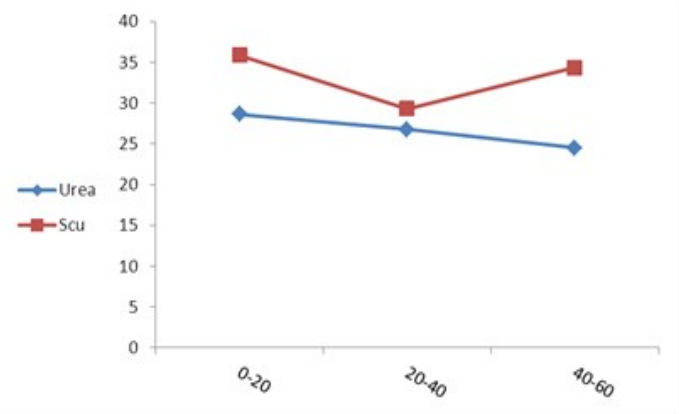


شکل ۳ مقادیر اوره و اوره با پوشش گوگردی در زمان بعد از ساقه دهی

مقادیر اوره و اوره با پوشش گوگردی یک هفته بعد از گلدهی

با توجه به شکل ۴ بیشترین مقدار ازت نیتراتی در عمق ۲۰-۰ سانتی متری مربوط به تیمارهای با منبع اوره با پوشش گوگردی می باشد و کمترین مقدار نیتراتی در عمق ۶۰-۴۰ سانتی متری مربوط به تیمارهای با منبع اوره می باشد . اختلاف بین این دو منبع کودی در عمق ۲۰-۰ سانتی متری دیده می شود که دلیل آن کندرها بودن اوره با پوشش گوگردی می باشد.

۶



شکل ۴ مقادیر اوره و اوره با پوشش گوگردی در زمان گلدهی

نتایج

نتیجه این تحقیق بیانگر آن است که بیشترین تجمع ازت نیتراتی در عمق ۲۰-۰ سانتی متری می باشد که دلایل آن می تواند به شرح زیر باشد.

جذب ازت نیتراتی توسط گندم از اعماق ۳۰-۰ سانتی متری خاک که با تحقیقات کولمن و همکاران در سال ۱۹۸۹ ، ویسلر و منگل هورتز ۱۹۹۳ مطابقت دارد. تحقیقات مزرعه ای کولمن و همکاران در سال ۱۹۸۹ ، ویسلر و منگل هورتز ۱۹۹۳ نشان می دهد که در طول دوره رشد چنانچه رطوبت سطحی خاک کاهش پیدا کند برداشت ازت از خاک سطحی متوقف می شود در حالی که برداشت از خاک عمقی ادامه پیدا می کند.

کود اوره با پوشش گوگردی که کودی کندرها می باشد و بیشترین تجمع ازت نیتراتی در عمق ۲۰-۰ سانتی مربوط به تیمار های با منبع اوره با پوشش گوگردی می باشد که با تحقیقات لطف الهی و همکاران در سال ۸۳ و ملکوتی و همکاران در سال ۸۳ مطابقت دارد.تحقیقات انجام شده در چند ساله اخیر بخصوص روی زراعت گندم نشان داده که کارایی اوره با پوشش گوگردی در مقایسه با اوره بیشتر است. اگر بتوان ۵۰ درصد نیاز نیتروژنی مزارع گندم را قبل از کاشت به صورت SCU و بقیه را به صورت سرک با استفاده از سایر کودهای از ته نظیر اوره یا نیترات آمونیوم تأمین نمود. کارایی کودهای نیتروژنه باز هم افزایش خواهد یافت (لطف الهی و همکاران، ۱۳۸۳).

این رقم برای برنج که مدت زمان کوتاه تری تحت شرایط غرقاب به تولید می رسد طراحی شده است و علی القاعده برای گندم که مدت زمان بیشتری به ثمر می رسد میزان آزاد سازی ازت بایستی کمتر از ۲۰ درصد باشد.(ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳)

منابع

۱- قیصری، م. میر لطیفی،س.م. همایی، م. و اسماعیل اسدی، م.زمستان ۱۳۸۵. آبشویی نیترات در سیستم آبیاری بارانی تحت مدیریت کود- آبیاری ذرت. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۷. شماره ۲۹، صفحه های ۱۰۱تا ۱۱۸.

۲- لطف الهی، م. ملکوتی، م.ج. و صفاری، ح. ۱۳۸۳. افزایش کارایی نیتروژن با استفاده از وره با پوشش گوگردی در خاکهای با بافت سبک کرج. از کتاب ملکوتی و همکاران روشهای نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات) - دفتر طرح خود کفایی گندم. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران، صفحه های ۷۵۸ تا ۷۵۱.

۳- لطف الهی، م. ملکوتی، م.ج. و صفاری، ح. ۱۳۸۴. مقایسه دو منبع کودی اوره و اوره با پوش گوگردی (SCU) از نظر افزایش کارآیی نیتروژن در خاکهای بافت سبك کرج. نهمین کنگره علوم خاك. کرج. ایران.

۴- لطف الهی،م. و نظامی، س. ۱۳۸۶. تعیین روش مدیریتی مناسب برای افزایش تولید و بهبود کارایی کود های نیتروژنه در گندم، دهمین کنگره علوم خاك ایران.

۵- ملکوتی، م.ج. لطف الهی، م. و صفاری، ح. ۱۳۸۳. افزایش کارایی نیتروژن با استفاده از وره با پوشش گوگردی در خاکهای با بافت سبک کرج روشهای نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات) - دفتر طرح خود کفایی گندم. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

۶- Akhlaghi, K. ۲۰۰۶. "Sulfur-coated urea." < http://alonefarmer.blogfa.com/post-۱۷۸۶.aspx> last updated Dec. ۲۰۰۹.

۷- Blaylock, A.D.J. and Dowbonko, R.D. ۲۰۰۵. Nitrogen fertilizer technologies.Western Nutrient Management Conference. Vol ۶, Salt Lake City, UT.

۸- Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, D.W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D.C.Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M., and Van Dorland, R. ۲۰۰۷. Changes in

atmospheric constituents and in radiative forcing. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M.,Averyt, K.B.,Tignor, M., and Miller, H.L. (Eds.), Climate Change ۲۰۰۷: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge ۱۲۹-۲۳۴ pp

۹- Jemison, J.M. and Fox, R.H. ۱۹۹۴. Nitrate leaching from nitrogen fertilizered and manured corn measured with zero-tension pan lysimeters. Journal of Environmental Quality, ۲۳(۲): ۳۳۷-۳۴۳.

۱۰- Kuhlmann, H., Barraclough, P. B. and Weir, A. H. ۱۹۸۹. Utilization of mineral nitrogen in the subsoil by winter wheat. Z Pflanzeneneahr Bodenkd. ۱۵۲, ۲۹۱-۲۹۵.

۱۱- Smil, V. ۲۰۰۰. Feeding the World: A Challenge for the Twenty-first Century. Springer, Berlin.

۱۲- Wiesler, F. and Horts, W. J. ۱۹۹۳. Differences among maize cultivars in the utilization of soil nitrate and the related losses of nitrate through leaching. Plant and Soil ۱۵۱, ۱۹۳-۲۰۳.

Abstract

The purpose of this study is to measure and quantify the amount of nitrogen leaching and nitrogen accumulation in the soil profile depth according to the type of fertilizer consumption (UREA) and Sulfur coated Urea (SCU).This research includes ۷ groups of fertilizers of urea and sulfur coated urea and was implemented in ۳ replications in a randomized complete block design. after one week of (planting, tillering, stem elongation and flowering), sampled from different depths of ۲۰-۰, ۴۰-۲۰, ۶۰-۴۰ cm, and the amount of nitrate nitrogen was measured.The achieved indicated that soil nitrate losses by leaching in fertilizer treatment (SCU) is less than of fertilizer treatment (UREA). the highest concentration of nitrate in the soil was at a depth of ۲۰-۰ cm, which according to the results, the main reasons for this is attributed to the existence of (SCU) which is a slow release fertilizer.

پاسخ زیره سیاه به کاربرد سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم

سید مجتبی نوری حسینی [۱]
۱ - دانشجوی دکتری علوم خاك و عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاك و آب مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی

چکیده
به منظوربررسی اثرمقادیر مختلف نیتروژن وپتاسیم بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد زیره سیاه در شرایط زراعی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار از سال ۱۳۸۹ به مدت ۳ سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل ۴ سطح کودی نیتروژن شامل صفر، ۴۰ و ۸۰ و ۱۲۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و ۳ سطح کودی پتاسیم شامل صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم k_2o در هکتار می باشند. نتایج نشان داد مصرف نیتروژن تنها در سطح اول ، باعث افزایش عملکرد دانه و اجزای عملکرد شد و در سطوح دیگر سبب کاهش آنها شد. اما عملکرد کاه در تمامی سطوح مصرف نبتروژن افزایش یافت. اثر خالص پتاسیم بر عملکرد دانه، عملکرد کاه و تعداد چتر در بوته معنی دار شد. اثر متقابل نیتروژن و پتاسیم برعملکرد دانه، عملکرد کاه، تعداد چتر در بوته، تعداد چترك در بوته و تعداد دانه در چترك معنی دار بود. این گیاه با حداقل مقدار نیتروژن مصرفی به رشد و نمو و عملکرد مورد انتظار رسید، این در حالی است که با مصرف پتاسیم عکس العمل مناسبی از این گیاه مشاهده شد.

واژه های کلیدی: زیره کوهی، نیتروژن، پتاسیم، عملکرد و اجزای عملکرد

مقدمه
زیره سیاه با نام علمی Bunium persicum گیاهی چند ساله، علفی دارای کورم (corm)،از خانواده چتریان (Apiaceae) بومی منطقه محدودی از غرب آسیا است که نیمه شرقی ایران را نیز شامل می‌شود(عسکرزاده و همکاران،۱۳۸۴) بررسی‌های انجام شده نشان داد که توانایی خوبی برای تولید زراعی این گیاه ارزشمند در ایران و خصوصا استان خراسان وجود دارد، همچنین در آینده زیره سیاه می‌تواند بعنوان یک گیاه جدید زراعی در جهان مطرح شود. تولید سالانه گیاهان دارویی از جمله زیره سیاه در بازارهای جهانی هندوستان و پاکستان از اهمیت بالایی برخوردار می باشد و با توجه به شرایط اقلیمی مناسب در ایران می بایست نسبت به معرفی و کشت آن اقدام نمود. نقش عناصر غذایی بویژه نیتروژن و پتاسیم از اهمیت زیادی در رشد و بهبود کیفیت زیره سیاه (Bunium persicum) برخوردار است. تحقیقات نشان داده است زیره سیاه جهت یک تولید مناسب در کشور هند به ۳۰-۲۰ کیلوگرم درهکتار ازت نیاز دارد واین گیاه برای تولید یک تن بذر ۷۲ کیلوگرم نیتروژن و ۸۰ کیلوگرم پتاس از خاک جذب می نماید وثابت شده است که عناصر غذایی نقش موثری در افزایش عملکرد زیره سیاه داشته و مصرف ۵۰ تا ۸۰ کیلو گرم در هکتار پتاسم خالص و pHبین ۴/۸-۷/۸ اثر مثبت در رشد زیره سیاه داشته است (امید بیگی، ۱۳۷۶). باقری (۱۳۸۳) گزارش کرد مصرف تیمار ۱۰۰کیلوگرم در هکتارکود نیتروژنه بیشترین تعداد چتر در گیاه و دانه در چتر را داشت. اما تفاوت معنی داری از نظر عملکرد ماده خشك بین تیمار ۱۰۰ کیلوگرم و ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژنه وجود نداشت. وگلارز (۲۰۰۶) اظهار داشت جذب عناصر غذایی در زیره سیاه به میزان ۸۵ کیلو گرم نیتروژن، ۳۹ کیلو گرم P_2O_5 و ۹۴ کیلو گرم K_2O در هکتارگزارش شده و سبب افزایش تولید ۲/۱ تن در هکتار دانه و ۲/۴ تن در هکتار ریشه (غده) شده است.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسم برعملکرد کمی و بر هم کنش آنها بر تغییرات عملکرد دانه و میزان اسانس زیره سیاه در شرایط زراعی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار از سال ۱۳۸۹ به مدت ۳ سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل ۴ سطح کودی نیتروژن ۰، ۴۰ ، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و ۳ سطح کودی اکسید پتاسیم (K_2O) ۴۰ ، ۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار بترتیب از منابع اوره و سولفات پتاسیم در سه تکرار انجام شد. قبل از شروع آزمایش، از خاک مزرعه نمونه گیری شد (عمق ۳۰-۰ سانتی متر) و تجزیه های فیزیکی و شیمیایی روی آن انجام گردید. جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاك محل آزمایش طرح را در مشهد نشان می دهد. هدف از این تحقیق بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سیاه بود. در مهر ماه پس از انتخاب زمین و نمونه برداری ازخاک، عملیات آماده سازی زمین انجام شد و تمامی کود های پتاس از منبع سولفات پتاسیم به همراه نیمی از کود نیتروژن ازمنبع اوره بر اساس تیمارهای طرح بصورت خاکی و مابقی کود نیتروژنه در دوسال اول دراواخر اسفند ماه تا اوایل فروردین ماه همزمان با گسترش برگ ودر سال بعد)باردهی(همزمان با گلدهی مصرف شد. کاشت بذردرمهر ماه انجام گردید. میزان بذر مصرفی ۱۵ کیلوگرم بذر در هکتار بود. ابعاد کرت های آزمایش ۴×۳ متر در ۱۲ خط در طرفین ردیفهای ۵۰ سانتی متری کشت گردید فاصله بوته در روی ردیف پس از وجین ۱۰ سانتیمتر بود. در هر سال ۳ بارآبیاری به صورت

نشتی صورت گرفت و مقدار آب مورد نیاز در حدود ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار در سال اندازه گیری شد. در سال سوم (سال آخر) برداشت انجام شد و بر روی ۲۰ بوته، عملکرد دانه و اجزای عملکرد از قبیل تعداد چتر، چترک درچتر، دانه در چترک، ارتفاع بوته تعیین شد. سپس داده ها، توسط نرم افزار MSTAT-C تجزیه آماری و مقایسات میانگین ها بر روی هر یك از صفات با استفاده از آزمون دانکن و در سطح ۱% انجام گردید و نمودارها با استفاده از نرم افزار excel ترسیم شدند.

جدول ۱-خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاك محل آزمایش

بافت	(%)O.C	(%)S.P	(%)T.N.V	pH	EC(dS/m)
لومی سیلیتی	۳۸/۰	۵/۳۱	۲/۱۷	۸	۳۸/۱

(mg/kg)	Cu	Mn	Fe	Zn	K	P
	۹/۰	۳/۵	۸۲/۲	۶/۰	۱۴۶	۶/۱۱

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس این بررسی نشان داد که در طول اجرای آزمایش،اثرات عناصر غذایی نیترون و پتاسیم بر عملکرد دانه ،کاه و برخی اجزای عملکرد زیره سیاه در سطح آماری پنج درصد معنی دار بوده است(جدول ۲).

(Bunium persicum) برعملکرد و برخی اجزاء عملکرد زیره کوهی NK جدول۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیرعناصر غذایی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین تغییرات					
		عملکرد دانه	عملکرد کاه	ارتفاع بوته	تعداد چتر	تعداد چترك	تعداد بذر در چترك
تکرار	۲	*۶۵/۲۴۲۹	*۹۵/۱۹۳۳۹	۴۳/۱۹n.s	۲۶/۴n.s	۷۲/۰n.s	۳۹/۲۵n.s
N	۳	*۷۱/۲۴۳۷	*۱۸/۸۵۱۳۶	*۹۸/۲۶۸	*۰۵/۳۰	*۱۶/۱۵	*۰۸/۷۹
K	۲	*۶۶/۱۱۵۴۸	*۴۳/۱۵۶۱۶۹	۰۵/۲۶n.s	*۰۹/۲۲	۵۱/۰n.s	۵۰/۲۶n.s
NK	۶	*۰۴/۶۷۷۲	*۸۴/۶۶۷۳۹	۴۸/۳۰n.s	*۵۸/۱۱	*۵۵/۸	*۵۷/۴۵
خطا	۱۰						
ضریب تغییرات		۹۱/۱۸	۷۸/۲۳	۹۳/۸	۹۷/۲۴	۷۲/۱۳	۸۷/۱۹

همانطور که جدول ۳ نشان می دهد اثر ساده نیتروژن بر تمامی فاکتورهای مورد مطالعه تنها به سطح اول مصرف نیتروژن پاسخ داده است به طوریکه با مصرف ۴۰ کیلو گرم نیتروژن خالص در هکتار عملکرد دانه به میزان ۶/۱۹% و عملکرد کاه به میزان ۸/۲۶% نسبت به شاهد(بدون مصرف نیتروژن) افزایش یافته است. این در حالی است که در اثر مصرف سطوح بیشتر مقدار نیتروژن پاسخ گیاه منفی بوده است. وگلارز(۲۰۰۶) بیان می کند که مصرف نامتعادل کود نیتروژن بر زیره سیاه باعث کاهش عملکرد در گیاه می گردد و مصرف زیاد آن به گیاه لطمه می زند.

جدول ۳ - اثر مقادیر مختلف نیتروژن برتعداد بذردر چترك، عملکرد دانه، تعداد چتر در بوته، عملکرد کاه، ارتفاع بوته و تعداد چترك در بوته

تیمار	(کیلوگرم در	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد چتر در بوته	تعداد چترك در بوته	تعداد بذر در چترك
N.	b ۹۱/۱۸۶	۹/۳۳۱ bc	a ۹۴/۶۳	a ۸۸۹/۵	a ۱۱/۱۴	a ۹۳/۱۸
N_1	a ۲/۲۳۲	a ۸/۴۴۸	a ۳۹/۶۱	a ۸۳۳/۶	۲۸/۱۳ a	a ۷۷/۱۹
N_2	b ۵/۲۰۴	۴/۲۸۶ c	۶۷/۵۵ b	b ۶۱۱/۴	۸۹/۱۱ b	b ۶۹/۱۵
N_3	a ۵/۲۳۶	۳۷۰ b	۸۹/۵۶ b	b ۹۴۴/۳	۱۳ ab	b ۸۵/۱۵

.در هر ستون تیمارها یی که دارای حداقل یك حرف مشترك می باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند

جدول ۴ اثر ساده پتاسیم را بر عملکرد دانه ، عملکرد کاه و تعداد چتر در بوته را در زیره سیاه نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می گردد اثر پتاسیم بر صفات فوق معنی دار شده است بطوریکه با مصرف ۴۰ کیلو گرم پتاسیم خالص در هکتار عملکرد دانه به میزان ۲/۲۲% و عملکرد کاه را به میزان ۵/۱۴% نسبت به شاهد(بدون مصرف پتاسیم) افزایش داد. همچنین مصرف ۸۰ کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۳۶% و عملکرد کاه را به میزان ۳۵% و تعداد چتر در بوته را به میزان ۳/۲۹% نسبت به شاهد(بدون مصرف پتاسیم) افزایش داد. این نتیجه با بررسی بسیاری از محققین مشابه بوده و اعلام شده که تاثیر ۸۰ کیلو گرم در هکتار پتاسیم خالص در هکتار سبب افزایش عملکرد وبرخی از اجزای عملکرد در زیره کوهی شده است. تحقیقات ناصری(۱۳۸۳) نشان داد اکثر عملکرد زیره سبز در تیمار های کودی مصرف ۵۰ کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار بدست آمد. فاجری و همکاران(۱۹۷۲) در یك خاك شنی لومی در یك آزمایش ۳ ساله اختلاف معنی داری بین عملکرد حاصل از استفاده سطوح مختلف صفر تا ۸۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار در کشت زیره سبز ملاحظه کردند.

جدول ۴ - اثر مقادیر مختلف پتاس برعملکرد دانه، تعداد چتر در بوته وعملکرد کاه

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد چتر در بوته
K.	c ۲۳/۱۶۵	a ۲/۲۹۰	b ۵۰۰/۴
K_1	b ۱/۲۱۲	b ۷/۳۳۹	b ۰۸۳/۵
K_2	a ۲۵۸	b ۹/۴۴۷	a ۳۷۵/۶

.در هر ستون تیمارها یی که دارای حداقل یك حرف مشترك می باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند

اثر متقابل مقادیر مختلف نیتروژن و پتاسیم برعملکرد دانه، عملکرد کاه، تعداد چتر در بوته، تعداد چترك در بوته و تعداد دانه در چترك معنی دار بود (جدول ۵) و بیشترین عملکرد دانه زیره از تیمار سطح دوم نیتروژن و سطح سوم پتاسیم به مقدار ۸/۳۶۰کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

جدول۵- اثر متقابل مقادیر مختلف نیتروژن و پتاسیم برتعداد بذردر چترك، عملکرد دانه، تعداد چتر در بوته، عملکرد کاه و تعداد چترك در بوته

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد چتر در بوته	تعداد چترك در بوته	تعداد بذر در چترك
N.K.	۸/۱۷۲ de	۸/۲۶۴ ef	۵/۵ b	۱۵ a	۳۲/۱۹ abc
N_1K.	۸/۱۰۵ f	۵/۲۷۸ ef	۰/۴ b	۱۲ bcde	۶۰/۱۳ f
N_2K.	۸۷/۱۵۱ e	۵/۳۱۹ def	۶۶/۴ b	۶۷/۱۱ de	۳۰/۱۵ cdef
N_3K.	۴/۲۰۰ de	۹/۲۹۷ def	۸۳/۳ b	۱۳ abcd	۵۵/۱۵ cdef
N.K_1	۵۳/۱۵۰ e	۳/۳۰۳ def	۳۳/۴ b	۵۰/۱۳ abcd	۹۸/۲۰ ab
N_1K_1	۸/۲۲۱ cd	۷/۳۹۸ bcd	۰/۸ a	۸۳/۱۳ abc	۰۳/۲۱ ab
N_2K_1	۲۵۳ bc	۴/۳۲۰ cdef	۱۶/۴ b	۶۷/۱۳ abcd	۰۲/۱۵ def
N_3K_1	۸/۲۱۰ cd	۷/۳۳۶ cde	۸۳/۳ b	۸۳/۱۱ cde	۸۷/۱۷ bcde
N.K_2	۴۳/۱۷۸ de	۶/۴۲۷ bc	۸۳/۷ a	۸۳/۱۳ abc	۰۰/۱۹ abcd
N_1K_2	۸/۳۶۰ a	۲/۶۶۹ a	۵۰/۸ a	۱۴ ab	۱۷/۲۲ a
N_2K_2	۵۸/۱۸۲ de	۳/۲۱۹ f	۰/۵ b	۶۷/۱۳ abcd	۷۵/۱۶ cdef
N_3K_2	۳/۲۸۴ b	۶/۴۷۵ b	۱۶/۴ b	۸۳/۱۰ e	۱۳/۱۴ ef

.در هر ستون تیمارها یی که دارای حداقل یك حرف مشترك می باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند

نتیجه گیری

بطور کلی با توجه به اطلاعات بدست آمده چنین بنظر می رسد زیره سیاه(*Bunium persicum*) از نظر نیاز به عنصر غذایی نیتروژن، به مقادیر زیادی از این عنصر غذایی نیازی ندارد و با حداقل مقدار نیتروژن مصرفی به رشد و نمو مطلوب گیاه و عملکرد مورد انتظار خواهد رسید. این گیاه به مصرف پتاسیم عکس العمل مناسبی نشان داده است و در سطوح بیشتر پتاسیم، عملکرد و برخی از اجزای عملکرد آن افزایش یافته است. مصرف نیتروژن و پتاسیم باعث شد عملکرد دانه به میزان ۴۱% نسبت به شاهد افزایش یابد. تحت شرایط آزمایش مقدار ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ۸۰ کیلوگرم K_2Oدر هکتار جهت زیره کوهی توصیه می گردد.

منابع

۱-امید بیگی ، ر.۱۳۷۶. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی جلد دوم انتشارات طراحان نشر .

۲- باقری، ع . ۱۳۸۳. تعیین میزان بهینه کود نیتروژنه، فاصله ردیف در زراعت زیره سبز در منطقه تنگه ماهور فارس. اولین همایش ملی زیره سبز (مجموعه مقالات)، ایران. سبزوار.

۳- عسکرزاده ، م. ع. و ب. غلامی وع. نگاری. ۱۳۸۴.بررسی عملکرد کمی و کیفی اکوتیپ های زیره کوهی (Bunium persicum) کشور در شرایط آب و هوایی مشهد، همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی، مشهد مقدس.

۴- ناصری، م.۱۳۸۳. بررسی اثر عناصر اصلی غذائی بر عملکرد زیره سبز، پایان نامه فوق لیسانس دانشگاه تربیت مدرس

۴-Fagaria N K, et al. ۱۹۷۲. Effect of Nitrogen, Phosphous and Potassium Fertilization on yield and yield attributing characters of cumin crop (cyminum L, kreuz - kummel), Journal of soil for planting and customers, ۱۳۲ (۱) :۳۰-۳۴.

۵-Weglars, Z.۲۰۰۶.Production of biennial Caraway for seed and Essential oil:(ed) CARAWAY,The Genus Carum. Department of Medicinal Plants, warsaw Agricultuer University, Nowoursynowska ۱۶۶,۰۲-۷۸۷ Warsaw,Poland.

Abstract

An experiment was conducted to Investigating effect of different rates of nitrogen and potash on yield and yield components of cumin (Bunium persicum L.). The experiment was on base of randomized complete block design with three replications in ۱۳۸۹ for ۳ years in Torogh agriculture and natural resources research station. Treatments were ۴ nitrogen levels as(۰,۴۰,۸۰and۱۲۰ kgN/ha), and three potassium levels as(۰, ۴۰ and ۸۰ kg k۲o/ha).Results showed nitrogen application decreased grain yield and yield components, but increased straw yield. The main effect of potassium on grain yield, straw yield and number of umbels per plant, was significant. Interaction of nitrogen and potassium on grain yield, straw yield, number of umbels per plant , was significant. Interaction effects of nitrogen , potassium and application on the grain and straw yield was significant.Under conditions of this experiment Cumin grow with minimum application of nitrogen at desirable level, while respond prope application of potassium.

ارزیابی کارآرایی آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی به کمک فیلتر سیلیس در حذف آنیون همراه شیرابه زباله

ساناز اجل‌لوئیان [۱]، زهره ناظم[۱]، محمد اقتداری [۱]، سید حسن طباطبایی [۲]، پیام نجفی [۲]
کارشناس ارشد علوم خاک، ۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

چکیده
آبیاری با فاضلاب با توجه به مواد غذایی موجود در آن، بطور بالقوه ممکن است منشاء اثرات مفید و مضر بر خاك، گیاه و آب‌های زیرزمینی باشد که نیاز به مدیریت دارد. این تحقیق در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان واقع در شرق اصفهان خاکی با رده‌ی اریدی سولز، بافت خاک لومی انجام گرفت. طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با دو تیمار اصلی (آبیاری قطره‌ایی سطحی و آبیاری قطره‌ایی زیرسطحی) و دو تیمار فرعی شامل منبع آب آبیاری چاه و فاضلاب (حاصل از رقیق‌سازی شیرابه) با شوری ۶ (dS/m) به مدت ۹ ماه انجام گرفت. نمونه‌برداری و آنالیزهای خاک در هر سه ماه یکبار صورت گرفت. نتایج نشان داد که در تمامی موارد با گذشت زمان آبیاری با فاضلاب سبب افزایش معنی‌داری pH، EC، SO_4^{2-}، Cl-، به غیر از HCO_3^- شد. اثر عمق کاربرد فاضلاب و فیلتر سیلیس نشان داد که پارامترهای ذکر شده در خاک زیرسطحی تجمع کمتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، سیلیس، فاضلاب.

مقدمه
کاربرد فاضلاب‌ها در زمین کشاورزی نیاز به مدیریت خاصی بویژه در مناطق خشک که آب کمیاب است می‌باشد (Abu- Zerig, and et al., ۲۰۰۰). سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی موثرترین و کاربردی‌ترین سیستم آبیاری در استفاده مجدد فاضلابها می‌باشد. اما وجود ذرات جامد معلق آلی و غیرآلی در فاضلاب منجر به افزایش ریسک بسته شدن سوراخهای قطره چکانها می‌شود. لذا کاربرد فیلترهای مختلف ضروری بنظر می‌رسد، زیرا مسدود شدن سوراخهای قطره چکانها یکی از مشکلات اساسی در کاربرد و توسعه سیستم آبیاری قطره‌ای به ویژه در مناطقی که از فاضلاب‌هایی با کیفیت پایین استفاده می‌شود، می‌باشد(نجفی و طباطبایی، ۲۰۰۹).

همچنین اگر سیستم‌های آبیاری قطره‌ای درست طراحی و اداره شوند هیچ هرز آب سطحی تولید نمی‌کند. به علاوه می‌توان تمام مزرعه را بدون این که ناحیه کشت نشده را مرطوب کرد، آبیاری نمود. چون می‌توانیم عمق آبیاری تعیین شده را به دقت به زمین بدهیم صرفه جویی در مصرف آب نیز قابل توجه است و از آبشویی املاحی مانند نیترات و کلرات به سمت آبهای زیرزمینی جلوگیری کنیم(علیزاده، ۱۳۸۰). لذا در سیستم SDI این امکان است از آب‌های با شوری نسبتاً بالا استفاده شود, (Oron et al., ۲۰۰۲).

استفاده مداوم از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نیاز برای آبیاری عمق بیشتری از خاك و ذخیره آن را برطرف می‌کند. سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با فشار منفی روشی مناسب برای کشت گیاهان گلخانه‌ای است، خصوصاً در مکان‌هایی که فقدان آب وجود دارد. نشان داد که محتوای رطوبتی لایه‌های زیرسطحی خاک به صورت متناوب در اثر کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی افزایش می‌یابد که این امر سبب دور شدن نمک تجمع یافته در لایه‌های سطحی و در حقیقت در کنار ناحیه ریشه می‌شود. این مزیت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی سبب کاهش تجمع نمک در ناحیه ریشه و در نتیجه منجر به افزایش فعالیت ریشه‌های گیاه و در حقیقت محتوای رطوبتی خاک در ناحیه ریشه می‌شود. در این حال این افزایش رطوبت در حدی نیست که املاح را به سمت آبهای عمقی و آلودگی آنها سوق دهد(Nalliah et al., ۲۰۰۹).

کاربرد روش‌های قطره‌ای و قطره‌ای زیرسطحی در زمینه کنترل حرکت نیترات بسته به وضعیت خاک، آب و شرایط توسعه ریشه گیاهان تحت آبیاری موفق بوده است(نجفی و همکاران، ۱۳۸۵).

از طرف دیگر، گرفتگی منافذ کوچک عبور آب در چکاننده‌ها جدی‌ترین مسئله‌ایست که ممکن است آبیاری قطره‌ای با آن روبرو شود. معمول‌ترین علل گرفتگی، ذرات ماسه و رویش مواد آلی می‌باشند. چون تشخیص یک چکاننده مسدود مشکل و گران است. بهترین طریقه مقابله با گرفتگی صاف کردن آب آبیاری است. گرفتگی در طول زمان می‌تواند به خاطر رسوب مواد شیمیایی، رس و یا تجمع لای در محل عبور آب چکاننده باشد. گرفتگی می‌تواند باعث توزیع نا متناسب آب در طول لوله فرعی شود. اگر چکاننده‌ها برای مدت مدیدی گرفته باشند، قبل از این که کشف و تعمیر گردند، می‌توانند ضرر بزرگی به گیاه برسانند(علیزاده، ۱۳۸۰).

لذا برای افزایش طول عمر سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده از انواع فیلتر ضروری به نظر می‌رسد و اگر فیلتر مورد استفاده از در منطقه به آسانی و ارزان بتوان تهیه کرد، بهترین راه حل ممکنه می‌باشد تا بتوان علاوه بر استفاده از یک منبع آبی نامتعارف در دراز مدت، بتوان یک مرحله تصفیه هم انجام گیرد. این تحقیق نیز به همین منظور در دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

پژوهش در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان واقع در شرق اصفهان (گورت) با اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های خشک به روش کوپن در سال ۱۳۹۱ انجام شد. خاک منطقه بافت لومی می‌باشد(شریفیان‌پور، ۱۳۸۷).

طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای اصلی شامل: تیمار اول، آبیاری قطره‌ای سطحی(S) و تیمار دوم، آبیاری قطره‌ای زیرسطحی که قطره‌چکان‌ها با دبی ۱۰ لیتر در ساعت با دور آبیاری که در عمق ۳۰ سانتی‌متری به همراه فیلتر سیلیس با ۳/۰ دانه‌بندی قرار گرفته‌اند(SS) انجام گرفت. منابع آب آبیاری به عنوان تیمارهای فرعی شامل: تیمار اول، آبیاری با آب چاه مزرعه به عنوان شاهد(N) و تیمار دوم، فاضلاب ساخته شده (حاصل از رقیق‌سازی شیرابه کارخانه کود آلی اصفهان به نسبت ۱:۴) با dS/m ۶ (C) به مدت ۹ ماه در طی سه مرحله نمونه‌گیری هر سه ماه یکبار بود. آنالیزهای خاک طبق روشهای استاندارد انجام گرفت(APHA, ۱۹۹۸). آنالیز آماری با استفاده از نرم افزارSAS توسط آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

در این تحقیق از شیرابه کارخانه کود آلی اصفهان با خصوصیات ارایه شده در جدول- ۱ به منظور ساخت فاضلاب به عنوان تیمار دوم منبع آب آبیاری، با درجه رقیق‌سازی ۱:۴ با آب چاه استفاده گردید.

جدول ۱ - میانگین غلظت برخی از عناصر اندازه‌گیری شده در شیرابه مورد استفاده برای ساخت فاضلاب

عناصر	نیتروژن	فسفر	کلسیم	منیزیم	پتاسیم	سدیم	کلر	بیکربنات	سولفات
غلظت	۶۲	۱۳۵	۱۶۸۰	۸/۳۸۸	۱۶۳۴	۵/۱۹۰۳	۷۰۳۶	۴۸۷	۳۱۸۷

خاک مزرعه دارای بافت لومی، پ-هاش ۹/۷، هدایت الکتریکی ۹۱/۸ در لایه سطحی (۰-۳۰ سانتی متری) و ۷۸/۷ دسی‌زیمنس بر متر در لایه زیر سطحی بود. همچنین خاک دارای میانگین ماده آلی بین ۲/۰- ۱۳/۰ درصد بود.

در این تحقیق با مصرف فاضلاب در خاک pH خاک کاهش یافت. البته با گذشت زمان شوری خاک به طور معنی‌دار افزایش و pH خاک کاهش یافت. روند تغییرات کاهش pH در خاک زیرسطحی بیشتر از خاک سطحی مشاهده شد.

شوری در خاک سطحی از متوسط dS/m ۹/۸ به dS/m ۹۶/۱۱ (تقریبا دو برابر) و در خاک زیرسطحی از متوسط dS/m ۸/۷ به dS/m ۸۹/۱۰ (تقریبا ۵/۱ برابر) افزایش نشان داد(معنی‌دار در سطح احتمال ۱%) که با نتایج سیاری و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت داشت. همچنین میزان شوری کمتر لایه زیرسطحی بیانگر توانایی فیلتر سیلیس در کاهش املاح همراه فاضلاب بود که با نتایج نصراصفهانی(۱۳۸۶) مطابقت داشت.

حسین‌پور و همکاران (۱۳۸۶) خاطر نشان کردند که با توجه به اینکه شوری پساب و فاضلاب تقریبا دو برابر شوری خاک می‌باشد، نظر می‌رسد با افزایش کاربرد فاضلاب، بدلیل تجمع مواد آلی شناور و جامد در سطح خاک و نبود فرصت کافی برای تجزیه آن‌ها، نفوذ فاضلاب به عمق کاهش یافته است که به موجب آن شرایط برای تجمع نمک در سطح خاک فراهم گردیده است. در این شرایط روند افزایشی آنیون‌هایی مانند کلرات، بی‌کربنات و سولفات به علت عدم جذب سطحی و حرکت به سمت پایین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف عمق کاربرد فاضلاب نشان می‌دهد که در تیمار فاضلاب غلظت آنیون‌های بی‌کربنات، کلر و سولفات خاک با آبیاری نمودن با فاضلاب، متناسب با مقدار فاضلاب، افزایش یافته است(جدول-۲).

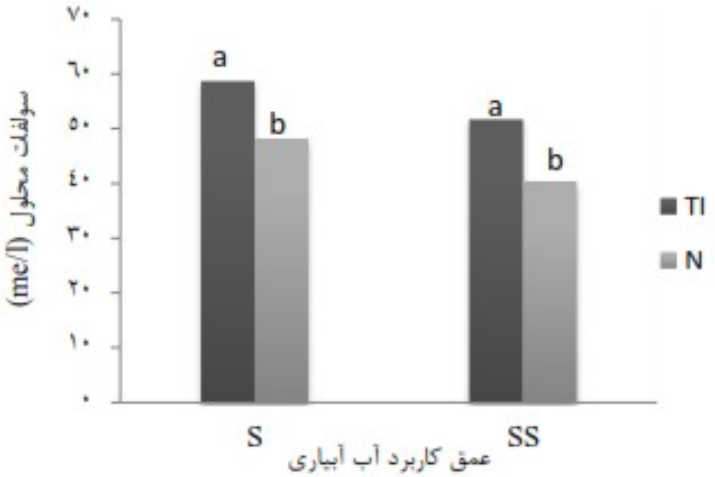
جدول (۲)- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر آنیون‌های محلول خاک

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-
مدل	۱۷	۶۰۷۱/۱**	۱۳۹۷/۲۹۱**	۰۳۸/۲۶۴**
زمان	۲	۶۷۷۷/۱**	۶۸۹/۹۲**	۷۷/۱۱۲**
عمق	۱	ns۰۰۸۹/۰	۳۳۰/۶۵۶**	۲۱/۳۶۴**
آبیاری	۲	۷۱۸۰/۲**	۳۸۴/۱۸۸۷**	۹۶/۱۷۶۰**
زمان×عمق	۲	۰۶۲۱/۰**	۶۸۶۸/۱۳**	۷۴۹۸/۱۳**
زمان× ابیاری	۴	۲۰۴۴/۰**	۰۴۲۶/۹**	۶۶۱۸/۲۲**
عمق× آبیاری	۲	۱۸۵۱/۸**	۸۵۶۴/۸۴**	۶۹۷۹/۶۹**
زمان×عمق×ابیاری	۴	۳۰۳۹/۰**	۹۱۱/۱۴**	۸۵۹/۲۹**
خطا	۳۶	۰۰۰۳۲۲/۰	۰۰۰۷۸۵/۰	۰۰۱۵۷۸/۰

مقدار افزایش یون بی‌کربنات در لایه زیرسطحی به دلیل نفوذ عمقی فاضلاب و آبشویی بی‌کربنات از لایه سطحی به خاطر بار منفی و جذب کمتر توسط کلوییدهای خاک نسبت به کاتیونهای همراه فاضلاب بود. روند تغییرات یون بی‌کربنات در زمان‌های

مختلف کاملاً یکسان و در دو عمق سطحی و زیرسطحی اختلاف معنی‌داری نداشت. ولی تیمارهای مختلف آبیاری افزایش معنی‌دار یون بی‌کربنات را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. همچنین غلظت سولفات محلول در خاک سطحی بیشتر بدست آمد (معنی‌دار در سطح احتمال ۱%) که شاید دلیل کمتر بودن پ-هاش در خاک سطحی از خاک زیرسطحی همین امر باشد.

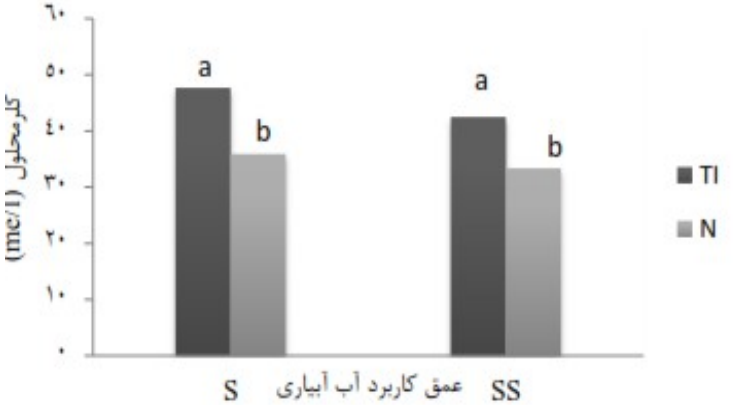
غلظت سولفات محلول در خاک سطحی بیشتر و برابر ۶۵/۵۸ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و خاک زیرسطحی ۶۸/۵۱ میلی‌اکی‌والان بر لیتر بدست آمد(معنی‌دار در سطح احتمال ۱%) که شاید دلیل کمتر بودن پ-هاش در خاک سطحی از خاک زیرسطحی همین امر باشد. همچنین سولفات نیز مانند آنیون بی‌کربنات با نفوذ عمقی فاضلاب در لایه‌های زیرین خاک تجمع بیشتری پیدا کرد(شکل-۱).



شکل ۱- اثر فاضلاب در عمق‌های کاربرد بر سولفات محلول خاک

اثر فاضلاب بر یون کلر در دو عمق سطحی و زیرسطحی اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت، طوری که غلظت این یون در سطح خاک ۶۳/۴۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و در خاک زیرسطحی ۴۴/۴۲ میلی اکی‌والان بر لیتر بود(شکل-۲). افزایش بیشتر غلظت بیشتر کلراید در لایه سطحی نسبت به لایه‌های خاک زیرین، اطراف قطره چکانها با نتایج نصراصفهانی(۱۳۸۶) مطابقت داشت. ایشان دلیل این امر را آبشویی کمتر سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی، توزیع آبدهی کمتر قطره چکانهای سطحی نسبت به زیرسطحی، پدیده تبخیر از لایه‌های رویین خاک ودر نتیجه تجمع بیشتر سولفات دانست. چرا که حرکت املاح در خاک بستگی به نوع املاح دارد چرا که قابلیت تحرک یون کلراید بیشتر از سولفات است.

رز و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند در شرایط آبشویی متناوب به دلیل کاربرد آب در طی چند مرحله، در طول دوره استراحت (فاصله زمانی بین دوره‌های کاربرد آب) بر اثر فرایند پخشیدگی نمک‌های منافذ کوچک به داخل منافذ بزرگ منتقل و در طی دوره‌های بعدی کاربرد آب شسته می‌شوند که به موجب آن انتقال نمک‌ها به عمق خاک افزایش می‌یابد..



شکل ۲- اثر فاضلاب در عمق‌های کاربرد بر کلر محلول خاک

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد آبیاری با پساب بدلیل املاح همراه با این نوع آب، توزیع شوری در پروفیل خاك را دستخوش تغییر می‌کند اما با اختلاط ۷۵ درصد آب تازه با پساب این تغییرات کاهش می‌یابد و می‌تواند به عنوان بهترین گزینه پیشنهادی از لحاظ کیفیت آب آبیاری باشد. همچنین به کارگیری روش آبیاری قطره ای زیرسطحی فیلتر سیلیس همراه به علت شرایط توزیع آب موجب ارتقاء و بهبود عملکرد شبکه می‌گردد. در این روش، ریسك به حداقل رسیده و از طرف دیگر، کشاورز با توجه به احتیاج آب واقعی خود اقدام به آبیاری می‌نماید و در نتیجه عملکرد سیستم در شبکه بهبود می‌یابد.

منابع

حسین‌پور ا.، حق‌نیا غ.ح.، علیزاده ا. و فتوت ا. ۱۳۸۶. تاثیر آبیاری با فاضلاب خام و پساب شهری بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک در اعماق مختلف در دو شرایط غرقاب پیوسته و متناوب. مجله آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۱(۲): ۷۳-۸۵.

سیاری ن.، قهرمان ب. و داوری ک. ۱۳۸۴. بررسی توزیع شوری خاک تحت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) در باغات پسته. دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب وخاک. صفحه ۱۶۴۹-۱۶۶۲.

علیزاده ا. ۱۳۸۰. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای، چاپ دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۵۰ صفحه.

نجفی پ.، طباطبائی س. ح.، امینی ح. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر آبیاری با فاضلاب کارخانه قند اصفهان بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، دانشکده کشاورزی، طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان، صفحه ۵۴.

نصراصفهانی ش. ۱۳۸۶. بررسی اثر تزریق فاضلاب دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان بر روی برخی از خصوصیات خاک آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

Abou-Hadid A. F., Amin M. ۱۹۹۸. The effect of available water content and other physical and chemical properties of soil substractes on germination of cucumber. Acta Hor. ۴۶۹: ۲۴۵- ۲۵۲.

APHA. ۱۹۹۵. Standard method for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington, D.C., PP. ۱۵۶۶.

Najafi P., Tabatabaei S.H. ۲۰۰۹. Application of sand and geotextile envelope in subsurface drip irrigation. ICPTT, pp:۱-۶.

Nalliah V., Sri Ranjan R., Kahimba F.C. ۲۰۰۹. Evaluation of a plant-controlled subsurface drip irrigation system. Biosystems engineering, ۱۰۲: ۳۱۳-۳۲۰.

Or D., Coelho F.E. ۲۰۰۲. Soil water dynamics under drip irrigation transient flow and uptake models.Tran saction of ASAE Journal. ۳۹: ۲۰۱۷-۲۰۲۵.

Abstract

Irrigation with wastewater due to nutrients in its composition caused to effect on soil, plant, and groundwater. So it is more necessary to management irrigation methods. This research was done in Islamic Azad university (Khorasgan branch)'s filed that is located in East of Isfahan, Iran. Soil is classified Aridisols with loamy texture. An experiment plan (Factorial plan) with ۲ main treatments (SDI and DI methods), two sub-treatments (irrigation with field water and wastewater of Khorsgan university with EC ۶ dS/m) in ۴ replications that irrigated by ۹ months. All analyses were done at beginning and end of experiment by APHA methods every three months. The results show that irrigation with mixed water by passing time caused to increase pH, EC, SO_4^{2-}, Cl^- except of HCO_3^- concentration in soil media. The Silica filter application and deep of irrigation with wastewater caused to decrease of anions from wastewater.

بررسی وضعیت خاک فضای سبز پارک های ساحلی شهر اهواز از نظر برخی عناصر میکرو و عناصرسنگین

زینب سعیداوی [۱]، بیژن خلیلی مقدم [۱]، محسن باقری [۲]، نفیسه رنگ زن [۱]
۱- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۲- شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان

چکیده
هدف از این پژوهش، بررسی وضعیت خاک فضای سبز پارک های ساحلی شهر اهواز از نظر برخی عناصر میکرو و عناصرسنگین می باشد. بدین منظور ۱۰۰ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری برداشته شد و عناصر آهن، روی، مس، منگنز، سرب و کادمیوم با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شدند. نتایج حاصله نشان داد که در این خاک ها مقدار آهن و مس دارای وضعیت متوسط هستند. اما از لحاظ منگز بین متوسط تا زیاد می باشند. روی در خاک پارک ساحلی غربی به شدت کم است، اما در خاک پارک ساحلی شرقی میزان متوسطی را دارا می باشد. عناصر سنگین سرب و کادمیوم نیز در خاکهای مورد مطالعه کمتر از حد مجاز آلایندگی تشخیص داده شده اند.

واژه های کلیدی: عناصرمیکرو، عناصرسنگین، پارک های ساحلی اهواز

مقدمه
تهیه بستر مناسب برای رشد گیاه به طوریکه بتواند شرایط لازم برای استقرار و توسعه ریشه گیاه را فراهم کند یکی از اصول مهم کشاورزی است. این امر در مورد گیاهان چند ساله از جمله درختان، که ریشه دهی عمیق دارند و پس از کاشت، عملیات اصلاحی اندکی برای بهبود شرایط خاك آنها قابل اجراست، اهمیت ویژه می‌یابد. در واقع رشد و سلامت درختان تا حد زیادی به توانایی آنها جهت گسترش سیستم ریشه ای وسیع که بتواند آب و مواد غذایی را از خاك جذب کند ارتباط دارد (هیبرد،۱۳۷۴). برای آنکه خاك محیط سالمی برای رشد ریشه باشد باید نیازهای گیاه را برآورده کند و محدودیتی برای زندگی آن نداشته باشد. نیازهایی که گیاه باید از خاك تأمین کند عبارتند از آب، عناصر غذایی، اکسیژن برای تنفس ریشه و حمایت مکانیکی ریشه ها می باشد (سالاردینی، ۱۳۷۴). خاك همچنین نبایستی حاوی عوامل محدود کننده رشد ریشه مانند غلظت زیاد املاح محلول و فلزات سمی باشد (انتظاری و همکاران،۱۳۸۶). عناصر غذایی کم‌مصرف شامل آهن، روی، منگنز، مس، بور، مولیبدن و کلر می‌باشند حد بحرانی این عناصر در جدول ۱ نشان داده شده است (فرزانه،۱۳۸۷). معمولا فلزات سنگین به عنوان فلزاتی با وزن مخصوص بیشتر از ۵/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب و دارای خصوصیات فلزی تعریف می شوند. این خصوصیات شامل هدایت، رسانایی، پایداری یون ها و شناسایی لیگاند می باشند. فلزات سنگین آلاینده معمولا کادمیوم، مس، جیوه، سرب، و روی هستند. آلودگی این عناصر در خاک می تواند نتیجه فعالیت های صنعتی مانند استخراج معادن، ذوب و آبکاری فلزات، احتراق گازها، تولید سوخت و انرژی، استفاده از آفت کش ها و کودهای شیمیایی و تولید ضایعات شهری باشد (هودجی و جلالیان،۱۳۸۳). منبع اصلی آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین ناشی از احتراق سوخت های فسیلی، صنایع ذوب فلز، ضایعات شهری، زهکش های صنعتی، کودهای شیمیایی و آفت کش ها و لجن فاضلاب عنوان شده است. غلظت بالای فلزات در خاک می تواند برای گیاه سمی باشد. وجود فلزات در سطح خاک علاوه بر اینکه باعث رشد ضعیف گیاه می گردد، می تواند منجر به حرکت فلزات با رواناب و انتقال آن به منابع آب شرب گردد (علیزاده، ۱۳۸۶). محدوده غلظت خاک ها و حد مجاز برای آلاینده های فلزی مهم در جدول ۲ نشان داده شده است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی و تجزیه و تحلیل عناصر ریزمغذی و برخی عناصر سنگین خاک فضای سبز پارک های ساحلی شهر اهواز می باشد.

جدول شماره ۱ حد بحرانی عناصر کم مصرف (ریز مغذی ها)

ردیف	عنصر	مقدار کیفی	اندازه موجود در خاک (mg/kg)
۱	مس DTPA	کم	< ۳/۰
		متوسط	۲/۱-۹/۰
		زیاد	> ۵/۲
۲	آهن DTPA	کم	< ۵
		متوسط	۱۶-۱۱
		زیاد	>۲۵
۳	منگنز DTPA	کم	< ۵
		متوسط	۱۲-۹
		زیاد	> ۳۰

۴	روی DTPA	کم	< ۵/۰
		متوسط	۳-۱/۱
		زیاد	> ۶

جدول شماره ۲ حد مجاز برای آلاینده های فلزی مهم و محدوده غلظت آن ها درخاک

فلز	محدوده غلظت در خاک (میلی گرم بر کیلوگرم)	حد مجاز (میلی گرم بر کیلوگرم)
Pb	۶۹۰۰-۱	۶۰۰
Cd	۳۴۵-۱/۰	۱۰۰
Hg	<۱۸۰۰-۰۱/۰	۲۷۰

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

محدوده مورد مطالعه شامل پارک های ساحلی شهر اهواز می باشد که در موقعیت جغرافیایی ۲۳ ۴۸ ° ۳۹ طول شرقی و ۵۶ ۱۵ ° ۳۱ عرض شمالی و ۱۱ متر ارتفاع متوسط از سطح دریا قرار دارد. بر اساس تقسیم بندی دومارتن اهواز جزء اقلیم خشک و بر اساس تقسیم بندی آمبرژه، در منطقه بیابانی گرم میانی قرار دارد.

روش تحقیق

در این بررسی ۵۰ نمونه از پارک ساحلی غربی و ۵۰ نمونه از پارک ساحلی شرقی در محدوده بین پل طبیعت و پل سلمان فارسی از عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری برداشته و در آزمایشگاه مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت در اینجا به آنالیز عناصر میکرو شامل آهن، روی، مس و منگنز و عناصر سنگین شامل سرب و کادمیوم که با روش DTPA و با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شدند، می پردازیم (جدول ۳). با بهره گیری از نتایج آزمایشگاهی و داده های بدست آمده با وضعیت بحرانی عناصر میکرو در حالت های کم، متوسط و زیاد و حد مجاز برای عناصر سنگین مقایسه انجام گردید.

جدول شماره۳ میانگین عناصر میکرو و سنگین اندازه گیری شده در پارک های ساحلی شهر اهواز

محل نمونه برداری	آهن	روی	مس	منگنز	سرب	کادمیوم
پارک ساحلی غربی	۹.۱۶	۰.۴۵	۱.۱	۱۶.۱۱	۰.۵۷	۰.۰۹۹
پارک ساحلی شرقی	۹.۱۰	۱.۵	۱.۲	۱۸.۳۵	۱.۱۷	۰.۱۲

نتایج و بحث

با مقایسه نتایج حاصل از آزمایشات جدول شماره ۳ و مقدار حد بحرانی عناصر میکرو در خاک جدول شماره ۱ بطور کلی چنین استنباط می شود که :

آهن در محدوده ۱۱-۱۶ ppm در حد متوسط است. در آزمایشات انجام شده، کلیه نمونه های پارک های ساحلی میزان متوسطی را نشان می دهند. میزان روی خاک کمتر از ۵/۰ ppm، حاکی از کمبود شدید و ۳-۱/۱ ppm حاکی از میزان متوسط است که در نمونه های اندازه گیری شده پارک ساحلی غربی بشدت ضعیف و فاقد روی اما نمونه های پارک ساحلی شرقی میزان متوسطی از روی را دارا می باشند. مس در همه نمونه های پارک های ساحلی در محدوده ۹/۰-۲/۱ ppm که حاکی از میزان متوسط مس در این پارک ها میباشد. منگنز در محدوده ۹-۱۲ppm میزان متوسط و ۳۰ ppm> میزان زیاد را نشان می دهد که با توجه به جدول شماره ۳ نمونه های پارک های ساحلی میزانی بین متوسط تا زیاد از منگنز را دارا می باشند.

با مقایسه نتایج حاصل برای عناصر سنگین از جدول شماره ۳ و حد مجاز این آلاینده ها در جدول شماره ۲ استنباط می شود که عناصر سنگین سرب و کادمیوم در خاک پارک های ساحلی اهواز از حد مجاز خیلی کمتر بوده و مشکل و محدودیتی را ایجاد نمیکنند.

منابع

۱- انتظاری، م.، شریعتمداری، ح. و جلالیان، ا. ۱۳۸۶. بهبود وضعیت تغذیه ای تعدادی از درختان فضای سبز شهر اصفهان به روش چالکود. سومین همایش ملی فضای سبز و منظر شهری
۲- سالاردینی، ع.ا.، ۱۳۷۴. حاصلخیزی خاك، انتشارات دانشگاه تهران
۳- علیزاده، آ. ۱۳۸۶. مقایسه تاثیر کلات کننده های آلی، سنتزی و کمپوست در پالایش خاکهای آلوده به خاک به عناصر کادمیوم، سرب و نیکل تحت کشت کلزا. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهید چمران
۴- فرزانه، ح. ۱۳۸۷. بررسی وضعیت خاك فضای سبز شهر سبزوار از نظر عناصر میکرو. سومین همایش ملی فضای سبز و منظر شهری
۵- هودجی، م. و جلالیان، ا. ۱۳۸۳. پراکنش نیکل، منگنز و کادمیوم در خاك و محصولات کشاورزی در منطقه استقرار مجتمع فولاد مبارکه مهران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره سوم
۶- هیبرد، ب.ج.، ۱۳۷۴. جنگلداری شهری، انتشارات پارکها و فضای سبز تهران

Abstract

The objective of this study was to investigate urban soil attributes such as micronutrient and heavy metal contents of riverside parks in Ahvaz city. For this purpose, ۱۰۰ soil samples were collected from ۰-۳۰ and ۳۰-۶۰ cm of soil. Fe, Zn, Cu, Mn, Pb and Cd elements were measured by atomic absorbtion. The results showed that the Fe and Cu content were medium, but the Mn was medium to high in the studied soils,. But Zn in the Western riverside park soil was extremely low, but in Eastern riverside park was moderate. Heavy metals such as Pb and Cd were distinguished less than critical level of contamination in the soils studied.

بررسی سینتیک آزادسازی فسفر در برخی خاک‌های مهم زراعی استان فارس

ابوالفضل آزادی [۱] ، مجید باقر نژاد [۲]
۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز ۲-استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

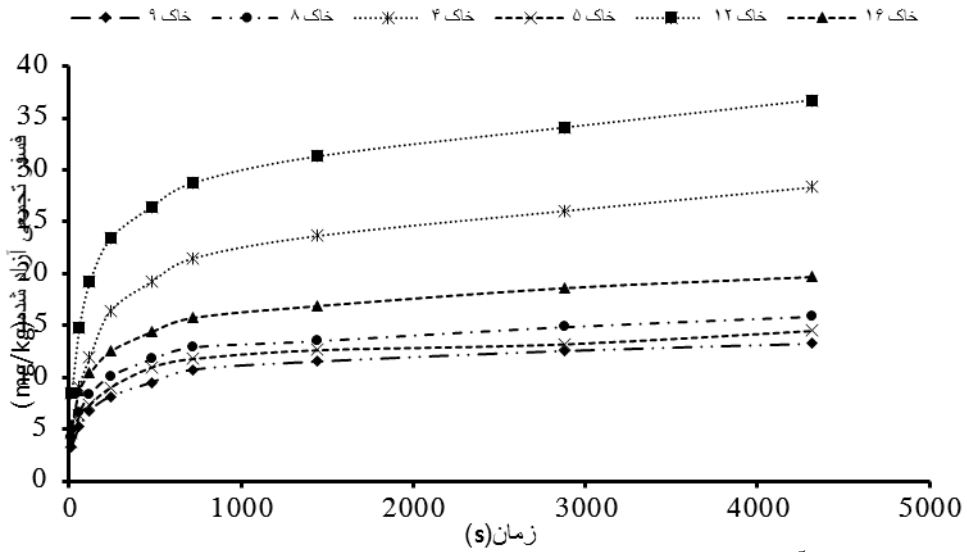
چکیده
در اکثر مناطق دنیا فسفر بعد از نیتروژن مهم ترین عنصر محدود کننده رشد محصولات کشاورزی می باشد. اطلاعات درباره سرعت آزاد شدن فسفر در خاک های استان فارس محدود است. هدف از این تحقیق مطالعه سرعت رهاسازی فسفر در پانزده نمونه از خاک های استان فارس به وسیله عصاره گیری مرحله ای با استفاده از کلرید کلسیم یک صدم مولار در مدت ۷۲ ساعت و همبستگی ثابت های سرعت معادلات سینتیکی با خصوصیات خاک بود. نتایج این پژوهش نشان داد ها سازی فسفر از خاک در ابتدا سریع و سپس به آهستگی ادامه یافت. بعد از گذشت ۷۲ ساعت مقدار فسفر آزاد شده در خاک ها بین ۳/۹ تا ۱/۳۰ میلی گرم در کیلوگرم می باشد. فسفر تجمعی آزاد شده بوسیله شش مدل سینتیکی ارزیابی شد. نتایج تجزیه های آماری نشان داد که رها سازی فسفر توسط معادلات ایلوویچ، تابع توانی و مرتبه اول به خوبی قابل توصیف بود.

مقدمه
فسفر یکی از عناصر مورد نیاز گیاه بوده و بعد از نیتروژن به عنوان محدود کننده‌ترین عنصر در تولید محصولات به شمار می‌رود (Dail et al., ۲۰۰۹). کمبود فسفر در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک، که از کمبود ماده آلی نیز رنج می‌برند، به وفور گزارش شده است (جلالی و رنجبر، ۲۰۱۰ ؛ سمواتی وحسین پور، ۱۳۹۰). غلظت پایین فسفر خاک به علت واکنش‌های قوی فسفات با تعدادی از فازهای جامد آلی و غیر آلی و کند بودن سرعت بسیاری از واکنش‌های آزادسازی فسفر است. از این رو بررسی واکنش‌های جذب و رهاسازی فسفر در خاک در طی زمان برای تعیین تغییرات فسفر قابل استفاده گیاه در خاک دارای اهمیت است. وجود تعادل بین سطوح فسفر خاک برای کشاورزی و سطوح بی‌خطر فسفر برای محیط زیست الزامی می‌باشد. در این راستا شناخت کشاورز از سرعت و ظرفیت رهاسازی فسفر خاک حائز اهمیت است، چرا که نشان دهنده فسفر قابل دسترس گیاه خواهد بود.(الخطیب، ۱۹۸۸). رها سازی فسفر از کلوئیدهای خاک یکی از فرایندهای کنترل کننده جذب فسفر توسط ریشه‌ها و موثر در رشد گیاه می‌باشد. بنابراین مطالعه سینتیک رهاسازی فسفر از خاک وسیله بسیار خوبی برای بررسی وضعیت فسفر می‌باشد. در بررسی رهاسازی فسفر روش‌های گوناگونی مورد استفاده قرار گرفته است که عصاره گیری با بی کربنات در سال ۱۹۵۴ پایه گذاری شد(اولسن و همکاران، ۱۹۵۴). روش عصاره گیری با رزین توسط عامر و همکاران(۱۹۵۵) و اگبنین و همکاران (۲۰۰۱) مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از این روش‌ها چندین مطالعه در سال‌های بعد انجام شد تا این که فریس و همکاران(۱۹۹۵) با استفاده از غشاهای دیالیزی لوله ای آغشته به اکسید آهن فریک و اکسید آبدار فری هیدرات به عنوان مخزن جاذب فسفر با قدرت جذب نامحدود استفاده نمودند. روش عصاره گیری با کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار نیز توسط یونسی و همکاران(۱۳۸۶)،جعفری و همکاران (۱۳۸۷)، شریعتمداری و همکاران(۲۰۰۶)، جلالی(۲۰۱۳)در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. در این پژوهش نیز سینتیک واجذبی فسفر و تغییرات پارامترهای معادلات سینتیکی در خاک های مورد مطالعه بررسی گردید.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در ۱۵ نمونه از خاک های استان فارس انجام شد. نمونه‌ها از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری برداشت شد که پس از انتقال به آزمایشگاه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ها بر طبق روش های معمول آزمایشگاهی تعیین کرد. مطالعه سرعت آزاد سازی فسفر به روش عصاره گیری متوالی با کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار انجام شد. جهت بررسی سرعت رهاسازی فسفر مقدار ۵/۲ گرم از شانزده نمونه خاک توزین و به داخل یک ظرف پلی اتیلن ۱۰۰ میلی لیتری منتقل گردید و با ۱۰۰ میکروگرم فسفر در یک گرم خاک به شکل KH_2PO_4 تیمار شد، بدین صورت که مقدار پنج میلی لیتر از محلول پنجاه میلی گرم فسفر در لیتر به هر نمونه اضافه شد و در دمای حدود ۲۰ درجه سانتیگراد در شرایط ظرفیت مزرعه به مدت یک ماه نگهداری شد. آزمایش مذکور در دو تکرار انجام شد. پس از گذشت حدود یک ماه ۴۰ میلی لیتر محلول ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم و چند قطره تولوئن برای جلوگیری از رشد میکرو ارگانیسم‌ها به هر نمونه اضافه شد. سپس نمونه‌ها در دوره‌های زمانی متفاوت ۲۵/۰ تا ۷۲(و در فواصل زمانی ۲۵/۰، ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲) ساعت با یک تکان دهنده الکتریکی تکان داده شدند و سپس تعلیق در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و در هر مرحله محلول رویی عصاره گیری شد و مجددا ۴۰ میلی لیتر دیگر محلول تازه عصاره گیر به نمونه اضافه شده و طی ۹ مرتبه عصاره‌گیری خاک در مدت زمان ۷۲ ساعت انجام شد، تا جایی که غلظت فسفر در عصاره به مقدار ثابتی برسد. مقدار فسفر موجود در نمونه‌ها به روش مورفی و ریلی(۱۹۶۲) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین گردید. آزاد سازی فسفر با زمان با استفاده از معادله های مختلف سینتیکی مورد بررسی قرار گرفت. داده های حاصل از مطالعات سینتیکی در هر خاک یا برخی از معادله ها مطابقت دارد و در هر خاک مدلی که بتواند به بهترین شکل آزاد سازی پتاسیم را توصیف کند انتخاب می گردد. در بین مدل های مختلف، مدلی که بیشترین ضریب همبستگی(R۲) و کمترین خطای استاندارد(SE) را داشته باشد به عنوان مدل برتر انتخاب می گردد.

نتایج و بحث

روند رها سازی پتاسیم غیر تبادلی با زمان در شکل ۱ نشان داده شده است، در تمامی خاکها در مراحل اولیه، سرعت آزاد شدن پتاسیم زیاد و سپس به تدریج با زمان کاهش می یابد. ایونس و ژورینـاک واجذبی سریع، متوسط و آهسته فسفر را به ترتیب به واکنش‌های انحلال فسفات‌های کلسیم ناپایدار و تبدیل به هیدروکسی آپاتیت، واجذبی فسفر از کانی‌های رسی و کربنات‌ها و نهایتاً انحلال هیدروکسی آپاتیت نسبت می‌دهند(ایوانس و ژورینـاک، ۱۹۷۶). بیشترین و کمترین آزادسازی فسفر به ترتیب مربوط به خاک شماره ۱۵(ورتی سولز) و خاک شماره ۹ (اریدیسولز) می‌باشد. به نظر می رسد که تفاوت در مقدار فسفر آزاد شده در مناطق مورد مطالعه بدلیل تفاوت در نوع و مقدار رس، آهک و ماده آلی در این خاک‌ها می‌باشد. و خاک راسته ورتی سولز بدلیل داشتن کانی اسمکتیت بیشتر نسبت به سایر راسته های مورد مطالعه مقدار آزاد سازی بیشتری را داشته است. مقدارکانی‌های رسی انبساط پذیر و غیر انبساط پذیر تأثیر متفاوتی بر سرعت واجذبی فسفر دارند. وجود کانی‌های انبساط پذیر به دلیل تغییر در اندازه خاکدانه و شکستن آن‌ها بر اثر مرطوب شدن خاک و از طرفی گروه‌های عاملی سطحی کمتر، الگوی واجذبی فسفر با زمان را تحت تأثیر قرار داده و سرعت آزاد شدن فسفر را افزایش می‌دهند(اسپارکس،۱۹۹۸و ۱۹۸۹). مقادیر ضریب تبیین برای کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار در معادلات مرتبه صفر از ۸۴۷/۰-۶۲۳/۰ (میانگین ۶۹۱/۰)، در معادلات مرتبه اول از ۹۹۰/۰-۷۸۰/۰ (میانگین ۹۱۸/۰)، در معادلات ایلوویچ از ۹۹۸/۰-۹۹۸/۰ (میانگین ۹۸۷/۰)، در معادلات پخشیدگی پارابولیک از ۹۷۲/۰-۸۲۱/۰ (میانگین ۸۷۰/۰) و در معادلات تابع توانی از ۹۹۶/۰-۹۳۹/۰ (میانگین ۹۶۱/۰) متغیر می‌باشد. از بین معادلات سینتیکی مورد مطالعه، معادله ایلوویچ و تابع توانی و مرتبه اول به ترتیب بعلت بالا بودن ضریب تشخیص و پایین بودن خطای استاندارد برآورد، به عنوان بهترین معادله در تشریح روابط بین آزاد شدن فسفر و زمان در خاک‌های مورد مطالعه انتخاب شدند. درنهایت نتایج نشان داد که در حضور کلرید کلسیم معادلات ایلوویچ، تابع توانی و مرتبه اول جهت توصیف فرآیند آزادسازی فسفر در خاک‌های مورد مطالعه مناسب می‌باشند و نسبت به بقیه معادلات تناسب بیشتری دارند. در بررسی که شریعتمداری و همکاران(۲۰۰۶) در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک انجام دادند گزارش کردند که داده‌های سینتیکی آزاد شدن فسفر توسط معادله الوویچ ساده شده بهتر توضیح داده شدند و پس از آن معادلات تابع توان، انتشار پارابولیک و مرتبه اول با داده‌های آزادشدن فسفر وابسته به زمان برازش داده شده بودند. ثابت b، ۱/ و K۱ که شاخصی از آهنگ آزادسازی فسفر در معادلات ایلوویچ، توانی و مرتبه اول می‌باشد، چون این معادلات همبستگی بیشتری را با سینتیک آزادسازی فسفر نشان می‌دهند حایز اهمیت است. میانگین مقادیر ثابت ۱/ در معادله ایلوویچ برای خاک‌های مورد مطالعه با عصاره گیر کلرید کلسیم ۶۷۷/۳، در معادله توانی ۲۵۵/۰ و در مرتبه اول ۵۲۷/۲ میلی گرم بر کیلوگرم در ساعت می‌باشد. و همچنین مقدار پارامتر a (عرض از مبدا معادله) که نشان دهنده آهنگ اولیه آزاد سازی فسفر بوده و می‌تواند به عنوان مقدار فسفر اولیه قابل استفاده برای گیاه در نظر گرفته شود در معادله ایلوویچ(c) برای خاک‌های مورد مطالعه با عصاره گیر کلرید کلسیم ۴۸۶/۵- و در معادله توانی(f) برابر ۸۲۴/۳ و برای معادله مرتبه اول ۰۰۶/۰ میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد. همچنین بیشترین و کمترین ضریب آزادسازی معادلات ایلوویچ و مرتبه اول نیز به ترتیب مربوط به این خاک‌ها می‌باشد.



شکل ۱: مقادیر تجمعی فسفر آزاد شده نسبت به زمان با عصاره‌گیر کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار در مدت زمان ۵۰۰۰ ثانیه

منابع

سمواتی، م.و حسین‌پور، ع.، ۱۳۹۰ . اجزای مختلف فسفر معدنی و قابلیت فراهمی آن در تعدادی از خاکهای استان. همدان. مجله علوم و فنون کشاورزی، علوم آب و خاک. صفحه های ۱۲۷ تا ۱۳۷.

یونسی، ن.، م. کلباسی. و ح. شریعتمداری. ۱۳۸۶ تأثیر تجمعی و باقیمانده کودهای آلی بر پارامترهای سینتیکی رهاسازی فسفر. خلاصه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. کرج، ایران. صفحه ۱۴۸۲.

Agbenin, J. O., and B. van Raij. ۲۰۰۱. Kinetics and energetics of phosphate release from tropical soils determined by ion-exchange resins. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۵:۱۱۰۸-۱۱۱۴.

Amer, F. D., D. R. Bouldin., C. A. Black., and F. R. Duke. ۱۹۵۵. Characterization of soil phosphorus by anion exchange resin adsorption and ۳۲P equilibration. Plant. Soil. ۶:۳۹۱-۴۰۸.

Freese, D., R. Lookman,. R. Merckx, and W.H Van Riemsdijk, ۱۹۹۵. New method for assessment of long-term phosphate desorption from soils. Soil Sci. Soc. Am. J., ۵۹: ۱۲۹۵-۱۳۰۰.

Jalali M and Ranjbar F, ۲۰۱۰. Aging effect on phosphorus transformation rate and fractionation in some calcareous soils. Geoderma ۱۵۵:۱۰۱-۱۰۶.

Dail HW, He Z, Erich SM and Honeycutt C, ۲۰۰۹. Soil phosphorus dynamics in response to poultry manure amendment. Soil Science ۱۷۴:۱۹۵-۲۰۱.

Elkhatib, E.A., J.L. Hern. ۱۹۸۸. Kinetics of phosphorus desorption from Appalachian soils. Soil Sci ۱۴۵:۲۲۲-۲۲۹.

Evans, R. L., and J. J. Jurinak. ۱۹۷۶. Kinetics of phosphorus release from a desert soil. Soil Sci. ۱۲۱: ۲۰۵-۲۱۱.

Murphy, J. and J. P. Riley. ۱۹۶۲. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta. ۲۷: ۳۱-۳۶.

Olsen,S.R., C.V. Cole., F.S. Watanabe., and L.A. Dean. ۱۹۵۴. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular ۹۳۹:۱-۱۹. Gov. Printing Office Washington D.C.

Shariatmadari, H., M. Shirvani., and A. Jafari. ۲۰۰۶. Phosphorus release kinetics and availability in calcareous soils of selected arid and semiarid toposequences. Geoderma ۱۳۲:۲۶۱-۲۷۲.

Sparks, D. L. ۱۹۸۹. Kinetics of Soil Chemical Processes. Academic Press, San Diego, CA.

Sparks, D. L. ۱۹۹۸. Kinetics of sorption/release processes on natural surfaces. In: P. M. huang, N. Senesi and J.Buffle (Ed.), Structure and Surface of Soil Particles. Vol ۴. John Wiley and Sons, New York, NY.

Abstract

Phosphorus after nitrogen limits agricultural production in most region of the world. Information about P release rate is limited in Fars soils. The aim of this investigation was to study P release in ۱۵ soils from Fars province by successive extraction with ۰.۰۱ M CaCl۲ over a period of ۷۲ h and the correlation of P release characteristics with soil properties indices. The results showed that soil P release began with a fast initial reaction, followed by a slow secondary reaction until ۷۲ h. The amounts of soil P released after ۷۲ h ranged from ۹.۳ to ۳۰.۱ mg kg^{-1}. The cumulative P release was evaluated by six kinetics equations. Statistical analysis showed that phosphorus release kinetics were described by Elovich, power function and first order equations.

مقایسه غلظت عناصر N، P و K برگ سورگوم دانه‌ای و Kochia indica تحت تاثیر شوری و تراکم Kochia indica

غلامحسن رنجبر [۱]، حسین غدیری [۲]
۱- عضو هیات علمی مرکز ملی تحقیقات شوری ۲- استاد بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شیراز

چکیده
به منظور مقایسه غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ سورگوم و *Kochia indica*، تحت تاثیر شوری آب آبیاری و تراکم *Kochia indica*، یک آزمایش مزرعه‌ای در مرکز ملی تحقیقات شوری انجام شد. تیمارها شامل سطوح شوری آب آبیاری ۲ (شاهد)، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر و تراکم ۰/۰، ۵/۲، ۳/۳ و ۰/۵ بوته در متر مربع *K. indica* بودند. براساس نتایج تاثیر تراکم *K. indica* بر میزان غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ سورگوم معنی‌دار نبود. غلظت نیتروژن برگ *K. indica* به میزان ۹۴، ۸۰، ۸۱ و ۷۸ درصد و غلظت فسفر برگ *K. indica* به میزان ۱۴، ۸، ۱۲ و ۸ درصد به ترتیب در سطوح شوری ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر از غلظت نیتروژن برگ سورگوم بود. غلظت پتاسیم برگ *K. indica* نیز در حدود ۲/۲، ۲/۱، ۵/۱ و ۶۴/۰ برابر بیشتر از غلظت پتاسیم برگ سورگوم به ترتیب در سطوح شوری ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، رقابت، عناصر غذایی، کوشیا.

مقدمه
در شرایط شور همانند شرایط متعارف تداخل گونه‌های مهاجم در زیست‌بوم‌های زراعی می‌تواند بر توان رقابتی گیاه زراعی برای حصول آب، مواد غذایی و نور تاثیر بگذارد. لذا میزان تحمل به شوری گیاه زراعی و گونه مهاجم می‌تواند تعیین‌کننده میزان رقابت برای این منابع در شرایط شور باشد (Blackshaw et al., ۲۰۰۴). بنابراین لازم است میزان توان رقابتی این گونه‌ها و وسعت دامنه تحمل آنها به شوری مشخص شده، تا بتوان علاوه بر کنترل مناسب آنها میزان توان پراکنش آنها در اکوسیستم های زرعی را پیش بینی نمود.

با توجه به اهمیت این موضوع اطلاعات کمی در مورد توان رقابتی بین گونه‌های مهاجم و گیاهان زراعی در شرایط شور وجود دارد. کیم و همکاران (Kim et al., ۲۰۰۴) با مطالعه توان رقابتی دو گونه مهاجم *Echinochaloa oryzicola* و *Setaria viridis* با برنج زراعی در شرایط شور دریافتند که سرعت رشد نسبی در برنج زراعی در مقایسه با این دو گونه به میزان معنی داری کاهش یافت. در مقایسه با برنج، گونه *S. viridis* دارای سرعت رشد بیشتر، تجمع کمتر سدیم در برگ ها و میزان بیشتر فتوسنتز بود. همچنین این گونه دارای فعالیت بیشتر آنزیم های سوپراکسید دسموتاز، کاتالاز، آسکوربیت پروکسیداز و گلوتانین رداکتاز بود. در مطالعه دیگری مشخص شد اثرات ترکیبی شوری و کمبود آب می‌تواند به شدت بر میزان عملکرد و رشد قیاق تاثیر داشته باشد. اگرچه زمانیکه میزان آب در محیط ریشه کافی باشد، حتی در شوری‌های در حدود ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تولید بیوماس این گیاه می تواند ۵۷ تا ۷۵ درصد تیمار شاهد باشد. بعلاوه قسمت‌های زیرزمینی گیاه می‌تواند بسیار بیشتر از شاخساره شوری را تحمل نماید (Sinha et al., ۱۹۸۶).

لی و همکاران (Lee et al., ۲۰۰۴) با مطالعه ۲۸ گونه *Paspalum sp*. و ۴ گونه برموداگراس در شرایط شور و بدون خاک گزارش کردند که دامنه وسیعی از تحمل به شوری از نظر میزان رشد در بین این گونه‌ها وجود دارد. همچنین گونه های متحمل به شوری تورف گراس این قابلیت را دارند که اثرات شوری را با تغییر در ساختارهای مرفولوژیکی و کارکردهای فیزیولوژیک خود (Alshammary et al., ۲۰۰۴) شامل گسترش سیستم ریشه و نگهداری نمک در واکوئل خود و تولید گره‌های نمکی در سطح برگ (Sinha et al., ۱۹۸۶) تحمل نمایند.

گونه‌های کوشیا معمولا یکساله، پهن برگ و مخصوص نواحی گرم می‌باشند که توسط بذر تکثیر می‌گردند (Friesen et al., ۲۰۰۹). این گونه‌ها بخاطر داشتن برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و زراعی می‌توانند به میزان قابل توجهی پتانسیل‌های پایین آب را تحمل نماید. یک تک بوته کوشیا (*Kochia scoparia*) قادر به تولید بیش از ۱۴۰۰۰ بذر می‌باشد. بنابراین با توجه به این ویژگی می‌تواند دامنه وسیعی از اراضی کشاورزی را آلوده و با گیاهان زراعی تابستانه‌ای مانند سورگوم بر سر منابع مورد نیاز رقابت کند (Schwinghamer and Van Acker, ۲۰۰۹). یکی از گونه‌های معروف کوشیا، *Kochia indica* می‌باشد. این گونه برای اولین بار از طریق کشور امارات متحده عربی به منظور تهیه علوفه وارد کشور شد. به دلیل گسترش این گیاه در اراضی کشاورزی بسیاری از مناطق یزد، در حال حاضر به عنوان یک علف هرز که پتانسیل کاهش عملکرد گیاهان زراعی را دارد، محسوب می‌گردد. هدف از این مطالعه مقایسه غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ سورگوم و *K. indica* تحت تاثیر شوری آب آبیاری و تراکم بوته *K. indica* بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش مزرعه‌ای در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی شوری صدوق وابسته به مرکز ملی تحقیقات شوری یزد انجام گرفت. خاک مزرعه لوم شنی و متوسط دمای بیشینه و کمینه در طول فصل رشد به ترتیب ۱۰/۳۵ و ۴۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح شوری آب آبیاری شامل ۲ (شاهد)، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به عنوان عامل اصلی و تراکم‌های مختلف Kochia indica، شامل صفر (بدون حضور K. indica)، ۳/۳ ، ۵/۲ و ۰/۵ بوته در متر مربع، به عنوان عامل فرعی بود.

تیمارهای آب شور با مخلوط کردن آب دو چاه طبیعی با هدایت الکتریکی ۲ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر توسط سیستم تعبیه شده در مزرعه تهیه و با سیستم لوله کشی وارد کرت مورد نظر گردید. بذر گیاه سورگوم (رقم سپیده) برروی ردیف‌هایی با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی هر ردیف در اول تیرماه هر سال کاشته شد. برای هر کرت فرعی ۶ ردیف ۷ متری اختصاص داده شد. جهت اطمینان از ایجاد تراکم مناسب K. indica در مزرعه، بذر این گیاه در روی ردیف‌های کاشت پخش گردید.

با توجه به آزمون خاک و نیاز مزرعه به نیتروژن، کود اوره بر مبنای ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در زمان کاشت، ۳۰ روز و ۶۰ روز پس از کاشت به مزرعه اضافه شد. به منظور ایجاد یک تراکم یکنواخت، آبیاری اول و دوم مزرعه با آب غیر شور انجام شد. تیمارهای شوری همزمان با آبیاری سوم و پس از استقرار بوته اعمال گردید. در حین فصل رشد کرت‌ها بر اساس نیاز آبی گیاه آبیاری شدند.

جهت تعیین غلظت نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K) از برگ پرچم سورگوم و جوانترین برگ‌های K. indica در اواسط فصل رشد نمونه تهیه گردید. نمونه تهیه شده پس از قرار دادن در آون به مدت ۴۸ ساعت و در درجه حرارت ۸۰ درجه‌سانتی‌گراد خشک و در آسیاب خرد گردید. غلظت پتاسیم بوسیله دستگاه فلیم فتومیتر (Flame Photometere) قرائت شد. میزان فسفر نیز با استفاده از دستگاه ترمواسپکترونیک (Termospectronic) مدل ۶ Genesys اندازه گیری شد. نیتروژن برگ نیز بر اساس روش کلدال و به شیوه‌ای که بریم‌نر و مولوانی (Bremner and Mulvaney, ۱۹۸۲) شرح داده بود اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح ۵ درصد آماری مقایسه شدند. همچنین مقایسه بین میزان غلظت عناصر در برگ سورگوم و K. indica بر اساس آزمون F-test انجام شد.

نتایج و بحث

تیمارهای شوری آب آبیاری و تراکم کاشت *K. indica* تاثیر معنی‌دار بر میزان نیتروژن برگ سورگوم نداشت (جدول ۱). تاثیر تیمارهای شوری آب آبیاری بر غلظت نیتروژن برگ *K. indica* معنی‌دار نبود، با اینحال تاثیر تراکم *K. indica* بر میزان نیتروژن گیاه معنی‌دار بود (جدول ۲). غلظت نیتروژن گیاه در تراکم‌های ۳/۳ و ۰/۵ بوته در متر مربع به میزان معنی‌داری بیشتر از تراکم ۵/۲ بوته در متر مربع بود. غلظت نیتروژن برگ *K. indica* در تراکم‌های کاشت ۵/۲، ۳/۳ و ۰/۵ بوته در متر مربع به ترتیب ۹/۴۲، ۰/۴۵ و ۱/۴۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک برگ بود. غلظت نیتروژن برگ *K. indica* به میزان معنی‌داری بیشتر از غلظت نیتروژن برگ سورگوم بود (جدول ۳). غلظت نیتروژن برگ *K. indica* به ترتیب به میزان ۹۴، ۸۰، ۸۱ و ۷۸ درصد بیشتر از غلظت نیتروژن برگ سورگوم در تیمارهای آب شور ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بود.

جدول ۱- میانگین مربعات تاثیر شوری آب آبیاری و تراکم Kochia indica بر غلظت عناصر نیتروژن (*N*)، فسفر (*P*) و پتاسیم (*K*) برگ سورگوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	*N*	*P*	*K*
بلوک	۲	۲/۱۰ ns	۳۹/۰ ns	۵۶/۳ ns
شوری	۳	۶/۱۳ ns	۳۹/۰ ns	۳/۱۸ **
بلوک× شوری	۶	۸۱/۴ *	۰۹/۰ ns	۳/۱۰ ns
تراکم	۳	۱۶/۱ ns	۱۴/۰ ns	۴/۱۸ ns
شوری× تراکم	۹	۶۲/۱ ns	۰۹/۰ ns	۲۵/۹ ns
خطا	۲۴	۸۳/۱	۰۹/۰	۱/۱۱

ns، و** به ترتیب معنی‌دار نیست و معنی‌دار در سطح احتمال ۵% و ۱% آماری *.

شوری آب آبیاری و تراکم *K. indica* تاثیر معنی‌دار بر غلظت فسفر برگ سورگوم (جدول ۱) و *K. indica* (جدول ۲) نداشت. با این‌حال غلظت فسفر *K. indica*، ۱۴، ۸، ۱۲ و ۸ درصد به ترتیب در شوری‌های آب آبیاری ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به بیشتر از غلظت فسفر برگ سورگوم بود (جدول ۳).

غلظت پتاسیم برگ سورگوم تحت تاثیر شوری آب آبیاری قرار گرفت (جدول ۱). غلظت پتاسیم برگ سورگوم در تیمارهای آب شور ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب به میزان ۸، ۳۴ و ۱۰۰ درصد بیشتر از شاهد بود (جدول ۳). غلظت پتاسیم برگ سورگوم تحت تاثیر تراکم *K. indica* قرار نگرفت (جدول ۱).

تاثیر تراکم *K. indica* و شوری آب آبیاری بر غلظت پتاسیم برگ *K. indica* معنی‌دار نبود. با این‌حال میزان پتاسیم برگ *K. indica* در تمام سطوح شوری بطور معنی‌دار بیشتر از غلظت پتاسیم برگ سورگوم بود (جدول ۳). غلظت پتاسیم برگ *K. indica* در حدود ۲/۲، ۲/۱، ۵/۱ و ۶۴/۰ برابر بیشتر از غلظت پتاسیم برگ سورگوم به ترتیب در شوری‌های ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بود.

نتایج این آزمایش نشان داد که در سطوح مختلف شوری آب آبیاری غلظت نیتروژن برگ *K. indica* به میزان قابل توجهی بیشتر از سورگوم بود. علی‌رغم اینکه عناصر غذایی بطور مشخص باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌گردند، بسیاری از مطالعات نشان می‌دهند که کاربرد کودهای شیمیایی برای علف‌های هرز در مقایسه با گیاهان زراعی سودمندتر می‌باشد (DiTomaso, ۱۹۹۵). این امر می‌تواند به افزایش توان رقابتی علف‌هرز در مقایسه با گیاه زراعی گردد (Scursoni et al., ۱۹۹۹). به واسطه عمق ریشه زیاد و داشتن ریشه‌های فرعی در گونه‌های کوشیا (فری‌اسن و دیگران، ۲۰۰۹)، به نظر می رسد در مفهوم رقابتی، *K. indica* قادر باشد نیتروژن قابل دسترس خاک را بیشتر جذب کند و با غلبه بر سایه‌انداز سورگوم باعث کاهش عملکرد آن گردد.

جدول ۲- میانگین مربعات تاثیر شوری آب آبیاری و تراکم Kochia indica بر غلظت عناصر نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K) برگ K. indica

منابع تغییرات	درجه آزادی	*N*	*P*	*K*
بلوک	۲	۹/۴۳*	۴۷/۱*	۵۴/۵ ns
شوری	۳	۴۳/۲ ns	۴۸/۰ ns	۲۴/۲ ns
بلوک× شوری	۶	۰۹/۸	۱۵/۰	۸/۲۵
تراکم	۲	۳/۱۸*	۷۱/۰*	۷/۱۴ ns
شوری× تراکم	۶	۷۴/۷ ns	۱۸/۰ ns	۶۸/۲ ns
خطا	۱۶	۹۸/۳	۱۵/۰	۴۲/۴

.معنی‌دار نیست *ns* ،و به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵% و ۱% آماری***

جدول ۳- تاثیر شوری آب آبیاری بر غلظت عناصر نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K) (g kg^{-1}) برگ سورگوم و *Kochia indica*

شوری آب آبیاری (dS m^{-1})	*N*		*P*		*K*	
	سورگوم	K. indica	سورگوم	K. indica	سورگوم	K. indica
۲	۶۵/۲۲	۹/۴۳ ≠	۲۳/۵	۹۵/۵	۳۹/۸	۱۸/۲۷
۶	۹۳/۲۴	۸۰/۴۴	۰۳/۵	۴۵/۵	۱۰/۹	۹۶/۲۷
۱۰	۷۸/۲۴	۷۸/۴۴	۲۵/۵	۸۶/۵	۲۷/۱۱	۳۸/۲۸
۱۴	۵۸/۲۴	۸۸/۴۳	۴۷/۵	۹۰/۵	۹۹/۱۶	۹۳/۲۷
LSD	۱۹/۲	۲۸/۳	۳۰/۰	۴۴/۰	۲۰/۳	۸۶/۵

بر اساس) در هر سطح شوری بطور معنی‌دار بزرگتر از میزان عناصر برگ سورگوم می باشد K. indica میزان عناصر برگ ≠ .(در سطح احتمال کمتر از ۰۵/۰ معنی‌دار است *P* در سطح احتمال کمتر از ۰۱/۰ و برای *N* و *K* برای *F-test*، آزمون

در این آزمایش مشخص شد که در مقایسه با غلظت نیترژن، تفاوت زیادی بین دو گیاه از نظر غلظت فسفر برگ وجود نداشت. بنابراین بر اساس داده‌های مربوط به فسفر می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که میزان جذب فسفر در هر دو گیاه تقریبا مساوی بود. این نشان می‌دهد که نیاز *K. indica* به فسفر مشابه سورگوم می‌باشد. نتایج این آزمایش با مطالعه بلکشاو و همکاران (Blackshaw et al., ۲۰۰۴) که نتیجه گرفتند کوشیا (*K. scoparia*) در مقایسه با دیگر علف‌های هرز فسفر کمتری نسبت به نیتروژن جذب می‌نماید مطابقت دارد.

غلظت پتاسیم برگ سورگوم نیز به مراتب بسیار کمتر از *K. indica* بود. با توجه به اینکه بین تجمع پتاسیم در برخی گیاهان و تحمل به شوری رابطه وجود دارد (Igartua et al., ۱۹۹۵)، به نظر می‌رسد افزایش چند برابری جذب پتاسیم توسط *K. indica* در شرایط شور نسبت به سورگوم نشان می‌دهد که این گیاه رقابت کننده قوی تحت این شرایط می‌باشد.

منابع

Alshammary S.F., Qian Y.L., and Wallner S.J. ۲۰۰۴. Growth response of four turfgrass species to salinity. Agricultural Water Management, ۶۶: ۹۷-۱۱۱.

Blackshaw R.E., Brandt R.N., Janzen H.H. and Entz T. ۲۰۰۴. Weed species response to phosphorus fertilization. Weed Science, ۵۲: ۴۰۶-۴۱۲.

Bremner J.M., and Mulvaney C.S. ۱۹۸۲. Nitrogen-total. Methods of soil analysis. Part ۲. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilan۲), ۵۹۵-۶۲۴.

DiTomaso J.M. ۱۹۹۵. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. Weed Science, ۴۳: ۴۹۱-۴۹۷.

Friesen L.F., Beckie H.J., Warwick S.I. and Van Acker R.C. ۲۰۰۹. The biology of Canadian weeds. ۱۳۸. *Kochia scoparia* (L.) Schrad. Canadian Journal of Plant Science, ۸۹: ۱۴۱-۱۶۷.

Igartua E., Garcia M.P. and Lasa J.M. ۱۹۹۵. Field responses of grain sorghum to a salinity gradient. Field Crops Research, ۴۲: ۱۵-۲۵.

Kim Y., Arihara J., Nakayama T., Nakayama N., Shimada Sh. and Usui K. ۲۰۰۴. Antioxidative responses and their relation to salt tolerance in *Echinochloa oryzicola* Vasing and *Setaria virdis* (L.) Beauv. Plant Growth Regulation, ۴۴: ۸۷-۹۲.

Lee G., Duncan R.R. and Carrow R.N. ۲۰۰۴. Salinity tolerance of *seashore paspalum* ecotypes: shoot growth responses and criteria. HortScience, ۳۹: ۱۱۳۸-۱۱۴۲.

Schwinghamer T.D. and Van Acker R.C. ۲۰۰۹. Emergence timing and persistence of kochia (*Kochia scoparia*). Weed Science, ۵۶: ۳۷-۴۱

Scursoni J., Arnold R.B. and Hirchoren H. ۱۹۹۹. Demography of wild oat (*Avena fatua* L.) in barley crops: effect of crop, crop density and herbicide treatment. Agronomy Journal, ۹۱: ۴۷۸-۴۸۵.

Sinha S., Gupta R. and Rana R.S. ۱۹۸۶. Effect of soil salinity and soil water availability on growth and chemical composition of *Sorghum halepense* L. Plant and Soil. ۹۵: ۴۱۱-۴۱۶.

Abstract

To comparison leaf N, P and K concentrations of sorghum and *Kochia indica* under irrigation water salinity and *K. indica* density, a field experiment was conducted in National Salinity Research Center, Yazd, Iran. Treatments were irrigation water salinity levels; ۲ (control), ۶, ۱۰ and ۱۴ dSm^{-1} and different *K. indica* densities: ۰.۰, ۲.۵, ۳.۳ and ۵.۰ plant m^{-2}. Results showed that *K. indica* had no significant effect on leaf N, P and K concentrations of sorghum. Leaf N concentrations of *K. indica* were ۹۴, ۸۴, ۸۱and ۷۸% and leaf P concentrations of *K. indica* were ۱۴, ۸, ۱۲ and ۸% higher than that of sorghum leaf at ۲, ۶, ۱۰ and ۱۴ dS m^{-1} salinity levels, respectively. Leaf K concentrations of *K. indica* were about ۲.۲, ۱.۲, ۱.۵ and ۰.۶۴ times more than that of sorghum at ۲, ۶, ۱۰ and ۱۴ dS m^{-1} salinity levels, respectively.

حذف فسفر از آب توسط ذرات نانو هیدروکسید آهن تثبیت شده روی زئولیت

آزاده میخک [۱]، اکبر سهرابی [۲]، محمد زمان کسایی [۳]، محمد فیضیان [۲]
۱- دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ۳-دانشیار گروه شیمی آلی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس تهران

چکیده
در برخی مناطق ایران آلودگی منابع آب به یون فسفات مشاهده شده است، که خطرات جدی زیست محیطی را برای انسان و گیاه به دنبال دارد. کودهای فسفره یکی از کودهای پر مصرف می‌باشد که عامل اصلی آلودگی منابع آب به فسفر می‌باشد. استفاده از نانو ذرات آهن روشی مؤثر برای حذف آلاینده های محیط زیست می‌باشد. در این تحقیق از نانو ذرات هیدروکسید آهن و با مکانیسم تبادل یون در حذف یون فسفات استفاده شد. برای رفع مشکل تجمع نانو ذرات از زئولیت به عنوان تثبیت کننده به همراه این نانو ذرات استفاده شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت نانو ذرات و کاهش pH محلول میزان حذف فسفر افزایش یافت.

واژه های کلیدی: نانو ذرات آهن تثبیت شده روی زئولیت، آلودگی، فسفر

مقدمه
فسفر یکی از عناصر ضروری پرنیاز برای رشد بهینه گیاه می‌باشد (AO et al., ۲۰۱۴)، که نقش های کلیدی متعددی در فرایندهای اساسی گیاه دارد (Hirakawa and Segawa., ۱۹۹۹). ولی زیادی فسفات در محیط های آبی همانند نیترات ممکن است باعث رشد غیر عادی جلبک ها و گیاهان آبی شده، کاهش کیفیت آب و تغییر مزه، رنگ آب و کاهش تنوع زیستی را نیز به دنبال دارد. در نهایت باعث ایجاد پدیده اوتروفیکاسیون می‌شود (Barca et al., ۲۰۱۲). برای اینکه اوتروفیکاسیون رخ دهد تنها غلظت ۰۰۵/۰ تا ۰۵/۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر نیاز است (Bennion et al., ۱۹۹۶). حد استاندارد فسفات در آبهای آشامیدنی و هرزآبهای صنعتی به ترتیب ۲/۰ و ۶/۰ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (Chapra, ۱۹۹۷; Park et al., ۱۹۹۷).
فعالیت های کشاورزی مانند استفاده بی رویه از کودهای فسفره، هرز آبهای صنعتی و هوادیدگی کانیها از عمده ترین راه های ورود فسفر به منابع آب و خاک می‌باشند (Taghipour and Jalali, ۲۰۱۵). ولی فعالیت های کشاورزی منبع اصلی این آلودگی می‌باشد (Windolf et al., ۲۰۱۲).
مصرف بیش از حد کودهای فسفره نه تنها بازده محصولات را بالا نمی‌برد بلکه به علت ایجاد اختلال در جذب عناصر غذایی دیگر باعث کاهش جذب برخی ریز مغذی ها شده و تأثیرات منفی در دراز مدت بر کارایی محصولات می‌گذارد (Yang et al., ۲۰۱۵).
با توجه به کشت های فشرده و استفاده بیش از اندازه کودهای دامی و کودهای فسفره در ایران، آلودگی فسفر در منابع آب و خاک در مناطق مختلف ایران گزارش شده است (Jalali., ۲۰۰۹).
تا کنون روش های متعددی برای حذف فسفر از هرز آب ها و آبهای آلوده به کار گرفته شده است. روش های شیمیایی و بیولوژیکی از مهمترین این روش ها می‌باشند. از معایب روش های شیمیایی می توان به گران بودن مواد شیمیایی و پایین بودن کارایی اشاره کرد. سختی فرایند بیولوژیکی و امکان برگشت فسفر به منابع آب از کاستی های روش بیولوژیکی می‌باشد (Zhao, et al., ۲۰۰۹; Bekta, et al., ۲۰۰۴).
به کارگیری نانوتکنولوژی روشی مؤثر در رفع آلاینده های محیط زیستی می‌باشد، که روشی سریع آسان و مقرون به صرفه می‌باشد (Zhang et al., ۲۰۰۳). ذرات نانو آهن صفر ظرفیتی با خصوصیات منحصر به فرد خود نظیر: اندازه بسیار کوچک، سطح ویژه و واکنش پذیری بسیار بالا، ظرفیت بالایی در حذف آلاینده های محیط زیستی از جمله فسفر دارد (Xiong et al., ۲۰۰۸). علی رغم محاسن بالا، ذرات نانو آهن صفر ظرفیتی ماندگاری کمی در حین واکنش دارد (Cumbal et al ۲۰۰۳.,)، در معرض هوا به سرعت اکسید می‌شوند (Nurmi et al., ۲۰۰۵) و در حین واکنش شیمیایی به هم چسبیده، تجمع می‌یابند و سطح مؤثرشان کم می‌شود (Liu et al., ۲۰۰۷).
در تحقیقات اخیر از اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن شامل اکسیدهای هیداراته آهن آمورف، اکسیدهای هیدراته آهن با درجه کریستاله کم (Arai et al., ۲۰۰۱)، گئوتایت (Chitrakar et al., ۲۰۰۶) برای حذف فسفات به دلیل مقرون به صرفه بودن و میل ترکیبی بالای این ترکیبات استفاده شده است.
بکارگیری از جاذب های ترکیبی شامل دو یا بیشتر اکسیدهای فلزی نیز برای حذف فسفات مورد توجه زیادی قرار گرفته است. برای مثال اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و آلومینیوم (Harvey et al., ۲۰۰۸)، اکسیدهای دوتایی آهن-منگنز (Zhang et al., ۲۰۰۹)، اکسیدهای دوتایی آهن زیرکونیوم (Long et al., ۲۰۱۱)، هیدروکسید آهن-لانتانیوم بهمراه کربن فعال شده (Liu et al., ۲۰۱۳)، اکسید سه تایی (آهن-آلومینیوم-منگنز) (Lü et al., ۲۰۱۳)، برای حذف فسفر گزارش شده است.
مهمترین مشکل استفاده از ذرات نانو، میزان هماوری و یا تجمع آنها در طی فرآیند ساخت است که منجر به کاهش سطح فعال این ذرات می‌گردد. برای غلبه بر این مشکل روشهای مختلفی تا کنون بررسی شده است، نظیر: استفاده از تثبیت کننده‌ها استفاده

شده است. برخی از این تثبیت کننده ها شامل رزین (Liou ۲۰۰۷)، سیلیکون (Lee ۲۰۰۸)، کربن فعال شده (Salome ۲۰۰۸)، کائولینایت و گرافن (Liu et al., ۲۰۱۴) می‌باشند. در تحقیق حاضر از ذرات زئولیت به عنوان تثبیت کننده برای درات نانو هیدروکسید آهن استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

۱- ساخت نانو ذرات هیدروکسید آهن تثبیت شده روی زئولیت:

در ابتدا ۲۵۰ میلی لیتر مخلوط آب دو بار تقطیر (۱۷۵ میلی لیتر) و الکل متانول (۷۵ میلی لیتر) تهیه شد. ۵ گرم سولفات آهن و ۱ گرم زئولیت (قطر ۵/۰ تا ۱ میلی متر) به مخلوط اضافه و به مدت ۶۰ دقیقه بهم زده می شود. سپس مخلوط با استفاده از ۱۰ میلی لیتر سود ۲ نرمال از حدود ۳ به ۷ رسانده شد. محلول فوق ۳۰ دقیقه به هم زده شد. سوسپانسیون تیره رنگ تولید شده سانتریفوژ شده و محلول صاف رویی جدا شد. رسوب حاصل با اتانول شستشو داده شده و ذرات حاصل در شرایط محیط خشک گردید.

۲- حذف یون فسفات با استفاده از نانو ذرات هیدروکسید آهن تثبیت شده روی زئولیت:

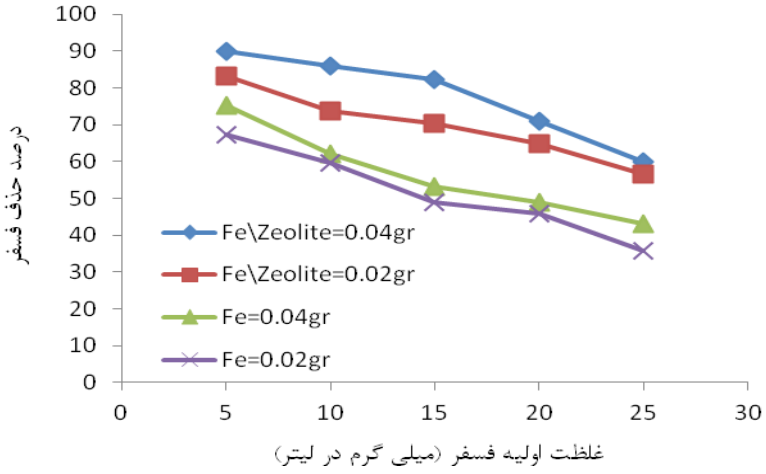
در آزمایشهای مربوط به حذف فسفات، متغیرهای مختلفی از جمله غلظت نانو ذرات آهن، غلظت اولیه فسفات و pH مورد بررسی قرار گرفتند. کلیه آزمایشها در ظروف پلی اتیلنی به حجم ۵۰ میلی لیتر انجام شد. کلیه محلولهای شیمیایی با استفاده از آب دیونیزه تهیه شدند. دراین تحقیق برای تهیه نمونه های استاندارد، محلولهای فسفات با استفاده از فسفات دی هیدروژن پتاسیم تهیه شدند. همچنین برای تأمین قدرت یونی مورد نظر از کلرید پتاسیم با غلظت ۰۱/۰ مولار استفاده شد. غلظت های مختلف فسفات (۲۵، ۲۰، ۱۵، ۱۰، ۵، ۰) میلی‌گرم در لیتر تهیه شد. مقدار ثابتی از نانو ذرات هیدروکسید آهن به هر کدام از ظرفها (۰۲/۰ و ۰۴/۰) گرم اضافه شد. برای تنظیم pH کلریدریک و اسیداستیک ۱/۰ مولار استفاده شد.

۳- روش اندازه گیری و محاسبات:

برای اندازه گیری فسفات از روش اسپکتروفتومتری ماوراءبنفش در طول موج ۸۲۰ نانومتر استفاده شد. پس از اندازه گیری غلظت فسفر باقیمانده در محلولها، میزان کاهش در غلظت فسفر به عنوان فسفر حذف شده منظور شد.

نتایج و بحث

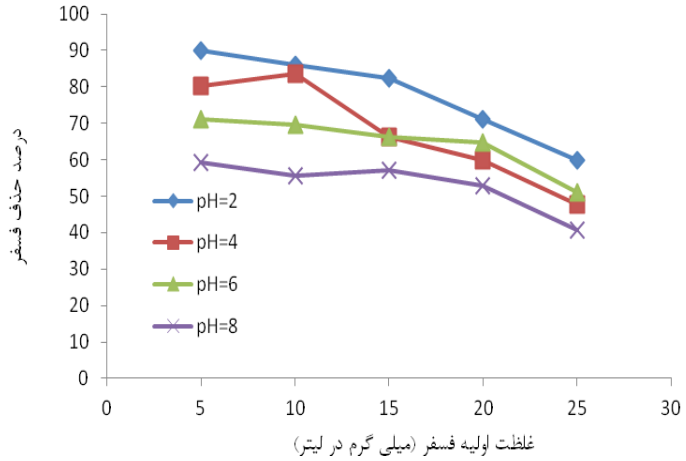
همانطور که در شکل (۱) ملاحظه می شود، با استفاده از نانو ذرات هیدروکسید آهن تثبیت شده روی زئولیت میزان حذف فسفر در مقایسه با نانو ذرات آهن به مقدار زیادی افزایش یافت. دو غلظت (۰۴/۰ و ۰۲/۰) گرم برای نانو ذرات در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که استفاده از تثبیت کننده زئولیت میزان حذف را به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش داد و با افزایش غلظت هر دو جاذب میزان حذف فسفر نیز افزایش یافت.



شکل ۱- اثر غلظت نانو ذرات آهن تثبیت شده روی زئولیت بر حذف فسفات

فرایند حذف فسفر تابعی از میزان pH محلول می‌باشد. با توجه به شکل ۲ درصد حذف فسفر با افزایش pH کاهش یافت. مکانیسم حذف فسفر با استفاده از نانو درات هیدروکسید آهن عمدتاً بر پایه تبادل آنیونی استوار است. در شرایط اسیدی به دلیل بوجود آمدن بار مثبت در سطح جاذب و به دنبال آن ایجاد جاذبه الکتروستاتیک، جذب آنیونی افزایش یافت (معادله ۱).

معادله ۱: $Fe(OH)_3 \backslash Zeolite + H_3PO_4 + H^+ = FePO_4 + H_2O + OH^-$



غلظت نانو ذرات آهن تثبیت شده روی زئولیت بر حذف فسفات pH شکل ۲- اثر

منابع

Ao X., Guo X., Zhu Q., Zhang H., Wang H., Ma Z., Han X., Zhao M and Xie F. ۲۰۱۴. Effect of Phosphorus Fertilization to P Uptake and Dry Matter Accumulation in Soybean with Different P Efficiencies. Journal of Integrative Agriculture, ۱۳(۲): ۳۲۶-۳۳۴.

Arai Y., Sparks D.L. ۲۰۰۱. ATR-FTIR spectroscopic investigation on phosphate adsorption mechanisms at the ferrihydrite-water interface, J. Colloid Interf. Sci, ۲۴۱: ۳۱۷-۳۲۶.

Bekta N, Akbulut H, Inan H, Dimoglo A. ۲۰۰۴. Removal of phosphate from aqueous solutions by electrocoagulation. Journal of Hazardous Materials, ۱۰۶: ۱۰۱-۱۰۵.

Bennion H., Juggins S., Anderson N.J. ۱۹۹۶. Predicting epilimnetic phosphorus concentrations using an improved diatom-based transfer function and its application to lake eutrophication management. Environ. Sci. Technol, ۳۰ (۶) ۲۰۰۴-۲۰۰۷.

Barca C., Gé rente C., Meyer D., Chazarenc F and Andrè s Y. ۲۰۱۲. Phosphate removal from synthetic and real wastewater using steel slags produced in Europe, Water Research, ۴۶: ۲۳۷۶-۲۳۸۴.

Chapra S. C. ۱۹۹۷. Surface Water-Quality Modeling.Singapore: McGraw-Hill Inc; ۱۹۹۷.

Chitrakar R., Tezuka S., Sonoda A.,. Sakane K.,. Ooi K and Hirotsu T. ۲۰۰۶. Phosphate adsorption on synthetic goethite and akaganeite, J. Colloid Interf. Sci, ۲۹۸: ۶۰۲-۶۰۸.

Cumbal L., Greenleaf J., Leun D and SenGupta A.K., ۲۰۰۳. Polymer supported inorganic nanoparticles: characterization and environmental applications. React. Funct. Polym, ۵۴ (۱-۳): ۱۶۷-۱۸۰.

Harvey O.R and Rhue R.D. ۲۰۰۸. Kinetics and energetics of phosphate sorption in a multi-component Al(III)-Fe(III) hydr(oxide) sorbent system, J. Colloid Interf. Sci, ۳۲۲: ۳۸۴-۳۹۳.

Hirakawa K and H Segawa. ۱۹۹۹. Excitation energy transfer and photo-induced electron transfer in axial bispyrenyl phosphorus porphyrin derivatives: factors governing the competition between energy and electron transfer processes under the existence of intramolecular - interaction. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, ۱۲۳(۱-۳): ۶۷-۷۶.

Jalali, M. ۲۰۰۹. Phosphorous concentration, solubility and species in the groundwater in a semi-arid basin, southern Malayer, western Iran. Environ, Geo, ۵۷: ۱۰۱۱-۱۰۲۰.

Lee C.C., Doong R. A. ۲۰۰۸. Dechlorination of tetrachloroethylene in aqueous solutions using metal-modified zerovalent silicon. Environmental Science & Technology, ۴۲(۱۳): ۴۷۵۲-۴۷۵۷.

Liou Y., Lo S.L., Lin C.J., Kuan W.H. ۲۰۰۷. Size effect in reactivity of copper nanoparticles to carbon tetrachloride degradation. Water Research, ۴۱(۸): ۱۷۰۵-۱۷۱۲.

Liu Y.Q., Phenrat T., Lowry G.V., ۲۰۰۷. Effect of TCE concentration and dissolved groundwater solutes on nZVI-promoted TCE dechlorination and H۲ evolution. Environ. Sci. Technol, ۴۱(۲۲): ۷۸۸۱-۷۸۸۷.

Liu J.Y., Zhou Q., Chen J.H., Zhang L and Chang N. ۲۰۱۳. Phosphate adsorption on hydroxyl-iron-lanthanum doped activated carbon fiber. Chem. Eng. J, ۲۱۵-۲۱۶: ۱۴۳-۱۴۹.

Liu F., Yang J.H., Zuo J., Ma D., Gan L., Xie B., Wang P and Yang B. ۲۰۱۴. Graphene-supported nanoscale zero-valent iron: Removal of phosphorus from aqueous solution and mechanistic study. Journal of environmental sciences, ۲۶: ۱۷۵۱-۱۷۶۲.

Long F., Gong J.L., Zeng G.M., Chen L., Wang X.Y., Deng J.H., Niu Q.Y., Zhang H.Y and Zhang X.R. ۲۰۱۱. Removal of phosphate from aqueous solution by magnetic Fe-Zr binary oxide, Chem. Eng. J, ۱۷۱: ۴۴۸-۴۵۵.

Lü J.B., Liu H.J., Liu R.P., Zhao X., Sun L.P and Qu J.H. ۲۰۱۳. Adsorptive removal of phosphate by a nanostructured Fe-Al-Mn trimetal oxide adsorbent, Powder Technol, (۲۳۳) ۱۴۶-۱۵۴.

Nurmi J.T., Tratnyek P.G., Sarathy V., Baer D.R., Amonette J.E and Pecher, K. ۲۰۰۵. Characterization and properties of metallic iron nanoparticles: spectroscopy, electrochemistry, and kinetics. Environ. Sci. Technol, ۳۹ (۵): ۱۲۲۱-۱۲۳۰.

Park JK, Wang J, Novotny G. ۱۹۹۷. Wastewater characterization for evaluation of biological phosphorus removal. Final report.WI: Department of Natural Resources, ۱۷۴.

Salome G.P and Soares E.J. ۲۰۰۸. Activated Carbon Supported Metal Catalysts for Nitrate and Nitrite Reduction in Water. Catal Lett, ۱۲۶: ۲۵۳-۲۶۰.

Taghipour M and Jalali M. ۲۰۱۵. Effect of nanoparticles on kinetics release and fractionation of phosphorus. Journal of Hazardous Materials, ۲۸۳: ۳۵۹-۳۷۰.

züm ., Shahwan T., Ero lu A.E., Hallam K.R., Scott T.B and Lieberwirth I. ۲۰۰۹. Synthesis and characterization of kaolinite-supported zero-valent iron nanoparticles and their application for the removal of aqueous $Cu^{۲+}$ and $Co^{۲+}$ ions. clay science, ۴۳(۲): ۱۷۲-۱۸۱.

Windolf J., Blicher-Mathiesen G., Carstensen J., Kronvang B. ۲۰۱۲. Changes in nitrogen loads to estuaries following implementation of governmental action plans in Denmark: a paired catchment and estuary approach for analyzing regional responses. Environ Sci Policy, ۲۴: ۲۴-۳۳.

Xiong Z., Zhao D., Pan G. ۲۰۰۸. Rapid and controlled transformation of nitrate in water and brine by stabilized iron nanoparticles. J Nanopart Res, ۱۱: ۸۰۷-۸۱۹.

Yang Z.C., Zhao N., Huang F., Lv Y.Z. ۲۰۱۵. Long-term effects of different organic and inorganic fertilizer treatments on soil organic carbon sequestration and crop yields on the North China Plain. Soil and Tillage Research, ۱۴۶, Part A: ۴۷-۵۲.

Zhao Y., Wang J., Luan Z., Peng X., Liang Z., Shi L. ۲۰۰۹. Removal of phosphate from aqueous solution by red mud using a factorial design. Journal of Hazardous Materials, ۱۶۵: ۱۱۹۳-۹۹.

Zhang W.X. ۲۰۰۳. Nanoscale iron particles for environmental remediation: An overview. Journal of Nanoparticle Research, ۵(۳-۴): ۳۲۳-۳۳۲.

Zhang G.S., Liu H.J., Liu R.P., Qu J.H. ۲۰۰۹. Removal of phosphate from water by a Fe-Mn binary oxide adsorbent. J. Colloid Interf. Sci. ۳۳۵: ۱۶۸-۱۷۴.

Abstract

Source waters, in some areas in Iran, are polluted with phosphate ion that serious environmental risks to humans and plants. Among fertilizers, phosphorus fertilizers are used very much which is the main cause of water pollution. The use of iron nano particles is an effective method for environmental pollutants remediation. In this research nano hydroxide iron by ion exchange mechanism was used for the phosphate removal. We used zeolite as a stabilizer to resolve the problem of nanoparticles accumulation. The results showed that phosphorus removal increased by increasing concentrations of nanoparticles and decreacing the pH solution.

حذف فلزات سنگین کادمیوم و مس از خاک توسط نانو ذره اکسید نیکل

نادره امینی [۱]، شهریار مهدوی [۲]، زهرا وارسته خانلری [۳]، پیمان مولودی [۱]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر،۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر،۳- مربی گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

چکیده
به منظور بررسی اثر اکسید نیکل بر حذف کادمیوم و مس از خاک منطقه ازندریان در مطالعات ایزوترم جذب، سه غلظت ۰/۵، ۱و ۵/۱% از جاذب بر خاک اعمال گردید که به طور کلی روند جذب با افزایش مقدار نانو ذرات صعودی بوده و در تیمار ۵/۱ درصد جاذب، بالاترین میزان جذب در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر محلول مس با میزان ۶/۹۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و بالاترین میزان جذب در تیمار ۱درصد جاذب و در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر محلول کادمیوم با میزان ۶/۹۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک به دست آمد. نتایج به معادله ایزوترمی فروندلیچ برازش پیدا کرد. در مقایسه نمونه شاهد با نمونه تیمار شده در هردو یون فلزی، اعمال نانو جاذب باعث کاهش واجذب فلز سنگین شده است و باتوجه به نمودار واجذب، میزان واجذب مس از جاذب نانو اکسید نیکل کمتر بوده و به طور کلی می‌توان گفت جاذب در حذف مس موثرتر از حذف کادمیوم از محیط خاکی است و از طرفی مطالعات انکوباسیون ۴۲ روزه، روند میزان جذب مس در هفته ششم با غلظت ۵/۱% نانو جاذب، دارای بالاترین میزان جذب بوده است و در هفته دوم با غلظت نانو جاذب ۱% بالاترین میزان جذب کادمیوم صورت گرفته است. پس در صورت انتخاب روشی جهت جذب مس، دامنه زمانی ۴۲ روزه حداکثر و برای کادمیوم بازه زمانی ۱۴ روزه مناسب ترین زمان برای حذف حداکثر می‌باشد.

واژه های کلیدی: کادمیوم، مس، نانو اکسید نیکل، خاک

مقدمه
آلودگی فلزات سنگین در خاک یکی از مهمترین مسائل مهم زیست محیطی در سراسر جهان است (Nouri et al., ۲۰۰۶).
فلزات سنگین دارای قابلیت تجمع و ایجاد سمیت در سیستم‌های بیولوژیکی - انسان، حیوانات، میکروارگانیسم‌ها و گیاهان هستند (D'amore et al., ۲۰۰۵)و به علت عدم توان تجزیه پذیری زیستی، تقریبا به طور نامحدود در محیط خاک باقی می‌مانند (Nwachukwu et al., ۲۰۱۰). خاک‌های کشاورزی در طولانی مدت دارای پتانسیل ذخیره فلزات سنگینی چون مس (Cu^{+2})، روی (Zn^{+2})، سرب (Pb^{+2})، نیکل (Ni^{+2})، کادمیوم (Cd^{+2})، و کروم (Cr^{+2}) هستند. منابع اصلی باعث حضور فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی شامل رسوب اتمسفر، فاضلاب لجن، کودهای دامی، کود و آهک، مواد شیمیایی، کمپوست، زباله های صنعتی، آب آبیاری می‌باشد (Nicholson et al. ۲۰۰۳; Udeigwe et al. ۲۰۱۱).
در دهه اخیر، با افزایش سریع شهرنشینی و صنعتی شدن ، شیوه‌های جدید کشاورزی و روش نامناسب دفع زباله، منجر به غلظت بالا عناصر فلزات سنگین در خاک، آلودگی خاک و ایجاد سمیت توسط سرب (Pb^{+2})، کادمیوم (Cd^{+2})، مس (Cu^{+2})،روی (Zn^{+2}) ، جیوه (Hg^{+2}) و نیکل(Ni^{+2}) می‌گردد(Malandrino et al., ۲۰۱۱; Houben et al., ۲۰۱۲) .
تکنیک های بازسازی عبارتند از: شستشوی خاک، آبشویی، روش عدم تحرک شیمیایی / ثبات به منظور کاهش حلالیت فلزات سنگین با اضافه کردن برخی مواد غیر سمی به خاک، الکتروسینتیک (مهاجرت الکتریکی)، پوشش آلودگی اولیه سطح خاک با خاک پاک، روش رقت (مخلوط خاک های آلوده با خاک‌های سطحی و زیرسطحی پاک به منظور کاهش غلظت فلزات سنگین)، اصلاح آلودگی توسط گیاهانی مانند درختان چوبی انجام می‌شود (Kord et al., ۲۰۱۰).
در میان این تکنیک ها، بی تحرکی عملی‌ترین، مقرون به صرفه و آسان برای استفاده است(Houben et al. ۲۰۱۲) . بی‌تحرکی و یا تثبیت عناصر فلزات سنگین در خاک یک روش اصلاح است که شامل کاهش تحرک آلاینده و فراهمی زیستی از طریق استفاده از اصلاح خاک، که قادر به جذب، کاهش، کمپلکس و یا رسوب فلزات سنگین است(Mahdavi et al., ۲۰۱۴) .
نانوذرات (NPS) با سطح ویژه بسیار بزرگ، کاربرد آسان، گروه های عاملی غیر اشباع و واکنش پذیری نوع جدیدی از مواد که به تازگی به عنوان مورد مطالعه به عنوان تثبیت کننده و جاذب برای تصفیه آب و اصلاح محیط زیست به کار می‌روند. نانو ذرات از طریق مکانیزم‌های مختلف از قبیل: کاهش، جذب فیزیکی، جذب شیمیایی و رسوب قادر به حذف و تجمع فلزات سنگین از محلول خاک هستند .(Mahdavi et al. ۲۰۱۲)
به همین منظور در این مطالعه نانو ذره اکسید نیکل به منظور حذف فلزات سنگین کادمیوم و مس از خاک منطقه ازندریان مورد استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

فلزات سنگین مورد استفاده به صورت نمک نیتراته بوده و تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده ساخت شرکت مرک آلمان بوده است و نانو جاذب اکسید نیکل از شرکت نابوند (Nabond (چین با درجه خلوص ۵/۹۹% تهیه گردید و نمونه خاک مورد مطالعه، خاک لومی شنی از جنوب استان همدان، منطقه ازندریان انتخاب و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی متداول آن اندازه‌گیری گردید.

الف) آماده‌سازی نمونه‌ها

به منظور بررسی اثرات ذرات نانو در خاک برای جذب فلزات سنگین تیمارهای مختلف وزنی/ وزنی از ذره نانو و خاک تهیه شد. نانو ذره اکسید نیکل با درصدهای وزنی ۵/۰، ۱، ۵/۱ درصد به نمونه‌های خاک اضافه گردید. سپس نسبت وزنی/ حجمی ۱ به ۱۰ خاک به آب ایجاد کامل مخلوط کرده و سپس در درآون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک و مجددا کوبیده و در ظروف مخصوص در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند.

ب) ایزوترم جذب

از فلزات سنگین کادمیوم و مس محلول‌هایی با غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۶۰، ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ساخته و سپس ایزوترم‌های جذب تیمارهای ۵/۰، ۱، ۵/۱ درصد نانو ذره اکسید نیکل تهیه گشت. نسبت خاک به محلول ۱ به ۱۰ انتخاب گردید. پ‌هاش محلول فلزات سنگین بدون تنظیم بوده است.

ج) واجذب

بعد از اتمام مرحله جذب، و خارج نمودن عصاره، به تیوپ حاوی خاک سه مرتبه و هر بار ۳۰ سی سی آب مقطر اضافه و سانتریفیوژ کرده و محلول رویی را خارج کرده، سپس ۳۰ سی سی محلول ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم به خاک اضافه کرده و در مدت زمان تعادل ۲۴ ساعت (۱ ساعت اول و آخر شیک) و با دستگاه جذب اتمی غلظت قرائت شده که همان میزان دفع است.

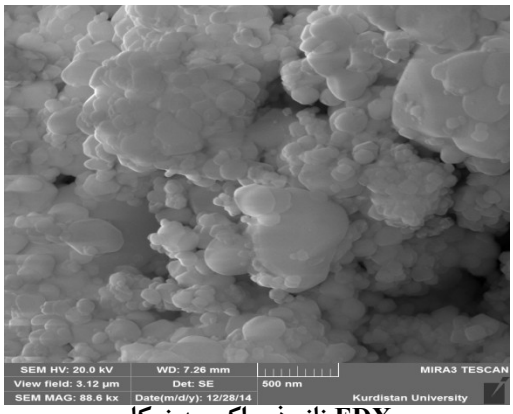
د) انکوباسیون خاک و نانو ذره

به منظور بررسی دراز مدت و برهم‌کنش ذرات نانو با خاک و نقش مواد درجذب فلزات سنگین، در بالاترین غلظت ایزوترمی ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و با همان نسبت ۱ به ۱۰ خاک به محلول در هر سه تیمار در بازه زمانی شش هفته و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، اثر زمان در جذب مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها در پایان یک هفته، دو هفته، ۴ هفته و شش هفته به مدت ۲ ساعت شیک گشته و سانتریفیوژ و میزان غلظت تعادلی توسط دستگاه جذب اتمی قرائت شد. سپس نمونه خاک را توسط مخلوط آب مقطر و اتانول ۳ مرتبه و هربار ۳۰ سی سی شسته و در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک کرده و آزمایشات تست آبشویی و زیست فراهمی انجام گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات نانو جاذب اکسید نیکل

تصاویر بدست آمده از SEM نشان می‌دهد که ذره اکسید نیکل دارای متوسط قطر ۱۳/۱۶۱ نانومتر، کروی شکل و تا حدودی از لحاظ اندازه متفاوتند. مشخصات کارخانه ای نیز که بر اساس نتایج TEM می‌باشد بیان می‌کند این ذره دارای متوسط قطر ذره زیر ۳۰ نانومتر، با سطح ویژه ۵۰ مترمربع بر گرم و درصد خلوص ۵/۹۹% است. به منظور بررسی خلوص ماده و همچنین در مراحل بعد مطالعه یعنی جذب فلزات سنگین بر روی ذرات نانو در حالت خالص آنالیز EDX صورت گرفته است. نتایج شکل ۲ نشان دهنده عدم ناخالصی در نانو جاذب می‌باشد و عامل خارجی دیگری بر جذب تاثیر گذار نمی‌باشد.



شکل ۲: تصویر SEM شکل ۱: تصویر EDX نانو ذره اکسید نیکل

جدول ۱- خصوصیات خاک مورد مطالعه

نمونه خاک	پ‌ها ش	EC (ds/m)	CEC $Cmol_c/kg$	$CaCO_3$	رس	سیلت	شن	ماده آلی	کادمیوم کل	مس کل

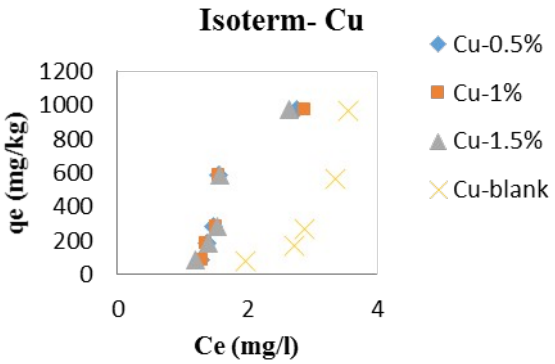
		(				(%)			(mg/kg)	
ازندریان	۰/۷	۳/۰	۴/۱۱	۱/۵	۵/۱۲	۵/۱۷	۰/۷۰	۸/۳	۸/۲	۲/۲۲

ایزوترم فلزات سنگین

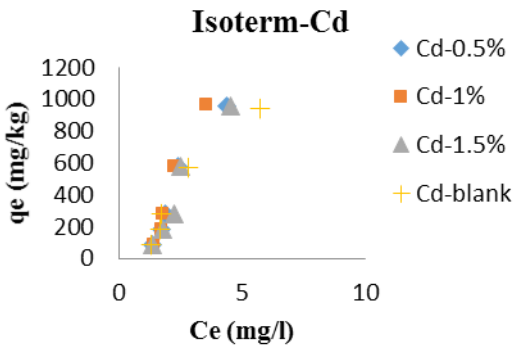
در شکل ۳ به طور کلی روند جذب در مقایسه با نمونه شاهد، روندی صعودی بوده که در تیمار ۵/۱ درصد جاذب، بالاترین میزان جذب در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر محلول مس با میزان ۶/۹۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک مشاهده می‌گردد.

و در شکل ۴ همانطور که مشاهده شد با مقایسه نمونه شاهد، بالاترین میزان جذب در تیمار ۱درصد جاذب و در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر محلول کادمیوم با میزان ۶/۹۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بوده است.

نتایج ایزوترمی را بر دو معادله ایزوترمی لانگ موير و فروندلیچ برازش پیدا دادیم که نتایج حاصله بیانگر این موضوع است که داده ها با معادله ایزوترمی فروندلیچ مطابقت بیشتری دادرد. که در جدول شماره ۱ ثابت‌های معادله مشخص گردیده است.



شکل ۳: ایزوترم مس



شکل ۴: ایزوترم کادمیوم

جدول ۲- ثابت‌های معادله فروندلیچ در تیمارهای مختلف اسید نیکل نانو در خاک

	NiO (۰.۵%)				NiO (۱%)				NiO (۱.۵%)			
ثابت فروندلیچ	حداکثر ظرفیت جذب*	n	K_f	R^2	حداکثر ظرفیت جذب	n	K_f	R^2	حداکثر ظرفیت جذب	n	K_f	R^2
کادمیوم	۴/۹۵۶	۴۹/۰	۶/۶۲	۸۸/۰	۶/۹۶۴	۳۹/۰	۱/۵۱	۸۹/۰	۵/۹۵۴	۴۸/۰	۲/۵۴	۹۱/۰
شاهد کادمیوم	حداکثر ظرفیت جذب* ۶/۹۴۲			R^2 ۶۶/۰	K_f ۰۲/۸۶	n ۸۶/۰						
مس	۴/۹۷۲	۳۸/۰	۷/۸۷	۷۱/۰	۲/۹۷۱	۴۱/۰	۸/۹۱	۶۸/۰	۶/۹۷۳	۳۵/۰	۷/۷۹	۷۸/۰
شاهد مس	حداکثر ظرفیت جذب* ۴/۹۶۴			R^2 ۲۴/۰	K_f ۹۶/۳	n ۹۳/۰						

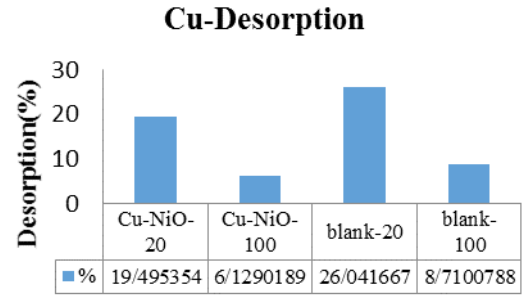
.واحد بر اساس میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک گزارش شده است *

به طور کلی با مقایسه ظرفیت جذب نانو ذره در حذف دو یون فلزی کادمیوم و مس می‌توان نتیجه گرفت نانو جاذب اکسید نیکل با غلظت ۵/۱% دارای کارایی بالاتری در حذف مس نسبت به کادمیوم داشته است.

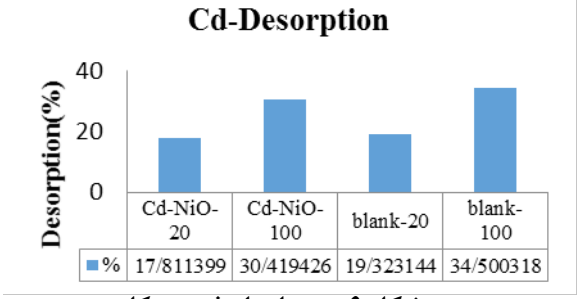
آزمایش های واجذب

به طور کلی نانو جاذبی موثر است که علاوه بر جذب بالا دارای کمترین میزان واجذب نیز باشد به ویژه در محیط خاکی که امکان جداسازی نانو جاذب از محیط امری غیر ممکن است.

همانطور که در دو شکل ۵و ۶ مشاهده می‌گردد، در مقایسه نمونه شاهد با نمونه تیمار شده در هردو یون فلزی، اعمال نانو جاذب باعث کاهش واجذب فلز سنگین شده است و باتوجه به نتایج جدول ۲ در رابطه با حداکثر جذب در غلظت ۵/۱% نانو جاذب برای مس و ۱% در کادمیوم و نمودارهای واجذب در بالا می‌توان نتیجه گرفت جاذب نانو اکسید نیکل در حذف مس موثرتر از حذف کادمیوم از محیط خاکی است.



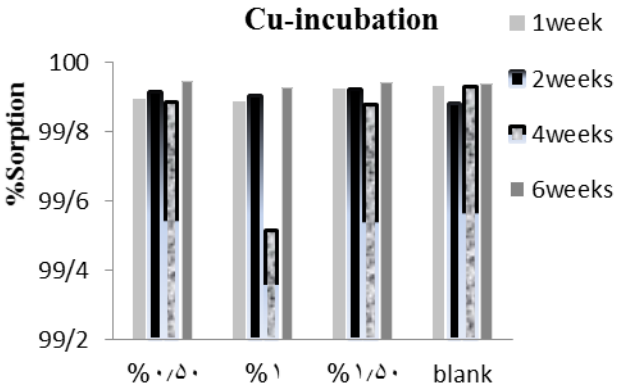
شکل۵: نمودار واجذب در مس



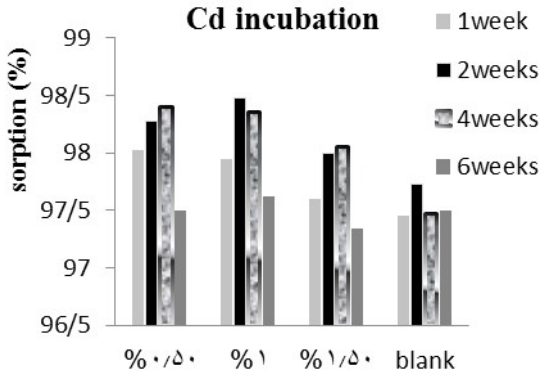
شکل ۶: نمودار واجذب در کادمیوم

آزمایش انکوباسیون

به منظور بررسی نقش زمان در میزان جذب فلزات سنگین در خاک و حضور تیمار اکسیدی ذره نانو آزمایش انکوباسیون در یک دامنه زمانی ۴۲ روزه (۶ هفته) انجام گرفت، نتایج حاصل در نمودارهای ۷و ۸ قابل مشاهده می‌باشد.



شکل۷: نتایج انکوباسیون شش هفته‌ای در جذب مس



شکل ۸ : نتایج انکوباسیون شش هفته‌ای در جذب کادمیوم

در کلیه زمان‌ها، تفاوت محسوسی بین تیمارها با شاهد به جر در هفته چهارم مشاهده نمی شود و لذا جذب مس اعم از جذب سطحی و یا واکنش‌های شیمیایی بسیار سریع است. با توجه به روند میزان جذب مس در دامنه زمانی ۴۲ روزه، در هفته ششم با غلظت ۵/۱% نانو جاذب، دارای بالاترین میزان جذب بوده است، پس در صورت انتخاب روشی جهت جذب مس، دامنه زمانی ۴۲ روزه حداکثر حذف را به همراه دارد. در هفته دوم با غلظت نانو جاذب ۱% بالاترین میزان جذب کادمیوم صورت گرفته است و بعد از آن روند جذب نزولی بوده است. پس مناسب ترین زمان برای اعمال جاذب و حداکثر جذب بازه زمانی ۱۴ روزه می‌باشد.

نتیجه گیری

در رابطه با جذب مس توسط نانو جاذب اکسید نیکل، تیمار ۵/۱% از جاذب با میزان جذب ۶/۹۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و واجذب ۱۲/۶ درصد بوده است و در رابطه با مدت زمان انکوباسیون در جذب مس مناسب‌ترین زمان مدت ۴۲ روزه برای تیمار خاک با نانو جاذب است و در حذف کادمیوم تیمار ۱% با میزان ۶/۹۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بیشترین عمل جذب و میزان واجذب ۴۱/۳۰ درصد بوده است. مناسبترین مدت زمان انکوباسیون نیز ۱۴ روزه می‌باشد و به طور در مقایسه میزان جذب و واجذب در این دو عنصر از محیط خاک می‌توان گفت در حذف مس از محیط خاک نسبت به حذف کادمیوم نانو جاذب اکسید نیکل موثرتر بوده است.

منابع

D'amore J. J., Al-abed S. R., Scheckel K. G., Ryan J. A. ۲۰۰۵. Methods of speciation of metals in soils. J. Environ. Qual, ۳۴ (۵): ۱۷۰۷-۱۷۴۵.

Houben D., Pircar J., Sonnet P. ۲۰۱۲. Heavy metal immobilization by cost-effective amendments in a contaminated soil: effects on metal leaching and phytoavailability. J Geoch Explor ۱۲۳:۸۷-۹۴.

Kord B., Mataji A., Babaie S. ۲۰۱۰. Pine (Pinus eldarica Medw.) needles as indicator for heavy metals pollution. Int. J. Environ. Sci. Tech., ۷ (۱): ۷۹-۸۴.

Mahdavi S., Jalali M., Afkhami. A. ۲۰۱۲. Removal of heavy metals from aqueous solutions using Fe۳O۴, ZnO, and CuO nanoparticles. J. Nanopart. Res. ۱۴:۸۴۶-۸۵۸.

Mahdavi S., Jalali M., Afkhami A. ۲۰۱۴. Heavy metals removal from aqueous solutions by Al۲O۳ nanoparticles modified with natural and chemical modifiers. Clean Techn Environ Policy doi: ۱۰.۱۰۰۷/s۱۰۰۹۸-۰۱۴-۰۷۶۴-۱.

Malandrino M., Abollino O., Buoso S., Giacomino A., Gioia C.L., Mentasti E. ۲۰۱۱. Accumulation of heavy metals from contaminated soil to plants and evaluation of soil remediation by vermiculite. Chemosphere

Nouri J., Mahvi A.H., Babaei A., Ahmadpour E. ۲۰۰۶. Regional pattern distribution of groundwater fluoride in the Shush aquifer of Khuzestan County Iran. Fluoride, ۳۹(۴): ۳۲۱-۳۲۵.

Nwachukwu M. A., Feng H., Alinnor J. ۲۰۱۰. Assessment of heavy metal pollution in soil and their implications within and around mechanic villages. Int. J. Environ. Sci. Tech., ۷ (۲): ۳۴۷-۳۵۸.

Nicholson F., Smith S., Alloway B., Carlton-Smith C., Chambers B. ۲۰۰۳. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales. Sci Total Environ ۳۱۱:۲۰۵-۲۱۹.

Udeigwe TK., Eze PN., Teboh JM., Stietiya MH. ۲۰۱۱. Application, chemistry, and environmental implications of contaminant immobilization amendments on agricultural soil and water quality. Environ Int ۳۷:۲۵۸-۲۶۷.

Abstract

This study investigated removal of $Cd^{+۲}$ and $Cu^{+۲}$ from Soil of Azandarian zone with nickel oxide nanoparticles. Soil treated by three amounts of ۰.۵, ۱ and ۱.۵% w/w of nano particles. Generally the trend of adsorption with increasing the amount of nanoparticles was upward and treatment of ۱.۵ percent of nanoparticles had the highest adsorption capacity in ۱۰۰ mg per liter of copper with ۹۷۳.۶ $mg.kg^{-۱}$. Soil treated at a concentration of ۱% of nanoparticles at ۱۰۰ mg of cadmium per liter had the highest adsorption capacity with ۹۶۴.۶ $mg.kg^{-۱}$ of soil. Freundlich isotherm was better fitted to isotherm results. According to the desorption chart, the desorption of copper ion from nickel oxide nanoparticles were less more than desorption of cadmium ion. Generally, removal of copper from the soil was more effectively than cadmium. Besides, In ۴۲ day of incubation, the maximum adsorption rate of copper ion was taken place in the sixth week with۱.۵% nano-adsorbent, and in the second week with the concentration of nano-adsorbents ۱% , maximum cadmium ion has been adsorbed.

تخمین میزان تولید خالص بیوماس به روش فائو برای محصول کلزا در دشت رومشکان استان لرستان

طیبه آزادبخت [۱]، اکبر سهرابی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، ۲. استادیار گروه مهندسی علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

چکیده
موقعیت نسبی منطقه ۴۷ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی است. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۴۵۰ میلی متر است. کلاس تناسب زمین S ۱S۲ و S۳بوده و عوامل محدود کننده رشد مقدار آهک،SAR، شیب، مقدار سنگریزه می باشد.در این پژوهش تولید خالص بیوماس (Bn) و پتانسیل عملکرد (Y)محصول کلزا برای اراضی دشت رومشکان استان لرستان تخمین زده شد. نتایج میزان عملکرد برای محصول کلزا را بدون وجود محدودیت های خاک، آب و مدیریت برابر با ۹۹.۴۰۹۵کیلو گرم در هکتار نشان داد که این مقداربیشتر از عملکرد برداشت شده کلزا در این منطقه است. از این رو می توان نتیجه گرفت با اعمال مدیریت های صحیح و برطرف نمودن محدودیت های آب و خاک می توان تا حدودی به این عملکرد مطلوب نزدیک شد.

واژه های کلیدی: کلزا، خاک های رومشکان، روش پارامتریک.

مقدمه
ارزیابي اراضي تعیین عکس العمل زمین برای موقعي است که این زمین برای اهداف مشخصي به‌کار می رود)سهرابي و چگی‌ني،- ۱۳۹۰). تولید پتانسیل، تولیدی است که با توجه به پتانسیل ژنتیکی محصول و خصوصیات گیاهی آن با استفاده از داده های اقلیمی نظیر تابش خورشید و درجه حرارت محاسبه می شود و از خصوصیات خاک و مدیریت تاثیر پذیر نیست روش های مختلفي برای محاسبه این تولید پیشنهاد شده که مهمترین آن ها مدل AEZفائو و واگنیگن می باشد(فائو، ۱۹۷۹). این روش تولید خالص گیاه زنده و عملکرد محصول را برای بهترین واریته در شرایط مطلوب از نظر آب، موادغذایی و در شرایط کنترل آفات و بیماری برآورد می کند(سایس و همکاران، ۱۹۹۱). (حقیقی و گیوی، ۱۳۹۲) پتانسیل تولید را برای کشت آبی کلزا در شمال شهر کرد تخمین زده و خصوصیات اقلیمی محدودکننده در منطقه را متوسط درجه حرارت،سیکل رشد و تعداد ساعات آفتابی در طول سال ذکر نمودند.(فاتحی‌و همکاران، ۱۳۹۰) طبقه بندی تناسب کیفی اراضی و تعیین پتانسیل تولید چغندر قند دردشت کرمانشاه انجام دادند، نتایج حاصله نشان داد که شیب زیاد، عمق‌کم خاك، آهک نسبتا زیاد، واکنش خاك نسبتًا زیاد، سدیمی بودن خاك، سیل‌گیری به میزان کم از عوامل محدودکننده اراضی دشت کرمانشاه برای کشت چغندر قند هستند.هدف از این تحقیق تخمین تولید خالص بیوماس کلزا به روش فائو و ارزیابی تناسب اراضی دشت رومشکان برای کاشت این محصول است تا با رفع محدودیت های قابل اصلاح و ارتقاء سطح مدیریت، عملکرد زارعین را به عملکرد پتانسیل نزدیک نمود .

مواد و روش ها
موقعیت منطقه مورد مطالعه:
منطقه مورد مطالعه به وسعت ۱۷۷۰۰ هکتار، در جنوب غرب لرستان بین ۴۷ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقي و ۳۳ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالي واقع شده است. با توجه به کلید تاکسونومی خاک منطقه مطالعاتی دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی ترمیک است(Soil Taxonomy, ۱۹۹۹).
محاسبات :
برای محاسبه تولید بیوماس خالص از رابطه ۱ استفاده می شود) سایس و همکاران، ۱۹۹۱).

$$Bn=(۰.۳۶ *bgm*KLAI)/((۱/L)+۰.۲۵*ct) \quad (۱)$$

در این معادله، Bn مقدار تولید خالص بیوماس (برحسب کیلوگرم در هکتار)، Ct ضریب تنفس که از رابطه ۲ به دست می آید. bgm ، حداکثر میزان تولید ناخالص بیوماس (کیلوگرم $CH_۲O$ در هکتار در ساعت)، KLAIفاکتور تصحیح برای L ،LAI ۵$m^۲/m^۲$ تعداد روزهای لازم برای رسیدن محصول می باشد.

$$Ct= C۳۰ (۰.۰۰۴۴+۰.۰۰۱۹t+۰.۰۰۱t۲) \quad (۲)$$

تولید محصول از رابطه ۳ به دست می آید

$$Y = Bn \times Hi \quad (۳)$$

که Yتولید محصول (کیلوگرم در هکتار) و Hiشاخص برداشت است.

نتایج و بحث

با توجه به افزایش جمعیت روزافزون کشور و اینکه تعیین استعداد اراضی می تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد محصولات به خودکفایی کشور را داشته باشد؛ لذا می توان با ارزیابی اراضی و تعیین پتانسیل تولید گام مثبتی را در این جهت برداشته شود.
نتایج محاسبات انجام شده جهت تخمین میزان تولید بیوماس و پتانسیل تولید در منطقه مورد مطالعه به صورت خلاصه در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول ۱- تخمین پتانسیل تولید کلزا در دشت رومشکان به روش فائو

۱- محاسبه حداکثر میزان تولید بیوماس ناخالص(bgm)	
Pm (حداکثر میزان فتوسنتز برگ)	۱۹
bo (حداکثر تولید ناخالص بایوماس در روزهای ابری)	۰۵.۲۲۸
bc(حداکثر تولید ناخالص بیوماس در روزهای صاف)	۹.۴۲۹
f(نسبت روزهایی که هوا ابری است)	./۴۱
۱-f(نسبت روزهایی که هوا صاف است)	./۵۹
bgm حداکثر میزان تولید بیوماس ناخالص	۰۲.۳۷۱
۲- محاسبه مقدار تولید بیوماس خالص	
C ۳۰(ضریب تنفسی برای غیر لگوم)	./۰۱۰۸
Ct ضریب تنفس	./۰۰۱۶
L (طول فصل رشد یا تعداد روز تا رسیدن)	۲۱۰روز
Bnمقدار تولید بیوماس خالص	۱.۲۴۰۹۴
شاخص برداشت(Hi)	۱۷.۰
Y (پتانسیل تولید آبی کلزا بر حسب کیلوگرم در هکتار ماده خشک)	۹۹.۴۰۹۵
درصد رطوبت	./۱۴
مقدار عملکرد(کیلو گرم در هکتار)	۲۷.۲۷۴۶۷

همانگونه که جدول شماره ۱ نشان می دهد میزان عملکرد برای محصول کلزا در دشت رومشکان بدون وجود محدودیتهای خاک،آب و مدیریت برابر ۹۹.۴۰۹۵کیلو گرم در هکتار می باشد که این مقدار چند برابر عملکرد در منطقه است بی شک مدیریت صحیح یکی از کلیدی ترین راهکارها جهت رسیدن به این عملکرد می باشد.
با توجه به اینکه حدود ۹۰ درصد روغن کشور از طریق واردات تامین می شود و کلزا جزء دانه های روغنی است و می تواند در جهت خودکفایی کشور موثر باشد، لذا به جای محصولاتی مثل ذرت که آب زیادی نیاز دارند می تواند در منطقه توصیه شود.

منابع

حقیقی و گیوی. ۱۳۹۲. امکان سنجی و پیش بینی پتانسیل تولید را برای کشت آبی کلزا در شمال شهر کرد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهر کرد.

سهرابي ا. و چگی‌ني م.ع. ۱۳۹۰ . ارزيابي تناسب اراضي و پتانسی‌ل توليد تابشي- حرارتي چغندرقند به روش فائو در اراضي دانشكده كشاورزي لرستان و مقايسه آن با دشت سي‌لاخور. مجله چغندرقند ۱۸۵ - ۱۹۶.

فاتحی ش . حامدی ف . و قادری ج . ۱۳۹۰، طبقه بندی تناسب کیفی اراضی و تعیین پتانسیل تولید چغندر قند دردشت کرمانشاه، دوازدهمین کنگره علوم خاك ایران تبریز، ۱۲ الی ۱۴ شهریور ۱۳۹۰

FAO. (۱۹۷۹). Report on the Agro - ecological zone projects :Vol۱ , methodology and results for Africa . World soil Resources Report , NO. ۴۸/۱, FAO, Rome.۲۵۱ pp.

Soil Survey Staff, ۱۹۹۹. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (۲th edition), U.S. Department of Agriculture Handbook, Washington D.C.

Sys C, Van Ranst E and Dbaveys J (۱۹۹۳). Land evaluation part III, Croprequirements.GeneralAdministration for Development Cooperation, Brussels ۱۹۹.
Sys C, VanRanst E and Debaveye J (۱۹۹۱). Land Evaluation Part I, Agricultural publications No.۷ General Administration for Development cooperation, Brusels, Belgium ۲۷۴.

Abstract

This study was carried in Romeshkan plain between ۴۷° ,۲۱′and ۴۷°,۳۸′N lonqtitude ۳۳°, ۱۵′ and ۳۳°,۲۱′ altitude. The maximum daily temperature is ۳۸ in Aug and the minimum daily temperature is ۴.۵ in December. The annual rainfall is ۴۵۰ mm. The study area is about ۱۷۷۰۰ hectares.after soil classification, land suitability classes were determined; S۱ ،S۲ and S۳. The main soil limitations in studied area are calcium carbonate, SAR and topography. The aim of this research was determined RTPP for Kanola in Romeshkan plain that was ۴۰۹۵. ۹۹kilograms per hectare.

بررسی تغییرات فصلی هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول درآب‌های زیرزمینی منطقه بندر انزلی

خدیجه مهدی پور [۱]، سمیرا محمدی [۲]، اکبر فرقانی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

چکیده
بالا بودن غلظت مواد جامد محلول (TDS) مانند کربنات، بی کربنات، کلرید، سولفات، فسفات، نیترات، کلسیم، منیزیم و سدیم در آب به علت اثرات سوء بیولوژیک باعث ایجاد طعم بد، کاهش شفافیت آب و بنابراین کاهش فتوسنتز و همچنین بالا بردن دما در آب شده و سلامت بشر را به خطر می‌اندازد. هدف از انجام این تحقیق تعیین رابطه بین EC و TDS و تغییرات بین این دو پارامتر در آب چاه‌های منطقه بندر انزلی بود. نتایج نشان داد که بین EC و TDS همبستگی بالا و ارتباط معنی‌داری وجود دارد. همچنین بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین ماه‌های فروردین و مهر، اختلاف بین آن‌ها به لحاظ هر دو متغیر EC و TDS هم بطور جداگانه و هم با در نظر گرفتن هر دو پارامتر بطور همزمان نیز معنی‌دار بود. نتایج کلی این تحقیق می‌تواند کمک شایانی به بهره‌برداران آب زیر زمینی بکند.

واژه‌های کلیدی: مواد جامد محلول، هدایت الکتریکی، آب‌های زیرزمینی

مقدمه
آب مایه حیات است و این نعمت الهی غیر قابل جایگزین متعلق به همه ساکنین این سرزمین بوده و علاوه بر کمیت آن، کیفیت آن نیز از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (ولایتی، ۱۳۷۴). بسیاری از آب های موجود در اثر فعالیت بشر، یا به دلیل کیفیت ذاتی آن آلوده بوده و برای مصارف انسانی مناسب نیستند (ولایتی، ۱۳۷۴). با توجه به اینکه طبق آمار سازمان بهداشت جهانی، روزانه ۵۰۰۰۰ نفر در اثر بیماری‌های ناشی از آلودگی آب جان خود را از دست می‌دهند و یا دچار بیماری‌های متعدد می‌شوند، بنابراین آلاینده‌ها به خصوص در آب‌های زیر زمینی در صورت عدم کنترل می‌تواند به عنوان یکی از عومل اساسی ایجاد بحران در منابع مذکور مطرح باشند (محمدی فتیده، ۱۳۶۴).

۱-۱- آلودگی آب
هر گونه تغییر در کیفیت فیزیکی و شیمیایی یا بیولوژیکی خاک یا آب به صورت طبیعی، یا در اثر فعالیت‌های انسانی که روی مصرف فعلی یا مورد نظر منابع آب یا خاک تاثیر منفی می گذارد، آلودگی نام دارد (Lake et al., ۲۰۰۳). آلاینده می‌تواند یک عامل شیمیایی یا بیولوژیکی طبیعی یا انسانی باشد که در خاک یا آب انباشته می شود. آلاینده‌ها می‌توانند عناصر غذایی مانند کربن، فسفر و نیتروژن، فلزات سنگین مانند کروم و کادمیوم، ماده آلی خاک (محلول یا ذره‌ای)، آفت کش‌ها، مواد معلق و ریزسازواره‌ها مانند باکتری‌ها، پروتوزوا و یا ویروس‌های بیماری زا باشند.

۱-۲-آلودگی فیزیکی آب
۱-۲-۱- کل جامدات محلول (TDS)
این جامدات شامل کربنات، بی کربنات، کلرید، سولفات، فسفات، نیترات، کلسیم، منیزیم، سدیم، یون‌های آلی و دیگر یون‌ها هستند و از فیلتر ۰/۴۵ میکرومتر می‌گذرند (Newcombe and Macdonald, ۱۹۹۱). بالابودن مقادیر TDS ممکن باعث کاهش شفافیت آب و بنابراین کاهش فتوسنتز و همچنین بالا رفتن دمای آب شود (Clesceri et al., ۱۹۹۸). از TDS در محاسبه کیفیت آب آشامیدنی استفاده می‌شود، زیرا مقدار یون‌های آب را نشان می‌دهد. آبی که TDS بالایی دارد اغلب بد مزه بوده یا سختی زیادی دارد و می‌تواند باعث لیز شدن آب شود. برخی از عوامل بر غلظت جامدات محلول آب مؤثرند که از آن جمله می‌توان به زمین‌شناسی ناحیه، غلظت یون‌ها در خاک و نیز مصرف کودها اشاره کرد. از طرف دیگر آبشویی کودها نیز می‌تواند باعث افزایش غلظت جامدات محلول شود (Carlson, ۲۰۰۵).
در استانداردهای سازمان بهداشت جهانی مربوط به سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۸۳ میلادی، میزان و حد کل جامدات محلول ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و حداکثر مجاز آن ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در آب آشامیدنی در نظر گرفته شده است (عودی، ۱۳۷۳).

۱-۲-۲- هدایت الکتریکی (EC)

هدایت الکتریکی معرف قدرت یونی یک محلول برای انتقال جریان برق است و واحد اصلی آن S/m و واحد کاربردی آن برای آب dS/m و mS/m می‌باشد. چون در محلول‌ها یون‌ها جریان برق را منتقل می‌کنند، از این رو EC با TDS رابطه دارد و اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی، نشانگر مناسبی در مورد کل مواد حل شده در آب است. قابلیت هدایت الکتریکی تابعی از حرارت است و در موقع اندازه‌گیری آن باید درجه حرارت (معمولاً ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد) قید شود (عودی، ۱۳۷۳). در محلول‌های رقیق رابطه این پارامتر به صورت زیر می‌باشد:

$$TDS = ۰.۵ \times EC$$

هرچه که غلظت ناخالصی‌ها در محلول زیاد باشد EC>۲ dS/m و TDS>۱۰۰۰ mg/L)، یون‌ها روی حرکت یکدیگر اثر منفی گذاشته و هدایت الکتریکی محلول دیگر تابع تعداد یون‌ها نمی‌باشد و بنابراین ارتباط بین TDS با EC از نمونه‌ای به نمونه دیگر متفاوت خواهد بود (چالکش امیری، ۱۳۸۱).

مواد و روش‌ها

قبل از انجام تحقیق از منطقه مورد بررسی واقع در شهرستان بندر انزلی در شمال غربی استان گیلان بازدید به عمل آمد و نمونه‌برداری از چاه‌های آن منطقه صورت پذیرفت. نمونه‌برداری در مهر و فروردین ماه سال ۱۳۹۳ آغاز شد و موقعیت چاه‌ها نیز با GPS ثبت گردید. از کل مساحت منطقه مورد مطالعه (۷/۲۹ کیلو متر مربع)، ۹/۴ کیلومتر مربع آن تالاب می‌باشد. در هر مرحله از نمونه‌برداری، نمونه‌های آب در ظرف پلاستیکی ۵/۰ لیتری که قبلاً با آب مقطر شسته شده بودند، جمع‌آوری گردید. به منظور جلوگیری از تغییرات شیمیایی، نمونه‌ها تا زمان آزمایش در یخچال نگه‌داری شدند. برای اندازه‌گیری TDS از هر نمونه ۲۵۰ میلی‌لیتر در بوته چینی ریخته و در حمام آب قرار داده شد و پس از تبخیر آب، بوته به مدت ۱ ساعت در آونی با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد. بوته پس از سرد شدن در دسیکاتور توزین گردید. با کسر وزن خالص بوته، مقدار جامدات محلول بدست آمده و به واحد میلی‌گرم بر لیتر تبدیل گردید. همچنین اندازه‌گیری هدایت الکتریکی با استفاده از EC متر انجام گرفت (علیزاده، ۱۳۸۲). در نهایت به منظور تجزیه داده‌های بدست آمده از نرم‌افزار آماری SAS و نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول یک که آماره‌های توصیفی مربوط به داده‌های اندازه‌گیری شده مربوط به دو پارامتر EC و TDS را نشان می‌دهد. حداقل مقدار EC در زمان نمونه‌برداری در فروردین و مهر ماه به ترتیب ۲۱۲ و ۵/۳۴۸ میکروموس بر سانتی‌متر بود که این مقادیر می‌تواند به حداکثر ۵/۹۵۴ میکرو موس بر سانتی‌متر در فروردین ماه و ۱۲۶۶ میکرو موس بر سانتی‌متر در مهر ماه برسد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که دامنه تغییرات EC در ماه فروردین (۲۴/۳۳) بیشتر از مهر (۷۹/۳۰) می‌باشد (جدول ۱).

میزان نمک‌های محلول در آب (TDS) در فروردین ماه حداقل ۵/۱۳۰ و حداکثر ۸۱۹ میلی‌گرم بر لیتر بود و در کل دامنه تغییرات میزان نمک‌های محلول در ماه فروردین نسبت به مهر کمتر می باشد. TDS در مهر ماه حداقل ۵/۱۲۵ و حداکثر ۵/۸۵۴ میلی‌گرم بر لیتر بود (جدول ۱). با توجه به اینکه دامنه تغییرات TDS در مهر ماه نسبت به فروردین بیشتر بوده است، می‌تواند حاکی از میزان تغییرات منطقه‌ای بیشتر بوده که به نظر می‌رسد عواملی نظیر شرایط جغرافیایی و مدیریت انسانی بیشترین نقش را در این تغییرات داشته است. نتایج به دست آمده نشان داد که رابطه بسیار قوی و معنی‌داری بین مقادیر EC و TDS در هر دو ماه مهر و فروردین وجود دارد (به ترتیب r=۹۵/۰ و r=۸۹/۰) که نشان می‌دهد که همبستگی EC و TDS در مهر ماه نسبت به فروردین ماه قوی‌تر بوده است.

جدول ۱- مقادیر آماره‌های توصیفی صفات کمی مورد بررسی

صفات	حداقل		حداکثر		میانگین		انحراف معیار		ضریب تغییرات (درصد)	
	فروردین	مهر	فروردین	مهر	فروردین	مهر	فروردین	مهر	فروردین	مهر
EC (mho/cm)	۲۱۲	۵/۳۴۸	۵/۹۵۴	۱۲۶۶	۰۱/۵۵۸	۷/۷۴۵	۵/۱۸۵	۶/۲۲۹	۲۴/۳۳	۷۹/۳۰
TDS (mg/l)	۵/۱۳۰	۵/۱۲۵	۸۱۹	۵/۸۵۴	۲/۳۳۲	۶/۴۷۷	۸/۱۴۱	۸/۱۷۸	۶۹/۴۲	۴۵/۳۷

در این بررسی به منظور مقایسه میانگین ماه‌های فروردین و مهر بر اساس پارامترهای EC و TDS از آزمون t استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار (p<۰۱/۰) بین آن‌ها به لحاظ هر دو پارامتر بود (جدول ۲) که می‌تواند نشان دهنده تأثیر معنی‌دار ماه و فصل سال بر مقدار عددی این دو پارامتر باشد. همچنین ماه‌های مورد بررسی با در نظر گرفتن هر دو پارامتر EC و TDS بطور هم‌زمان نیز از طریق آزمون T^2 هتلینگ (آزمون آماری چند متغیره و تعمیم یافته آزمون t) مورد مقایسه قرار

گرفتند که نتایج آن نیز حاکی از وجود اختلاف بسیار معنی‌دار بین این ماه‌ها به لحاظ این پارامترها بود (جدول ۳). در کل نتایج نشان داد که مقادیر EC و TDS در مهر ماه بیشتر از فروردین می‌باشد که احتمالاً به دلیل کوددهی فراوان در طی دوره کشت برنج در زمان های بهار و تابستان بوده که باعث افزایش EC و TDS گردیده است. لذا در زمان نمونه‌برداری (مهر ماه) این افزایش نمک با افزایش EC و TDS همراه بوده است. در ضمن مقادیر نسبتاً کمتر EC و TDS طی فروردین ماه احتمالاً ناشی از بارندگی زیاد در فصول پاییز و زمستان بوده باشد که باعث رقت و بنابراین شست شوی نمک و انتقال آن به سطوح پایین‌تر گردیده است.

جدول ۲- آزمون t جهت مقایسه میانگین ماه‌های فروردین و مهر بر اساس صفات مورد بررسی

صفات	واریانس	روش	درجه آزادی	مقدار t	سطح معنی‌داری
EC (mho/cm)	برابر	ادغام شده	۱۳۸	۳۲/۵	<۰۰۰۱/۰
TDS (mg/l)	برابر	ادغام شده	۱۳۸	۳۳/۵	<۰۰۰۱/۰

جدول ۳- آزمون هتلینگ T^2 جهت مقایسه ماه‌های فروردین و مهر بر اساس کلیه متغیرها

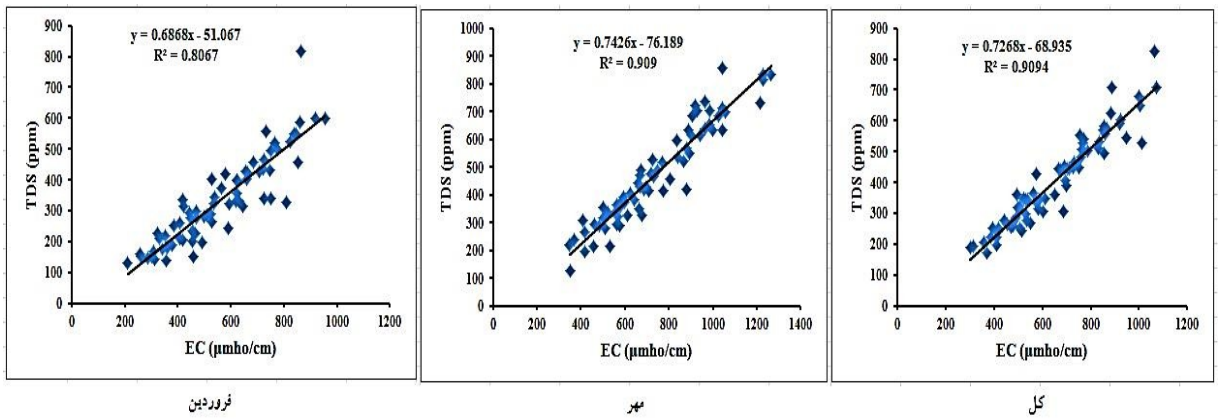
نوع ازمون	مقدار	مقدار F	سطح معنی‌داری
T^2 هتلینگ	۱۴/۱۱	۶۳/۷	<۰۰۱/۰

آب‌های زیر زمینی به طور طبیعی دارای یون‌های معدنی می‌باشند که این یون‌ها بصورت ذرات خاک، رسوبات و سنگ‌ها در آب حل می‌شوند. با افزایش یون‌ها در آب، مقدار EC افزایش می‌یابد. یون‌های دارای بار مثبت (Ca^{2+}، Na^{+} و ...) و دارای بار منفی (NO_3، PO_4^{3-} و ...) انتقال دهنده هدایت الکتریکی در محلول هستند. با افزایش EC، مقدار TDS هم افزایش می‌یابد. این رابطه که از قبل توسط پژوهشگران شناخته شده است، بصورت یک رابطه خطی بوده که از مبدأ مختصات می‌گذرد و بر اساس آن (معادله ۱) می‌توان با اندازه‌گیری EC مقدار TDS را اندازه‌گیری کرد.

$$TDS = b . EC \quad (۱)$$

در این معادله، b شیب خط رگرسیون بین پارامترهای EC و TDS می‌باشد که نشان دهنده میزان تغییر در مقدار TDS به ازای یک واحد تغییر در مقدار EC می‌باشد.

بر همین اساس رابطه بین TDS به عنوان متغیر وابسته و EC به عنوان متغیر مستقل از طریق برازش خطی ساده مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۱). نتایج حاصل از برازش در این بررسی نیز خطی بودن رابطه بین این دو پارامتر را نشان داد، طوریکه پارامتر EC توانست تغییرات قابل ملاحظه‌ای از تغییرات TDS را توجیه کند (R^2 بالا)، که این مقدار برای ماه‌های فروردین، مهر و در کل به ترتیب برابر با ۸۱/۰، ۹۱/۰ و ۹۱/۰ بود (شکل ۱).



شکل ۱- برازش خطی بین پارامترهای EC و TDS در کل و ماه‌های فروردین و مهر

منابع

چالکش امیری، م. ۱۳۸۱. اصول تصفیه آب، انتشارات ارکان اصفهان.
علیزاده، م. ۱۳۸۲. معرفی روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری آلودگی آب (ترجمه). انتشارات موج سبز تهران.
عودی، ق. ۱۳۷۳. کیفیت آب آشامیدنی، انتشارات محقق مشهد.
محمدی فتیده، م. ۱۳۶۴. شناخت آب سالم، انتشارات دانشگاه تبریز.
ولایتی، س. ۱۳۷۴. جغرافیای آب‌ها و مدیریت منابع آب، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
Carlson, G. ۲۰۰۵. Total Dissolved Solids from conductivity. Technical Support, In-Situ Inc.

Clesceri L.S., Greenberg A. E. and Eaton A.D. ۱۹۹۸. Standard methods for the examination of water and waste water. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation.

Newcombe C.P. and Macdonald D.D. ۱۹۹۱. Effects of Suspended Sediments on Aquatic Ecosystems North American. Journal of Fisheries Management, ۱۱: ۷۲-۸۲-۱۹۹۱.

Lake I., Lovett A., Hiscock K., Betson M., Foley A. and Sünnenberg G. ۲۰۰۳. Evaluating factors influencing groundwater vulnerability to nitrate pollution: developing the potential of GIS. Journal of Environmental Management. (۶۸): ۳۱۵-۳۲۸.

Abstract

The high concentrations of total dissolved solid (TDS) such as CO_3 ,HCO_3, PO_4 ,NO_3,Ca, Mg and Na in water due to biological effects causes bad Oder and reduce clarity of water and photosynthesis in plants and also increase of water temperature and final decries human healthy and more economic cost. The goal of this research was determine of relationship between EC and TDS of and also this this two parameter changes in groundwater of Bandar Anzali area. The results showed that there is a high correlation and significant relationship between of EC and TDS. Also the difference between of seasons was significant according to the results of means comparison based on EC and TDS separately and also considering both parameters simultaneously. The results of this study can much help to groundwater Beneficiaries.

بررسی کیفیت لجن فاضلاب خشک شده تصفیه خانه فاضلاب شهری شاهین شهر اصفهان و کاربرد آن برای کشاورزی

حمیدرضا رحمانی [۱] ، حامد رضایی [۱]
۱- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

چکیده
این تحقیق طی یک سال با نمونه برداری فصلی از لجن فاضلاب اانجام شد. نتایج نشان داد مقادیر کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل در هیچ کلاس از استانداردها واقع نشده و استفاده مجدد از این لجن ها با شرایط فعلی از نظر بهداشتی محدودیت دارد. مقادیر pH، ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، جامدات کل، مواد آلی و رطوبت به استثنای منیزیم در دامنه مقادیر معمول قرار داشت. نسبت کربن به ازت دامنه مقادیر ۴۱/۷ تا ۴۵/۹ (میانگین ۲۴/۸) را داشته که نسبت به مقدار معمول آن در لجن بسیار پایین تر است. ازت آلی درصد بالایی از ازت کل را به خود اختصاص داد. هدایت الکتریکی لجن مورد بررسی نیز دامنه ۸/۸ - ۵ (میانگین ۵۵/۶) دسی زیمنس بر متر را دارد. در مجموع ارزش کودی لجن مورد بررسی نسبتا بالا بوده و کاربرد آنها در کشاورزی به عنوان کود بدون در نظرگرفتن جمعیت میکروبی مفید بوده و سبب حاصلخیزی خاک و رشد گیاه می‌شود.
واژه‌های کلیدی : استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست امریکا، کلیفرم مدفوعی و کل، لجن خشک.

مقدمه
با توجه به فقر مواد آلی در خاک های مناطق خشک و این که ماده آلی در خاک نقش موثری در حفظ مواد غذایی و آب داشته و همچنین از تخریب خاک جلوگیری می کند استفاده از ترکیبات آلی بیولوژیک در اراضی کشاورزی در دنیا جهت افزایش مواد آلی و مواد غذایی خاک صورت گرفته و جایگزین کود شیمیایی می‌گردد. از طرف دیگر ترکیبات سمی همراه این ترکیبات آلی را نباید از نظر دور داشت و پایش خود ترکیبات و محیط زیست تحت استفاده آن‌ها از جمله عرصه کشاورزی و اثرات این ترکیبات بر خاک و گیاه جهت یافتن محدودیت‌ها و مزیت‌های مربوطه یک نیاز حیاتی است. لذا کاربرد لجن فاضلاب بر پایه مدیریت صحیح و رساندن ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آن در سطح استانداردهای بین المللی می‌تواند از ارزش های بالقوه این منبع به نحو شایسته و مطلوبی برخوردار گردد.
دفع لجن فاضلاب یکی از مشکلات زیست محیطی است که جوامع امروزی با آن مواجه‌اند .از طرفی این ماده سرشار از مواد مغذی مورد نیاز گیاهان مثل نیتروزن و فسفر بوده، می‌تواند اثرات مثبتی بر عملکرد گیاهان، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاك داشته باشد(Evanylo, ۱۹۹۹; McBride, ۱۹۹۸ and Kilbride, ۲۰۰۶) . بنابراین پیشنهاد استفاده از لجن فاضلاب در زمین‌های کشاورزی پیشنهاد خوبی به نظر می‌رسد، چرا که از یك طرف مشکل دفع این ماده برطرف شده و از طرف دیگر این ماده به عنوان یك کود آلی ارزشمند مورد استفاده قرار گرفته است (Stehouwer, ۲۰۰۳). اما لجن فاضلاب دارای باکتری ها، ویروس ها و سایر میکروارگانیزم های مولد بیماری و یا فلزات سنگین و ترکیبات آلی سمی نیز می باشد که می تواند استفاده از آن سبب آلودگی محصولات کشاورزی و تهدید سلامت انسان و حیوان شود .(Bolan and Duraisamy, ۲۰۰۳)
در ایران نیز تا پایان سال ۸۱ تعداد ۵۰ تصفیه خانه شهری در سطح کشور در حال بهره‌برداری بوده‌اند که در پایان سال ۸۲ تعداد آنها به ۷۵ تصفیه خانه افزایش پیدا کرده است که به معنی افزایش روز افزون میزان لجن تولیدی است و باید راهکارهایی برای دفع مناسب آن یافت. (Shayegan and Afshari, ۲۰۰۵) گزینه‌های مختلفی برای دفع نهایی لجن وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها، سوزاندن، دفع در محل‌های دفن بهداشتی و استفاده در کشاورزی است .علاوه برروش‌های یاد شده، روش‌های جدیدی نیز در سال‌های اخیر گسترش پیدا کرده است که می‌توان استفاده از لجن به عنوان ماده خام برای تولید آفت‌کش‌ها (Yan,۲۰۰۷) اشاره نمود.
هدف از انجام این تحقیق، بررسی امکان استفاده از لجن خشک شده تصفیه خانه فاضلاب شاهین‌شهر به عنوان کود در کشاورزی می‌باشد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در تصفیه خانه فاضلاب شاهین شهر با ظرفیت ۲۴۸۲۰ هزار متر مکعب انجام شد. نمونه‌برداری از لجن تولیدی خشک شده بصورت فصلی از پاییز ۱۳۹۱ تا تابستان ۱۳۹۲ صورت گرفت. نمونه‌ها در ظروف استریل برداشت و برای جلوگیری از تغییر وضعیت نمونه‌ها و حفظ شرایط واقعی تا انتقال به آزمایشگاه در شرایط مناسب از نظر درجه حرارت (بین صفر تا ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری گردیدند (U.S.EPA., ۱۹۸۳; Standard, ۱۹۹۲). برای نمونه‌های جمع آوری شده در این تحقیق پارامترهای کلیفرم مدفوعی، کلیفرم کل، pH، هدایت الکتریکی، درصد جامدات کل، رطوبت، مواد آلی، ازت، فسفر، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، ازت نیتراتی، ازت آمونیمی و نسبت کربن به ازت مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش ها با استفاده از روش های استاندارد ذکر شده در مراجع معتبر انجام و نتایج گزارش شدند . (U.S.EPA., ۱۹۸۳; Standard, ۱۹۹۲)

نتایج و بحث

الف) بررسی خصوصیات فیزیکی لجن فاضلاب

دامنه مقادیر و میانگین pH، درصد جامدات کل، مواد آلی و رطوبت نمونه ها در جدول ۱ آمده است. مقایسه مقادیر با مقادیر معمول خصوصیات ذکر شده نشان می‌دهد، پارامترهای ذکر شده در دامنه مقادیر معمول قرار داشته و بنابراین کاربرد لجن از این نظر برای مصارف مختلف از جمله مصرف به عنوان کود در کشاورزی محدودیتی ندارد. این نتایج با داده های بینا و همکاران (۱۳۸۳) که کیفیت لجن خشک شده تصفیه خانه‌های مختلف اصفهان را مورد بررسی قرار داده‌اند، مطابقت دارد. بررسی های آماری نیز نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار میانگین مقادیر با محدوده مجاز می‌باشد (P<۰.۰۵).

میانگین درصد مواد آلی لجن در تصفیه خانه شاهین‌شهر در این تحقیق در فصول مختلف از نتایج بینا و همکاران (۱۳۸۳)کمتر است اما حداکثر مواد آلی ۸/۴۵ درصد در لجن اندازه‌گیری شده که نشانگر بالا بودن مواد آلی لجن و ضعیف بودن هضم بی‌هوازی و تثبیت آن است.

جدول ۱- میانگین مقادیر پارامترهای فیزیکی لجن در تصفیه خانه فاضلاب شاهین‌شهر

پارامتر	pH	درصد جامدات کل	درصد مواد آلی	درصد رطوبت
میانگین مقادیر نمونه ها	۶۶/۶	۶۲/۶۲	۰۵/۳۷	۳۸/۳۷
(Bina et al., ۲۰۰۵)	۶ - ۹	۵۰ -۷۰	۵۰ - ۲۵	۳۰ - ۵۰

ب) بررسی کیفیت لجن فاضلاب مورد بررسی از نظر ارزش کودی

مطابق جدول ۲ در لجن مورد بررسی، مقایسه میانگین و دامنه مقادیر درصد ازت و فسفر با مقادیر معمول ارائه شده نشان می‌دهد که این مقادیر از مقادیر معمول ارائه شده توسط Sullivan (۱۹۹۸) بسیار کمتر بوده اما در دامنه مقادیر معمول ارائه شده توسط (Bina et al., ۲۰۰۴) قرار دارند. مقادیر پتاسیم لجن نیز در دامنه مقادیر Bina et al., (۲۰۰۴) قرار دارد اما از مقادیر معمول ارائه شده توسط Sullivan (۱۹۹۸) بسیار بالاتر است. مقادیر کلسیم لجن در دامنه مقادیر معمول ارائه شده توسط Sullivan (۱۹۹۸) قرار داشته اما مقادیر منیزیم لجن از دامنه مقادیر معمول ارائه شده توسط Sullivan (۱۹۹۸) کمتر است. لذا با توجه به مقایسات انجام شده میزان ازت و فسفر و پتاسیم با توجه به حدود Bina et al., (۲۰۰۴) و میزان کلسیم با توجه به حدود Sullivan (۱۹۹۸) جهت کاربرد در کشاورزی محدودیت ندارند اما میزان منیزیم از این جهت کم بوده و محدود کننده است.

جدول ۲- میانگین پارامترهای ارزش کودی لجن در تصفیه خانه فاضلاب شاهین‌شهر در فصول مختلف

	ازت(%)	فسفر(%)	پتاسیم(%)	کلسیم(%)	منیزیم(%)
میانگین	۳۴/۲	۴۰/۱	۶۵/۰	۷۲/۱	۲۶/۰
((Bina et al., ۲۰۰۴	۱/۰ - ۵/۳	۳/۰ - ۵/۳	۱/۰ - ۸/۲	-	-
((Sullivan, ۱۹۹۸	۸-۳	۳-۵/۱	۶/۰-۱/۰	۴-۱	۸/۰-۴/۰

جدول ۳ میانگین کربن، ازت نیتراتی، ازت امونیمی، ازت الی، هدایت الکتریکی و نسبت کربن به ازت را نشان می‌دهد. درصد کربن لجن مورد بررسی بین ۶/۲۶- ۲/۱۳ با میانگین ۵/۲۱ درصد بوده که در دامنه مقادیر معمول (۲۰۰۴) ,.Bina et al که برابر با (۵۰-۸%) است، قرار دارد اما در مجموع حد پایین مقادیر معمول ذکر شده را داراست. درصد کربن لجن در فصل تابستان کمترین و در فصل زمستان بیشترین است. بنابراین با داشتن کربن یا مواد آلی در لجن و کاربرد آن در خاک سبب افزایش مواد آلی خاک می شود و این یک اثر مثبت است.

نسبت کربن به ازت دامنه مقادیر ۴۱/۷ تا ۴۵/۹ را دارا بوده که کمترین مقدار خود را در پاییز و بیشترین مقدار خود را در تابستان نشان می‌دهد. میانگین آن برابر ۲۴/۸ بوده که نسبت به مقادیر معمول ارائه شده توسط (۲۰۰۴) ,.Bina et al بسیار پایین‌تر است. ازت آلی با محاسبه از کسر ازت معدنی (ازت نیتراتی + ازت آمونیمی) از ازت کل بدست آمده است. این ازت در لجن در فصل تابستان کمترین و در فصل زمستان بیشترین بوده و درصد بالایی از ازت کل را به خود اختصاص می دهد (حدود ۷۸ درصد). نتایج بدست آمده مطابق با مطالعات پیشین می‌باشد (EPA, ۱۹۹۵). بیشترین ازت آلی لجن مربوط به مواد جامد آلی لجن می‌باشد (EPA, ۱۹۹۵).

مقادیر دو نوع ازت نیتراتی و آمونیمی در دامنه مقادیر معمول قرار دارد (Sommers, ۱۹۷۷; Furr et al., ۱۹۷۶) و محدودیتی ندارند. در مطالعه حاضر مقدار ازت آمونیمی لجن در اینجا حدود ۵ برابر ازت نیتراتی است.

هدایت الکتریکی لجن در این مطالعه در دامنه ۸/۸ - ۵ (میانگین ۵۵/۶) دسی زیمنس بر متر قرار داشت. کمترین مقدار آن در فصل پاییز و بیشترین مقدار را در فصل زمستان اندازه‌گیری شد. مقایسه این نتایج با بررسی‌های دیگر نشان می‌دهد لجن در مجموع دارای املاح بوده و می‌تواند سبب شوری در خاک شود (EPA, ۱۹۹۵; Wong, ۲۰۰۰).

در مجموع ارزش کودی لجن مورد بررسی نسبتا بالا بوده و حاوی مقادیر قابل توجهی مواد مغذی ضروری برای رشد گیاه می باشد. بنابراین کاربرد آنها در کشاورزی به عنوان کود از این نظر بدون در نظرگرفتن سایر پارامترهای مورد بررسی بلامانع و مفید بوده و سبب حاصل‌خیزی خاک می‌شود.

جدول ۳- میانگین و دامنه مقادیر سایر پارامترهای ارزش کودی لجن تصفیه خانه فاضلاب شاهین‌شهر در فصول مختلف

فصل	ازت/کربن	هدایت الکتریکی (ds/m)	ازت آمونیومی(%)	ازت نیتراتی (%)	ازت آلی(%)	کربن(%)
میانگین	۲۴/۸	۵۵/۶	۲/۰	۰۳۸/۰	۴۳/۲	۵۳/۲۱
Bina et al., ۲۰۰۴	۲۰	-	-	-	-	۸ - ۵۰
Furr et al.,۱۹۷۶	-	-	۶۵/۰	۰۵/۰	-	-

ج) بررسی کیفیت لجن از نظر بهداشتی

میانگین جمعیت کلیفرم کل و مدفوعی نمونه‌های لجن در فصول مختلف در جدول ۴ آمده است. استاندارد EPA تعیین می‌کند که برای کاربرد لجن در اراضی کشاورزی اگر تعداد کلیفرم آن زیر ۱۰۰۰ باشد استفاده از لجن بدون محدودیت (کلاس A) است اما اگر تعداد کلیفرم لجن بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰۰(کلاس B) باشد کاربرد آن با محدودیت‌هایی همراه است. در صورتی‌که تعداد کلیفرم لجن از تعداد ۲۰۰۰۰۰۰ فراتر رود لجن تولیدی با این تعداد کلیفرم نمی تواند در اراضی کشاورزی به کار رود.

جدول ۴ - میانگین جمعیت کلیفرم لجن تصفیه خانه فاضلاب شاهین‌شهر در فصول مختلف

کلیفرم کل(MPN/g)	کلیفرم گوارشی(MPN/g)
۲۳۳ × ۱۰^۸	۱۱۱ × ۱۰^۸

در مجموع از نظر بهداشتی لجن مورد بررسی قابلیت کاربرد در اراضی کشاورزی را نداشته و محدودیت استفاده دارد. لازم است برای کاهش آلودگی این لجن طی فرایند تولید آن توسط تصفیه خانه تدابیری برای کاهش پاتوژن اتخاذ گردد. لذا بهتر است کلاً دفع یا استفاده مجدد از این لجن‌ها به هر شکل در محیط زیست که مغایر با اصول حفاظت محیط زیست می‌باشد صورت نگرفته و با این شرایط از این لجن برای کشاورزی استفاده نکرد.

منابع

Bina, B., Movahedian Atar, H., and Amin, A. A. ۲۰۰۴. Investigation on the quality of dried activated sludge in Isfahan WWTPS. Journal of Water & Wastewater. ۴۹: ۳۴-۴۳.

Bolan, N. S., and Duraisamy, V. P. ۲۰۰۳. Role of inorganic and organic soil amendments on immobilization and phyto-availability of heavy metals: a review involving specific case studies. Australian Journal of Soil Research. ۴۱:۵۳۳-۵۵۵.

EPA. ۱۹۹۵. Process design manual land application of sewage sludge and domestic Septage, EPA/۶۲۵/R-۹۵/۰۰۱. U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development National Risk management Research Laboratory Center for Environmental Research Information Cincinnati, Ohio. ۳۰۱ p.

Evanylo, G.K. ۱۹۹۹. Agricultural land application of bio-solids in Virginia: risks and concerns, department of crop and soil environmental sciences, Virginia Tech, Virginia Cooperative Extension Publication, ۳۰۴- ۴۵۲.

Furr, A., Lawrence, A., Tong, S., Grandolfo, M., Hofstadter, R., Bache, C., Guttmann, W., and Lisk, D. ۱۹۷۶. Multi-element and chlorinated hydrocarbon analysis of municipal sewages of American cities. Environmental Science and Technology. ۱۰:۶۸۳-۶۸۷.

Kilbride, C. ۲۰۰۶. Application of sewage sludge and composts, Note ۶ BPG (Best Practice Guidance for land regeneration), forest research (the research agency of forestry commission), The Land Regeneration and Urban Greening Research Group. www.forestresearch.gov.uk.

McBride, M.B. ۱۹۹۸. Growing food crops on sludge-amended soils problems with the U.S. Environmental Protection Agency method of estimating toxic metal transfer. Environmental Toxicology and Chemistry. ۱۷: ۲۲۷۴-۲۲۸۱.

Shayegan, J., and Afshari, A. ۲۰۰۵. Investigation on municipal and Industrial Wastewater in Iran. Water & Wastewater Journal, ۴۹: ۵۸-۷۰.

Sommers, L. ۱۹۷۷. Chemical composition of sewage sludge and analysis of their potential use as fertilizers. Journal of Environmental Quality. ۶:۲۲۵-۲۳۹.

Standard methods for the examination of water and wastewater. ۱۹۹۲. ۱۸th ed, American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environment Federation, Washington DC, USA. ۹۲۰ p.

Stehouwer, R. C. ۲۰۰۳. Land application of sewage sludge in Pennsylvania: Effects of bio-solids on soil and crop quality. Environmental Soil Issues, Pen State College of Agric. Sci., University Park, PA.

Sullivan. D. ۱۹۹۸. Fertilizing with bio-solids PNW ۵۰۸. Oregon State Univ. Corvallis. ۱۲ p.

U.S. EPA. ۱۹۸۳. Process design manual for land application of municipal sludge. EPA-۶۲۵/۱- ۸۳ ۰/۶.adopted from www.epa.gov.

Wong, J. W. C., and Wong, M. H. ۲۰۰۰. The growth of *Brassica chinensis* in heavy-metal-contaminated sewage sludge compost from Hong Kong. Journal of Agriculture Ecosystems and Environmental. ۸۱: ۲۰۹-۲۱۶.

Yan, S., Bala Subramanian, S., Mohammedi, S., Tyagi, R. D., Surampalli, R. Y., and Lohani, B. N. ۲۰۰۷. Wastewater Sludge as a raw material for Biopesticides Production- Impact of seasonal variations. Proceedings of IWA special conference on facing sludge diversities, challenges, risks an opportunities, (IWA Antalya ۲۰۰۷), ۲۸-۳۱ March, Belek, Antalya, Turkey.

Abstract

This research was done by sewage sludge sampling for one year. Results showed that the total and fecal coli forms did not classify in any standard ranges, so disposing and reuse of the sewage is limited in this condition. The values of pH, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, total solids, organic matter and moisture were classified in normal ranges of various uses except of magnesium and using of the sewage is not restricted. The carbon to nitrogen ratio (C/N) was significantly lower than the normal range and ranged from ۷.۴۱ to ۹.۴۵. Organic nitrogen composed the highest percentage of the total nitrogen. Also, the electrical conductivity ranged from ۵ to ۸.۸ ds/m (the average was ۶.۵۵).. Overally, using of the Shahin-Shahr sewage as a fertilizer could be useful because of its essential nutrients for plants growth regardless to its fecal and total coli forms.

بررسی برخی خصوصیات و غلظت عناصر سنگین در لجن فاضلاب خشک شده تصفیه خانه شمال اصفهان

حمیدرضا رحمانی [۱] و اکبر گندمکار [۲]
عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ۲- موسسه تحقیقات خاک و آب سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی تهران

مقدمه

دفع لجن فاضلاب یکی ازمشکلات زیست محیطی است که جوامع امروزی باآن مواجه‌اند .ازطرفی این ماده سرشارازمواد مغذی موردنیازگیاهان مثل نیتروزن وفسفر بوده ،می‌تواند اثرات مثبتی برعملکردگیاهان،خصوصیات فیزیکی، شیمیای یوبیولوژیکی خاک داشته باشد(Evanylo, ۱۹۹۹; McBride, ۱۹۹۸Kilbride, ۲۰۰۶). بنابراین پیشنهاد استفاده ازلجن فاضلاب درزمین‌های کشاورزی پیشنهادخوبی به نظرمی‌رسد،چرا که ازیك طرف مشکل دفع این ماده برطرف شده و ازطرف دیگر این ماده به عنوان یك کود الی ارزشمند مورد استفاده قرارگرفته است (Stehouwer, ۲۰۰۳). اما لجن فاضلاب دارای باکتریها،ویروسهاوسایرمیکروارگانیزمهای مولد بیماری ویافلزاتسنگینو ترکیبات آلیسمی نیز میباشدکه میتواند استفاده ازآن سبب آلودگی محصولات کشاورزی و تهدید سلامت انسان وحیوان شود .(Bolan and Duraisamy, ۲۰۰۳)لذا لازم است کلیه پارامترهای آن در حد مجاز باشد. یکی از مشکلات مذکور قابلیت دسترسی فلزات سنگین درخاك وپتانسیل آلودگی آب‌های زیرزمینی توسط این فلزات وابسته به غلظتك لآن‌هادرمحلول خاك است.اما درغلظت‌های مساوی این فلزات درمحلول خاکه ممکن است قابلیت‌های جذب گیاهی متفاوتی مشاهده شودکه این امربه دلیل تفاوت درتوزیع گونه‌های فلزات درمحلول خاك است.(Hirsch and Banin, ۱۹۹۵; Holam et al., ۱۹۹۵)

لجن فاضلاب علاوه برتأثیربرغلظت عناصرغذایی موجوددرخاك، برخواص شیمیایی خاک ،مانند pH، قابلیت هدایت الکتریکی وظرفیت تبادل کاتیونی نیزاثرمیگذارد(Luvisa and Stig, ۲۰۰۶; Singh and Agrawal, ۲۰۱۰)درتحقیقی که درایالت واشنگتن آمریکا انجام شد،بعدازاستفاده ۱۷ ساله ازلجن فاضلاب شهری درجنگل،مشاهده شدکه کربن،نیتروژن وظرفیت تبادل کاتیونی خاك،افزایش و pHخاك کاهش یافته که این امر محدود به افق Aبوده است (Singh and Agrawal, ۲۰۱۰). بسیاری ازمحققان گزارش کرده اند که با اضافه کردن لجن فاضلاب به خاك، pHخاك کاهش می یابد. آنها،دلیل این کاهش را،تجزیه موادآلی موجوددرلجن میدانندکه منجربه تولیداسیدکربنی کواسیدهایآلی مثل اسیدسیتریک،اسیدمالی کوپرو پیوندی کم یشودوالبته نیتریفیکاسیون،سولفوری کاسیون و اکسید اسید و مواد آلی نیز در این مورد مؤثر است. (Luvisa and Stig, ۲۰۰۶)

هدف از انجام این تحقیق بررسی قابلیت ها و محدودیت های لجن فاضلاب تصفیه خانه شمال اصفهان برای کاربرد آن به عنوان کود در اراضی کشاورزی است.

موادوروش‌ها

این تحقیق درسال ۱۳۹۱و ۱۳۹۲درتصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان با ظرفیت ۳۶۵۰۰ هزار متر مکعب انجام شد.نمونه‌برداری از لجن تولیدی خشکشده بصورت فصلی از پاییز ۱۳۹۱ تا تابستان ۱۳۹۲ صورت گرفت. نمونه‌هادر ظروف استریل برداشت وبرای جلوگیری از تغییروضعیت نمونه‌هاوحفظ شرایط واقعیت انتقال به آزمایشگاه درشرایط مناسب ازنظر درجه حرارت (بین صفرتا ۴ درجه سانتي‌گراد) نگهداری گردیدند (U.S.EPA., ۱۹۸۳; Standard, ۱۹۹۲).

برای نمونه‌های جمع آوری شدهدراین تحقیق پارامترهای pH، درصد جامدات کل، مواد آلی، رطوبت و غلظت عناصر سنگین سرب، کادمیم، نیکل، مس، آهن، منگنز، روی، کبالت، کروم و آرسنیک موردبررسی قرارگرفتند.آزمایشها با استفاده ازروشهایاستانداردذکرشده درمراجع معتبر انجام ونتایج گزارش شدند . (U.S.EPA., ۱۹۸۳; Standard, ۱۹۹۲)

نتایج وبحث

الف) بررسیخصوصیات فیزیکی لجن فاضلاب

دامنه مقادیر و میانگین pH، درصد جامدات کل، مواد آلی و رطوبت نمونه ها در جدول ۱ آمده است. مقایسه مقادیر با مقادیر معمول خصوصیات ذکر شده نشان می‌دهد، پارامترهای ذکر شده در دامنه مقادیر معمول قرار داشته و بنابراین کاربرد لجن از این نظر برای مصارف مختلف از جمله مصرف به عنوان کود در کشاورزی محدودیتی ندارد. این نتایج با داده های بینا و همکاران (۱۳۸۳) که کیفیت لجن خشک شده تصفیه خانه‌های مختلف اصفهان را مورد بررسی قرار داده‌اند، مطابقت دارد.

درصد مواد آلی لجن در تصفیه خانه شمال اصفهان در این تحقیق در دامنه معمول نتایج بینا و همکاران (۱۳۸۳) قرار دارد. حداکثر مواد آلی ۵۲/۴۳ درصد در لجن اندازه‌گیری شده، نشانگر بالا بودن مواد آلی لجن و ضعیف بودن هضم بي‌هوازی و تثبیت آن است. از طرف دیگر pH زیر ۷ در تحقیق حاضر نیز بیان کننده عدم تثبیت لجن مي‌باشد (Bruce, ۱۹۸۴; Metcalf and Eddy, ۲۰۰۳).

خصوصیات لجن بسته به خصوصیات پساب فاضلاب و فرآیندهای تصفیه و آماده سازی لجن متغیر است. لجن تولیدی می‌تواند سوسپانسیونی از لجن مایع با مواد جامد کل ۴ درصد تا یک ترکیب جامد با درصد مواد جامدات کل ۹۰ درصد متغیر باشد. همچنین درصد رطوبت آن در شرایط لجن جامد بین ۲۰ تا ۵۰ باشد. در این بررسی میانگین درصد جامدات کل لجن حدود ۶۰ و میانگین رطوبت لجن حدود ۴۰ در صد بوده است که نشانگر یک لجن جامد با درصد غالب مواد جامد بالای ۶۰ درصد است و رطوبت آن در حد مقدار معمول لجن است.

جدول ۱- میانگین مقادیر پارامترهای فیزیکی لجن در تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان

پارامتر	pH	درصد جامدات کل	درصد مواد آلی	درصد رطوبت
میانگین مقادیر نمونه ها	۹۳/۶	۵۲/۵۸	۴۰/۴۱	۴۸/۴۱
(بینا و همکاران، ۱۳۸۳)	۶ - ۹	۵۰ -۷۰	۵۰ - ۲۵	۳۰ - ۵۰

ب) بررسی کیفیت لجن فاضلاب مورد بررسی از نظر غلظت عناصر سنگین

میانگین غلظت قابل جذب عناصر سنگین مختلف در جدول ۲ آمده است. مطابق جدول ۲ در لجن مورد بررسی، حداقل میانگین غلظت قابل جذب عناصر سنگین برای عنصر کروم با دامنه غلظت ۳۵/۰ -۱/۰ و میانگین ۱۸/۰ میلی گرم در کیلوگرم و در مقابل بیشترین میانگین غلظت قابل جذب عناصر سنگین برای عنصر آهن با دامنه غلظت ۳۷۰-۵/۴۲۲ و میانگین غلظت ۶۷/۴۰۱ میلی گرم در کیلوگرم بوده است. غلظت قابل جذب عنصر در لجن بخشی از غلظت کل عنصر سنگین در لجن است که برای گیاه در دسترس بوده و می تواند توسط گیاه جذب شود. بنابر این لجن مورد بررسی برای عناصر غذایی مس، روی، منگنز وآهن دارای غلظت قابل جذب قابل توجه بوده و برای کاربرد در کشاورزی وضعیت خوبی را داراست اما غلظت قابل جذب سرب، کبالت، نیکل، کروم و کادمیم هم در لجن وجود دارد و باید میزان غلظت این عناصر در خاک و گیاه به صورت دائم پایش شود.

طبق برآورد انجام شده در جدول ۲، میزان بار سالیانه غلظت عناصر سنگین با توجه به کاربرد ۱۵ تن در هکتار لجن در اراضی کشاورزی در سال برابر ۱۷۴/۰، ۰۱۶/۰، ۳۶۹/۰، ۳۳/۰، ۰۹۶/۰، ۰۳/۸۲، ۶۷/۴، ۳۹/۱۲، ۵۴/۵ کیلوگرم در هکتار بترتیب برای سرب، کادمیم، کبالت، کروم، نیکل، آهن، منگنز، روی و مس بوده است. بیشترین بارسالیانه مربوط به عنصر آهن و کمترین آن مربوط به عنصرکادمیم بوده است.

جدول ۲- غلظت قابل جذب عناصر سنگین لجن در تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان (mg/kg)

عنصر	غلظت	میزان بار سالیانه (کاربرد ۱۵ تن در هکتار لجن((kg/ha/year	عنصر	غلظت	میزان بار سالیانه (کاربرد ۱۵ تن در هکتار لجن(kg/ha/year)
Pb	۶۱/۱۱	۱۷۴/۰	Fe	۶۸/۵۴۶۸	۰۳/۸۲
Cd	۰۷/۱	۰۱۶/۰	Mn	۱۷/۳۱۱	۶۷/۴
Co	۶۱/۲۴	۳۶۹/۰	Zn	۱۷/۸۲۶	۳۹/۱۲
Cr	۲۲	۳۳/۰	Cu	۱۸/۳۶۹	۵۴/۵
Ni	۴/۶	۰۹۶/۰			

جدول ۳- حدود مجاز غلظت عناصر سنگین در لجن فاضلاب طبق استاندارد EPA ۵۰۳

عنصر	غلظت استاندارد (mg/kg)	غلظت بارسالیانه (kg/ha/year)	استاندارد بار سالیانه((kg/ha/year	P value	حداکثر غلظت آلاینده در لجن(mg/kg)
Pb	۳۰۰	**۱۷۴/۰	۱۵	**۰۰/۰	۳۰۰
Cd	۳۹	**۰۱۶/۰	۹/۱	**۰۰/۰	۸۵
Co	۱۵۰۰	۳۶۹/۰	-	-	-
Cr	۱۲۰۰	**۳۳/۰	۱۵۰	**۰۰/۰	-
Ni	۴۲۰	**۰۹۶/۰	۲۱	**۰۰/۰	۴۲۰
Fe	-	۰۳/۸۲	-	-	-
Mn	-	۶۷/۴	-	-	-
Zn	۲۸۰۰	**۳۹/۱۲	۱۴۰	**۰۰/۰	۲۸۰۰
Cu	۱۵۰۰	**۵۴/۵	۷۵	**۰۰/۰	۱۵۰۰

((P<۰.۰۱میباشد = نشان دهنده اختلاف معني‌دار در سطح ۰۱/۰ **

جدول ۳ حدود مجاز غلظت عناصر سنگین در لجن فاضلاب طبق استاندارد ۵۰۳ EPA را نشان می دهد. در این جدول ستون دوم حد مجاز غلظت عنصر در لجن، ستون سوم میزان بار سالیانه عنصر سنگین در لجن، ستون چهارم حد مجاز میزان بار سالیانه عنصر در لجن و ستون پنجم نتیجه مقایسه میزان بارسالانه عنصر در لجن با حد مجاز و ستون ششم حدکثر غلظت آلاینده در اثر استفاده از لجن را نشان می دهد. با توجه به ستون پنجم جدول ۳ مشخص می گردد مقادیر بار سالیانه در لجن از نظر غلظت کل عناصر سنگین در مقایسه با حد مجاز کمتر بوده و محدودیتی ندارد. همچنین از نظر آماری نیز مقایسه مقادیر با حد مجاز دارای اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می باشند.

در مقایسه میزان بار سالیانه عناصر سنگین با کاربرد ۱۵ تن لجن در هکتار در سال با حد مجاز EPA (جدول ۳) مشخص می گردد باستثنای عناصر کبالت، آهن و منگنز که حد مجاز در این ارتباط برای آنها ذکر نشده است سایر عناصر سنگین مورد بررسی دارای میزان غلظت بار سالیانه کمتر از حد مجاز بوده و محدودیتی از این نظر ندارند. در مجموع از نظر میزان بار سالیانه با کاربرد ۱۵ تن در هکتار لجن(kg/ha/year) بیشترین میزان مربوط به عنصر آهن و کمترین میزان مربوط به کادمیم است.

نتیجه گیری

با توجه به اینکه اضافه سازی عناصر غذایی از طریق لجن به خاک عامل مثبت استفاده از لجن است میتوان گفت در مجموع عناصر آهن، مس، روی و منگنز سالانه بترتیب برابر ۰۳/۸۲، ۵۴/۵، ۳۹/۱۲ و ۶۷/۴ کیلوگرم در هکتار در سال با کاربرد ۱۵ تن لجن در هکتار به خاک اضافه شده که مقادیر بالایی بوده و به تامین این عناصر غذایی در خاک کمک می کند. این ارقام در مقایسه با عناصر سنگین خطرناک مورد بررسی بسیار بالاتر بوده و مقادیر برای عناصر خطرناک مذکور زیر یک کیلوگرم در هکتار در سال است و همان طور که گفته شد از حد مجاز کمتر است.منابع

بینا، ب.، موحدیان عطار، ح.، امینی، ا.ع. ۱۳۸۳. بررسی کیفیت لجن خشک شده تصفیه خانه های فاضلاب اصفهان و کاربرد آن برای مصارف کشاورزی، مجله آب و فاضلاب، شماره ۴۹. صفحات ۳۴ تا ۴۳.

Bolan, N. S., Duraisamy, V. P. ۲۰۰۳. Role of inorganic and organic soil amendments on immobilization and phyto-availability of heavy metals: a review involving specific case studies. Australian Journal of Soil Research. ۴۱:۵۳۳-۵۵۵.

Bruce, A. M. ۱۹۸۴. Sewage sludge stabilization and disinfection. Hichester: Water Research Center/Ellis HorwoodLimite, Great Britain. ۶۲۴ p.

EPA. ۱۹۹۵. Process design manual land application of sewage sludge and domestic Septage, EPA/۶۲۵/R-۹۵/۰۰۱. U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development National Risk management Research Laboratory Center for Environmental Research Information Cincinnati, Ohio. ۳۰۱ p.

Evanylo, G.K. ۱۹۹۹. Agricultural land application of bio-solids in Virginia: risks and concerns, department of crop and soil environmental sciences, Virginia Tech, Virginia Cooperative Extension Publication, ۳۰۴- ۴۵۲.

Hirsch, D., Banin, A. ۱۹۹۰. Cadmium speciation in soil solution. Journal of Environmental Quality. ۱۹:۳۶۶-۳۷۲.

Holam, P. E., Christensen, T. H., Tjell, J. C., McGrath, S. P. ۱۹۹۵. Speciation of cadmium and zinc with application to soil solution. Journal of Environmental Quality. ۲۴:۱۸۳-۱۹۰.

Kilbride, C. ۲۰۰۶. Application of sewage sludge and composts, Note ۶ BPG (Best Practice Guidance for land regeneration), forest research (the research agency of forestry commission), The Land Regeneration and Urban Greening Research Group. www.forestresearch.gov.uk.

Luvisa, S.F., Stig, L. ۲۰۰۶. Effects of sewage sludge on pH and plant availability of metals in oxidisingsulphide mine tailings. J. Science of the Total Environmental, ۳۵: ۲۱-۳۵.

McBride, M.B. ۱۹۹۸. Growing food crops on sludge-amended soils problems with the U.S. Environmental Protection Agency method of estimating toxic metal transfer. Environmental Toxicology and Chemistry. ۱۷: ۲۲۷۴-۲۲۸۱.

Mesdaghinia, A.R., PanahiAkhavan, M., Naddafi, K., Moosavi, G.H. ۲۰۰۴. Waste Sludge Characteristics of a wastewater treatment plant compared with environmental standards. Iranian Journal of Public Health. ۳۳(۱): ۵-۹.

Metcalf and Eddy. ۲۰۰۳. Wastewater engineering; treatment, disposal, reuse, ۳rd ed. McGraw-Hill book Co, New York. ۱۳۳۴ p.

Singh R.P., Agrawal, M. ۲۰۱۰. Variations in heavy metal accumulation, growth and yield of rice plants grown at different sewage sludge amendment rates. J. Ecotoxicology and Environmental Safety, ۷۳: ۶۳۲-۶۴۱.

Standard methods for the examination of water and wastewater. ۱۹۹۲. ۱۸th ed, American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environment Federation, Washington DC, USA. ۹۲۰ p.

Stehouwer, R. C. ۲۰۰۳. Land application of sewage sludge in Pennsylvania: Effects of bio-solids on soil and crop quality. Environmental Soil Issues, Pen State College of Agric. Sci., University Park, PA.

U.S. EPA. ۱۹۸۳. Process design manual for land application of municipal sludge. EPA-۶۲۵/۱- ۸۳ ۰/۶.adopted from www.epa.gov.

بررسی غلظت عناصر سنگین در خاک و گیاه گندم اراضی کشاورزی اطراف صنعت سیمان سپاهان

حمیدرضا رحمانی [۱]، حمید ملاحسینی [۱]
۱- عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران

چکیده
جهت انجام این تحقیق، اراضی کشاورزی تحت کشت گندم اطراف صنعت سیمان سپاهان در سال ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری از گیاه گندم از اندام های مختلف شامل دانه، ساقه و ریشه و از خاک از عمق ۳۰ سانتیمتری سطح خاک انجام گردید. نتایج نشان داد غلظت عناصر سنگین کادمیم، نیکل، کروم و کبالت از حدود مجاز EPA,۱۹۹۹ در خاک فراتر بوده و محدودیت داشتند. در خوشه گیاه گندم تنها غلظت عناصر کروم، کبالت و کادمیم از حد معمول آن در گیاه فراتر بوده اما فقط در برخی نمونه ها غلظت کادمیم در دامنه غلظت بحرانی قرار داشت. در ساقه گیاه گندم غلظت عناصر مس و روی از حد مجاز آن در گیاه فراتر بوده و در دامنه غلظت بحرانی قرار داشت. در ریشه گیاه گندم در اراضی زراعی، هیچ یک از عناصر مورد بررسی باستثنای کبالت از حد معمول آن در گیاه فراتر نبوده و محدودیتی در آنها از این جهت نبود.

کلمات کلیدی: عناصر سنگین، حد مجاز، غلظت معمول و غلظت بحرانی

مقدمه
منابع اصلی ورود غیر طبیعی فلزات سنگین به جو بیشتر شامل کارخانه‌های ذوب و تصفیه فلزات، کوره‌های احتراق زغال سنگ و زباله‌هاست که منجر به آلودگی منابع خاك و آب در منطقه تأثیر پذیر از این کارخانه‌ها می‌گردد(تیلر، ۱۹۸۹ و پیج و همکاران، ۱۹۸۷ و هانگ و اسکندر، ۲۰۰۰). جذب فلزات سنگین از اراضی آلوده بوسیله گیاهان و بخصوص محصولات کشاورزی یکی از مهمترین راه‌های ورود این عناصر به زنجیره غذایی است (چنی، ۱۹۹۰). برخی از فلزات سنگین به سهولت بوسیله گیاهان جذب شده و در غلظت هایی که برای گیاهان سمی نیست در محصولات کشاورزی تجمع می‌یابد که مصرف این محصولات آثار زیان‌آوری در انسان دارد(جینگ و لگان، ۱۹۹۲). بنابراین فلزات سنگین که به هر نحو به خاکهای کشاورزی وارد می شوند باید در سطوحی نگهداری شوند که حداقل زیان را به گیاهان وارد نموده و کم‌ترین خطر مصرف را از طریق ورود به زنجیرة غذایی داشته باشند(اسمیت، ۱۹۹۴).

در تحقیقی که در اطراف صنایع در کشور نیجریه انجام شد مشخص گردید غلظت عناصر سنگین با فاصله از منبع آلاینده کاهش یافته و مقادیر قابل توجه از این عناصر در محصولات و گیاهان در اثر فرونشست ذرات معلق تجمع پیدا کرده است(کوزلاو و همکاران، ۱۹۹۴).

هدف از انجام این تحقیق بررسی غلظت عناصر سنگین در خاک و گیاه اطراف صنعت سیمان سپاهان بوده است.

مواد و روش‌ها
جهت انجام این تحقیق، اراضی کشاورزی تحت کشت گندم اطراف صنعت سیمان سپاهان در سال ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری از گیاه گندم از اندام های مختلف شامل دانه، ساقه و ریشه صورت گرفت. همچنین بررسی خاک نیز با انجام نمونه گیری لازم از عمق ۳۰ سانتیمتری سطح خاک انجام گردید. نمونه های برداشت شده به آزمایشگاه منتقل گردید و پارامترهای مورد نیاز در نمونه های خاک شامل اسیدیته، هدایت الکتریکی، کاتیون ها و آنیون ها، بافت خاک و غلظت عناصر سنگین مس، آهن، منگنز، روی، کادمیم، سرب، کروم، کبالت و نیکل و در گیاه درصد ماده خشک و غلظت عناصر سنگین ذکر شده فوق اندازه گیری گردید(page et. Al, ۱۹۸۲; Robert, ۱۹۹۰ and Pendias and Pendias, ۱۹۹۲). با پایان یافتن کار میدانی تحقیق، امور تجزیه و تحلیل داده های طرح با مقایسه با استانداردهای مربوطه انجام شد.

نتایج و بحث
الف)خاک

جدول ۱- بررسی بعضی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک اراضی زراعی گندم

تعداد ۱۱ نمونه	EC (ds/m)	pH	شن	لای	رس	بیکربنات	کلراید	منزیم+کلسیم	سدیم	سولفات	کربنات
			درصد			(meq/l)					
میانگین	۱.۷۳	۷.۵۴	۳۹.۵	۳۲	۲۸.۵	۴.۸۷	۱۳.۴	۱۶.۷۳	۱۴.۱	۱۲.۵۶	۰

جدول ۲- بررسی غلظت کل برخی عناصر سنگین (میلی گرم در کیلوگرم)در نمونه های خاک زراعی گندم

تعداد ۱۱ نمونه	Cu	Zn	Mn	Fe	Cd	Pb	Ni	Cr	Co
میانگین	۲۲.۶	۶۲.۲۵	۲۲۲.۶	۱۸۷۱۰	۲	۳.۳	۴۹.۷	۲۷.۴۵	۲۸.۶
EPA, *۱۹۹۹	-	۶۲۰	-	-	۰.۴	۴۰۰	۷	۲	۳۰
غلظت بحرانی*	۶۰-۱۲۵	۷۰-۴۰۰	-	-	۳-۸	۱۰۰	۱۰۰	۷۵-۱۰۰	-
غلظت معمول*	۲-۲۵	۱۰-۱۰۰	۱۰۰-۴۰۰	-	۰.۰۱-۲	۱۰-۱۵	-	-	۱-۴۰

***Pendias and Pendias, ۱۹۹۲; Allaway, ۱۹۹۰, Faust et al, ۱۹۸۱ and Guidline Manual, University of California.**

خاکهای اراضی زراعی دارای حدود ۴۰درصد ماسه، ۳۲ درصد سیلت و ۵/۲۸ درصد رس بوده و بافت متوسطی داشتند. شوری خاکها بین ۹۲/۰ تا ۵ دسی زیمنس بر متر بوده و از بدون شوری تا کمی شور متغیر بودند pH. خاکها دارای میانگین ۵۴/۷ و دامنه مقادیر ۶/۷- ۵/۷ بودندکه در حد معمول قرار داشتند(جدول ۱).

در جدول ۲ غلظت عناصر سنگین در نمونه های خاک اراضی زراعی آمده است. در مقایسه نتایج با حدود مجاز EPA,۱۹۹۹ می توان چنین تفسیر کرد که عناصر کادمیم، نیکل، کروم و کبالت از حدود مجاز ذکر شده فراتر بوده و محدودیت دارند. در مقایسه نتایج با سایر حدود مجاز ذکر شده در جدول، تنها عنصر کادمیم از دامنه غلظت معمول فراتر بوده و لی در محدوده غلظت بحرانی قرار ندارد.

ب)گیاه

در بررسی غلظت عناصر سنگین در دانه گیاه گندم(جدول ۳) در اراضی زراعی طبق داده ها و حدود مجاز مشخص گردید تنها غلظت عناصر کروم و کبالت از حد معمول آن در گیاه فراتر بوده اما در دامنه غلظت بحرانی قرار ندارد. اما عنصر کادمیم نه تنها از حد معمول فراتر بوده بلکه وارد حد بحرانی شده است. افزایش این غلظت به جذب عنصر فوق از محیط از جمله خاک و هوا ارتباط می یابد. برای غلظت عنصر آهن حد مجاز نیامده اما غلظت آن در نمونه ها بالاست.

جدول۳- غلظت عناصر سنگین در نمونه های گیاهی اراضی زراعی(دانه گندم)

تعداد ۱۶نمونه	Cu	Zu	Mn	Fe	Cr	Pb	Cd	Co
میانگین	۶.۲۵	۳۳.۱۱	۶۸/۲۲	۸۸/۸۷	۹۸۲/۰	n.d	۴.۷۳	۱.۷۳
غلظت بحرانی*	۲۰-۱۰۰	۱۰۰-۴۰۰	-	-	۵-۳۰	۳۰-۳۰۰	۵-۳۰	-
غلظت معمول*	۵-۲۰	۱۵-۱۰۰	۱۵-۱۰۰	-	۰.۲-۱	۰.۲-۲۰	۰.۱-۲.۴	۱۵/۰-۰۵/۰

***Pendias and Pendias, ۱۹۹۲; Allaway, ۱۹۹۰,Stevart , ۱۹۷۴ and Guidline Manual, University of California.**

در بررسی غلظت عناصر سنگین در خوشه گیاه گندم در اراضی زراعی طبق داده ها و حدود مجاز ذکر شده در جدول ۴ مشخص گردید تنها غلظت عناصر کروم، کبالت و کادمیم از حد معمول آن در گیاه فراتر بوده اما فقط در برخی نمونه ها غلظت کادمیم در دامنه غلظت بحرانی قرار داشت. افزایش این غلظت به جذب عنصر فوق از محیط از جمله خاک و هوا ارتباط می یابد.

جدول۴- غلظت عناصر سنگین در نمونه های گیاهی اراضی زراعی(خوشه گندم)

	/عدم شستشو	Cu	Zu	Mn	Fe	Cr	Pb	Cd	Co
تعداد ۱۵ نمونه	۶								
میانگین	/عدم شستشو	۱۱.۵۳	۲۰.۴۵	۱۹.۱۷	۱۳۱.۸	۱.۰۷	n.d	۲.۸۳	۲.۶۷
غلظت بحرانی*		۲۰-۱۰۰	۱۰۰-۴۰۰	-	-	۵-۳۰	۳۰-۳۰۰	۵-۳۰	-
غلظت معمول*		۵-۲۰	۱۵-۱۰۰	۱۵-۱۰۰	-	۰.۲-۱	۰.۲-۲۰	۰.۱-۲.۴	۱۵/۰-۰۵/۰

*** Pendias and Pendias, ۱۹۹۲; Allaway, ۱۹۹۰,Stevart , ۱۹۷۴ and Guidline Manual, University of California.**

در بررسی غلظت عناصر سنگین در ساقه گیاه گندم در اراضی زراعی طبق داده ها و حدود مجاز ذکر شده در جدول ۵ مشخص گردید غلظت عناصر مس و روی از حد مجاز آن در گیاه فراتر بوده و در دامنه غلظت بحرانی قرار دارد. اما عناصر کروم، کبالت و کادمیم از حد معمول آن در گیاه بالاتر بوده اما در محدوده بحرانی قرار ندارند. افزایش این غلظت عناصر به جذب عناصر فوق از محیط از جمله خاک و هوا ارتباط می یابد.

جدول۵- غلظت عناصر سنگین در نمونه های گیاهی اراضی زراعی(ساقه گندم)

تعداد ۳۳نمونه	Cu	Zu	Mn	Fe	Cr	Pb	Cd	Co
میانگین	۲۹/۱۴	۳۱/۲۳	۴۶/۱۱	۱۱۸.۸۱	۸۹/۰	n.d	۱.۸۰۴	۱.۳۴۷
غلظت بحرانی*	۲۰-۱۰۰	۱۰۰-۴۰۰	-	-	۵-۳۰	۳۰-۳۰۰	۵-۳۰	-
غلظت معمول*	۵-۲۰	۱۵-۱۰۰	۱۵-۱۰۰	-	۰.۲-۱	۰.۲-۲۰	۰.۱-۲.۴	۱۵/۰-۰۵/۰

*** Pendias and Pendias, ۱۹۹۲; Allaway, ۱۹۹۰,Stevart , ۱۹۷۴ and Guidline Manual, University of California.**

در بررسی غلظت عناصر سنگین در ریشه گیاه گندم در اراضی زراعی طبق داده ها و حدود مجاز ذکر شده در جدول ۶ مشخص گردید هیچ یک از عناصر مورد بررسی باستثنای کبالت از حد معمول آن در گیاه فراتر نبوده و محدودیتی در آنها از این جهت نبود.

جدول۶- غلظت عناصر سنگین در نمونه های گیاهی اراضی زراعی(ریشه گندم)

تعداد ۱۰ نمونه	Cu	Zu	Mn	Fe	Cr	Pb	Cd	Co
میانگین	۱۴.۸۸	۱۳.۶۴	۳۶.۰۶	۳۶.۰۶	۰.۱۷	n.d	n.d	۸/۱
غلظت بحرانی*	۲۰-۱۰۰	۱۰۰-۴۰۰	-	-	۵-۳۰	۳۰-۳۰۰	۵-۳۰	-
غلظت معمول*	۵-۲۰	۱۵-۱۰۰	۱۵-۱۰۰	-	۰.۲-۱	۰.۲-۲۰	۰.۱-۲.۴	۱۵/۰-۰۵/۰

*** Pendias and Pendias, ۱۹۹۲; Allaway, ۱۹۹۰,Stevart , ۱۹۷۴ and Guidline Manual, University of California.**

نتیجه گیری

۱- در مجموع غلظت عناصر سنگین کادمیم، نیکل، کروم و کبالت از حدود مجاز EPA, ۱۹۹۹ فراتر بوده و محدودیت دارند.

۲- در بررسی غلظت عناصر سنگین در دانه گیاه گندم تنها عنصر کادمیم هم از حد معمول فراتر بوده و هم وارد حد بحرانی شده است. افزایش غلظت این عنصر به جذب از محیط از جمله خاک و هوا ارتباط می یابد.

۳- در بررسی غلظت عناصر سنگین در خوشه گیاه گندم در اراضی زراعی فقط برخی نمونه ها دارای غلظت کادمیم در دامنه غلظت بحرانی بودند

۴-در بررسی غلظت عناصر سنگین در ساقه گیاه گندم در اراضی زراعی مشخص گردید غلظت عناصر مس و روی از حد مجاز آن در گیاه فراتر بوده و در دامنه غلظت بحرانی قرار دارند

۵- در بررسی غلظت عناصر سنگین در ریشه گیاه گندم در اراضی زراعی، هیچ یک از عناصر مورد بررسی باستثنای کبالت از حد معمول آن در گیاه فراتر نبوده و محدودیتی نداشتند.

منابع

- Allaway .B.J,۱۹۹۰,Heavy metals in soils: Lead ,Blackie and sonltd , Glassgow , London , pp .۱۷۷-۱۹۶.
- Chaney ,R.L. ۱۹۹۰. Public health and sludge utilization. Biocyle.۳۱:۶۸-۷۳.
-Faust.S.D and O.M. Aly. ۱۹۸۱. Chemistry of natural water , Ann Arbor Science , PP: ۳۳۵ - ۳۳۷.
-Guidance manual G . Stuart Pettygrove - Tarahi ASA No , Irrigation with reclaimed municipal waste water , Prepared by : Department of Land Air and Water Resources University of California Davis .
- Huang ,P.M. and I.k.Iskandar.۲۰۰۰. Soils and Ground Water Plloution and Remediation: Asia, Africa and Oceania. Lewis Publishers, Boca Raton ,London ,New York ,Washington ,D.C
- Jing ,J.,T.J. Logan. ۱۹۹۲. Effects of sewage sladge cadmium concentration on chemical extractability and plant uptake .J. Environ. Qual. ۲۱:۷۳-۸۱.
-Kozlov, M.V, E.Haukioja, A.V.Bakhtiarov and D.N. Stroganov.۱۹۹۵. Heavy metals in birch leaves around a Nichel - Copper Smelter at Monchegorsk, Northwestern. Russia, Environmental Pollution, Vol. ۹۰, No.۳, PP.۲۹۱-۲۹۹.
- page, A.L.,T.Logan and J.Ryan (Eds.). ۱۹۸۷.Land APPLication of Sludge. Lewis Publishers, Chelsea,MI.
- page .A.L , R. H . Miller , and D. R. keeney , ۱۹۸۲ , The methods of soil analysis part۲ : Chemical and microbiological properties , ۲nd. , soi .sci. sco, Inc . Madison .
- Pendias . A. K , and H. Pendias , ۱۹۹۲ , Trace elements in soils and plants : V. Lead , ۲nd ed . Boca Raton Arbor , London , p . ۱۸۷-۱۹۸.
- Robert . I. A, ۱۹۹۰ , Methods of plant analysis , official methods of analysis of the A.O.A.C.
- Stevart . E. A, ۱۹۷۴ , Chemical analysis of ecological matherials , Halsed Press , pp : ۳۰۵- ۳۲۰ .
soil Sci. Ed.R. Lal and B.A. Stewart. Lewis Pub . London.
- Smith, S.R. ۱۹۹۴ . Effect of soil Phon availability to crops of metals in sewage sludge-treated soil. ۱. Nickel,Cu and Zn uptake and toxicity to ryegrass. Environ. Pollut. ۸۵:۳۲۱-۳۲۷.
- Tiller, K.G.۱۹۸۹. Heavy metals and their environmental significance. PP.۱۱۳-۱۴۲. In: B.A. Steward (Ed), Advances in Soil Science. Vol. ۴, Springer Verlage, New York.

Abstract

To do this research, agricultural lands under wheat cultivation around Sepahan cement industry in ۲۰۱۳ was studied. Plant samples of wheat including seeds, stems and roots and soil depth ۳۰ cm above ground level were taken. The results showed that the concentration of heavy metals cadmium, nickel, chromium and cobalt compare to permit limits of EPA(۱۹۹۹) were above their limits. The grain of wheat only concentration chromium, cobalt and cadmium were higher than usual in the plant but only in some samples had concentrations of cadmium in critical concentrations. Concentrations of copper and zinc in wheat stem of the plant beyond its limit and was in critical

concentrations. At the root of wheat in farm lands, none of the elements except cobalt plant beyond its usual limits but not in this direction.

انتخاب عصاره‌گیر مناسب برای اندازه‌گیری آهن فعال ذرت

کمال خلخال [۱]، ندا پاشاپور [۱]، عادل ریحانی‌تبار [۲]
کارشناسی ارشد مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۲- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده
برای اندازه‌گیری غلظت آهن فعال ذرت هر دو روش ارتوفنانترولین ۵/۱ % و HCl یک نرمال مناسب تشخیص داده شدند. بین آهن فعال اندازه‌گیری شده توسط ارتوفنانترولین و HCl ضریب همبستگی خطی معنی‌دار مشاهده شد (r = ۶۶/۰**)، اما روش ارتوفنانترولین به‌دلیل همبستگی بیش‌تر با شاخص‌های رشد گیاه و آهن قابل‌جذب خاک عصاره‌گیری شده با روش‌های DTPA و AB-DTPA نسبت به روش HCl برتر شناخته شد. در این پژوهش شاخص کلروفیل برگ‌ها برخلاف آهن کل شاخساره با غلظت آهن فعال همبستگی بالایی داشته و می‌توان از این شاخص برای تخمین غلظت آهن فعال گیاه هم استفاده کرد. بین آهن فعال اندازه‌گیری شده با ارتوفنانترولین و درصد کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، رس، سیلت و درصد اشباع همبستگی مثبت معنی‌دار و همچنین با درصد شن همبستگی منفی معنی‌داری مشاهده شد. درحالی که آهن فعال اندازه‌گیری شده با HCl تنها با درصد کربنات کلسیم معادل همبستگی (منفی) معنی‌دار نشان داد.
واژه‌های کلیدی: آهن فعال، ذرت، عصاره‌گیرهای آهن

مقدمه
به‌طور کلی بارزترین نشانه کمبود آهن در گیاهان، زرد شدن بین رگبرگ‌ها در برگ‌های جوان است که به عنوان کلروز آهن شناخته شده است. رشد ضعیف اکثر گیاهان غیرکلروزی در خاک‌های آهکی نیز به‌دلیل کمبود آهن است که تاکنون نادیده گرفته شده است، گیاهانی که ظاهراً سالم‌اند ولی در واقع از کمبود آهن رنج می‌برند (گروبر و کسگارتن ۲۰۰۱). کمبود آهن به‌طور وسیعی در سویا، بادام زمینی، لوبیا، سورگوم و برنج گزارش شده است. علاوه برآن کمبود آهن به‌طور اختصاصی در ذرت، گندم، یولاف و دیگر محصولات اصلی نیز گزارش شده است (هنسن و همکاران ۲۰۰۶). آهن در متابولیسم آنزیم‌ها (به‌عنوان فعال کننده آنها) و در متابولیسم پروتئین‌ها، در ساخت کلروفیل، تکامل کلروپلاست، فتوسنتز، تنفس گیاه و واکنش‌های اکسایش-کاهش نقش دارد (مارشنر و مارشنر ۲۰۱۲). آهن کل گیاه معیاری از حالت تغذیه‌ای گیاه نیست، زیرا تمام آهن جذب شده به وسیله گیاهان به اندام‌های هوایی انتقال داده نمی‌شود. از طرف دیگر تمام آهن انتقال یافته به ترکیب‌های آلی تبدیل نشده و به وسیله سلول‌های برگ جذب می‌شود و ممکن است بین غلظت آهن در برگ گیاهان دچار کلروز و گیاهان سالم اختلاف معنی دار وجود نداشته باشد (ووس ۱۹۸۲). همچنین به دلیل مشکلات زیاد در اندازه‌گیری و تفسیر آهن کل در گیاه، اندازه‌گیری آهن فعال مورد توجه فراوان قرار گرفته است. آهن فعال جزئی از آهن کل گیاه است که تصور بر این است به‌صورت Fe^{+2} بوده و در تولید کلروفیل نقش عمده‌ای دارد. برای اندازه‌گیری آهن فعال روش‌های مختلفی ارائه شده است که می‌توان اسید کلریدریک یک نرمال از پودر خشک برگ (اوسرکوسکی ۱۹۳۳) و محلول ارتوفنانترولین (۵/۱ %) از برگ تازه (کتایل و شارما ۱۹۸۰) را نام برد. محمدی و معزی (۱۳۸۵) با مقایسه ۴ غلظت محلول ارتوفنانترولین (۱، ۵/۱، ۲ و ۵/۲ درصد) در چهار pH مختلف (۲، ۳، ۴ و ۵) همراه با نسبت‌های ۱:۵، ۱:۱۰، ۱:۱۵ و ۱:۲۰ نمونه برگ مرکبات تازه به محلول، ارتوفنانترلین ۲% با ۳ pH= و نسبت نمونه گیاهی به محلول عصاره‌گیر ۱:۱۰ و مدت زمان عصاره‌گیری ۱۲ ساعت را برای اندازه‌گیری آهن فعال پیشنهاد کردند. پاک‌نژاد و همکاران (۱۳۹۰) برای مرکبات خوزستان ارتوفنانترولین ۵/۱ % را نسبت به ۲و ۲ دی پیریدیل و هضم اسید با استفاده از بافر سیترات مناسب‌تر تشخیص دادند. بشار (۲۰۰۳) گزارش کرد که رابطه بین غلظت آهن قابل استخراج با روش HCl۱ مولار در نمونه‌های برگ تازه و خشک در درختان هلو با شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار بود و روش HCl۱مولار در ماده خشک را به عنوان روش مناسب برای اندازه‌گیری آهن فعال گیاه معرفی کرد. مقدار آهن قابل‌جذب نه تنها با نوع، غلظت و زمان تکان دادن عصاره‌گیرها بلکه بسته به ویژگی‌های خاک نیز تغییر می‌کند. لذا هدف از این تحقیق انتخاب عصاره‌گیر مناسب برای تعیین آهن فعال ذرت متناسب با ویژگی خاک‌های مورد مطالعه و ارتباط آن با شاخص‌های رشد گیاه، ویژگی‌های خاک و عصاره‌گیرهای مناسب آهن خاک در خاک‌های استان آذربایجان شرقی است.

مواد و روش‌ها
۲۱ نمونه مرکب از خاک‌های مناطق مختلف استان آذربایجان شرقی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری برای این مطالعه انتخاب شدند که از ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی وسیعی برخوردار بودند. آهن قابل جذب خاک با استفاده از DTPA (لیندزی و نورول ۱۹۷۸) و AB-DTPA (سلطان‌پور و شواب ۱۹۷۷) عصاره‌گیری شد. سپس آزمایشی در ۲۱ نوع خاک با سه تکرار در گلدان‌های که حاوی ۴ کیلوگرم خاک در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. ۵ بذر ذرت (*Zea mays L.*) رقم سینگل کراس ۷۰۴ کاشته شد و پس از دو هفته به سه بوته تنک شد. به غیر از آهن بقیه عناصر بر طبق آزمون خاک و توصیه‌های رایج کودی مصرف شد. پس از دو ماه، شاخساره و ریشه برداشت، خشکانیده و پودر شدند. اندازه‌گیری آهن فعال به دو روش اسید کلریدریک یک نرمال از پودر خشک برگ

(اوسرکوسکی ۱۹۳۳) و محلول ارتوفنانترولین (۵/۱ %) از برگ تازه (کتایل و شارما ۱۹۸۰) انجام شد. شاخص کلروفیل برگ‌های ذرت با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (Hansatech، مدل CL-۰۱) تعیین شد. هضم نمونه‌های گیاهی (آهن کل شاخساره) با روش خشک‌سوزانی انجام گرفت (جونز ۲۰۰۱). غلظت آهن کل با دستگاه جذب اتمی (شیمادزو مدل AA-۶۳۰۰) اندازه‌گیری و میزان جذب آن توسط ذرت از حاصل‌ضرب غلظت آهن در مقدار ماده خشک حاصل شد. رسم نمودارها با اکسل و ضرایب همبستگی و توصیف آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود آهن عصاره‌گیری شده توسط DTPA با وزن خشک ریشه و شاخساره، وزن تر ریشه، مقدار جذب آهن و غلظت آهن فعال اندازه‌گیری شده با ارتوفنانترولین در سطح احتمال ۰۱/۰ و با وزن تر شاخساره و آهن فعال اندازه‌گیری شده با HCl در سطح احتمال ۰۵/۰ و آهن عصاره‌گیری شده توسط AB-DTPA غیر از آهن کل شاخساره با تمام این شاخص‌ها در سطح احتمال ۰۱/۰ معنی‌دار بود، که این به معنی شباهت رفتار این عصاره‌گیرها با ریشه گیاه است. به عبارت دیگر DTPA و AB-DTPA عصاره‌گیرهای مناسبی برای خاک‌های مورد مطالعه هستند که این نتایج در بسیاری از خاک‌های آهکی دنیا گزارش شده است. بین آهن عصاره‌گیری شده در روش DTPA و روش AB-DTPA همبستگی مثبت معنی‌داری به‌دست آمد که به مکانیسم مشابه عصاره‌گیری عناصر در دو روش مذکور برمی‌گردد (r =، ۰۱/۰p ۷۴/۰>). امامی و دردی‌پور (۱۳۹۱) در خاک‌های استان گلستان نیز بین AB-DTPA و DTPAهمبستگی معنی‌داری گزارش کردند.

جدول ۱- همبستگی خطی ذرت و شاخص‌های رشد ($mg\ kg^{-1}$) AB-DTPA و DTPA غلظت آهن عصاره‌گیری شده با روش (r)

شاخص های رشد گیاه ذرت در سطح شاهد آهن	آهن عصاره‌گیری شده با DTPA	آهن عصاره‌گیری شده با AB-DTPA
وزن تر ریشه (g/pot)	۵۸/۰**	۶۱/۰**
وزن خشک ریشه (g/pot)	۵۹/۰**	۶۶/۰**
وزن تر شاخساره (g/pot)	۵۳/۰*	۶۷/۰**
وزن خشک شاخساره (g/pot)	۶/۰**	۷۲/۰**
جذب آهن (mg Fe/pot)	۷۱/۰**	۷۵/۰**
آهن فعال اندازه‌گیری شده با ارتوفنانترولین (mg/kg FW)	۵۵/۰**	۷/۰**
آهن فعال اندازه‌گیری شده با HCl (mg/kg DW)	۵۴/۰*	۵۶/۰**
شاخص کلروفیل	**۸۱/۰	۸۴/۰**
آهن کل شاخساره	۲۸/۰ns	۲/۰ns

ns غیرمعنی‌دار * معنی‌دار در سطح احتمال ۰۵/۰ ** معنی‌دار در سطح احتمال ۰۱/۰

در شرایط این آزمایش گلخانه‌ای و در گیاه ذرت، آهن فعال اندازه‌گیری شده با HCl تقریباً ۴ برابر آهن عصاره‌گیری شده با ارتوفنانترولین ۵/۱ % بود (جدول ۲). بیشترین غلظت آهن فعال اندازه‌گیری شده با ارتوفنانترولین و HCl به ترتیب در خاک ۱۲ و ۱۰ و کمترین آنها در خاک ۲۱ و ۲۰ مشاهده شد. خاک شماره ۱۰ کمترین درصد کربنات کلسیم معادل و فعال و خاک ۱۲ با ۴۹% رس دارای بافت رسی بودند. از طرف دیگر خاک شماره ۲۱ با بیشترین درصد شن (۸۶%) و کمترین درصد رس (۵%) دارای کمترین غلظت آهن فعال در ذرت کاشته شده در آن بود. در ۲۱ خاک مورد استفاده در این تحقیق بین غلظت آهن فعال شاخساره اندازه‌گیری شده با روش HCl و روش ارتوفنانترولین همبستگی خطی معنی‌داری وجود نداشت(شکل ۱)؛ ولی با حذف یک داده پرت (داده پرت مربوط به خاک شماره ۲۰ با Cooks Distance برابر ۴۷/۱ بود) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین دو روش در سطح احتمال ۰۱/۰ مشاهده شد (شکل ۲).

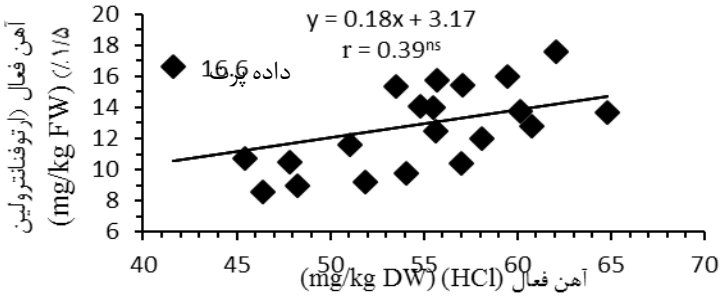
جدول ۲: توصیف آماری غلظت آهن فعال، آهن کل و شاخص کلروفیل ذرت

روش اندازه‌گیری آهن فعال / شماره خاک	آهن فعال (HCl) ((mg/kg DW	آهن فعال (ارتوفنانترولین ۵/۱ %) (mg/kg FW)	شاخص کلروفیل	آهن کل شاخساره
حداقل	۶/۴۱	۵۴/۸	۶/۴	۴۱/۹۷
حداکثر	۸۳/۶۴	۵۹/۱۷	۴۱/۱۴	۵۹/۱۵۸
میانگین	۳۴/۵۴	۸۲/۱۲	۸۲/۸	۷۳/۱۲۰
انحراف معیار	۹۴/۵	۷۱/۲	۶۴/۲	۵۱/۱۷

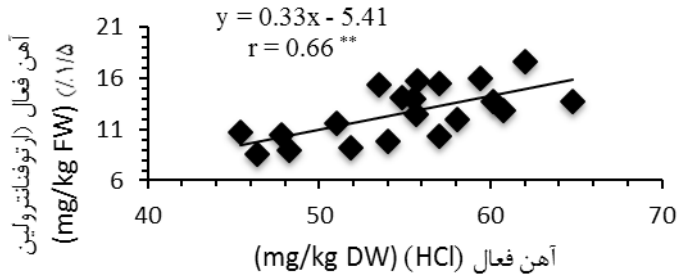
۵۰۳/۱۴	۸۹/۲۹	۱۶/۲۱	۹۴/۱۰

ضریب تغییرات %

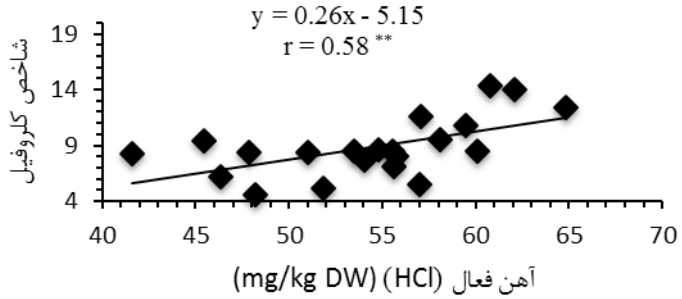
آهن کل شاخساره تنها با آهن فعال انـدازه‌گیری شـده بـا (=r۴۵/۰*) HCl همبسـتگی داشـت. درحـالی کـه اردال و همکـاران (۲۰۰۸) در درختان سیب همبستگی مثبت معنی‌داری بین میزان آهن کل شاخساره و شـاخص کلروفیـل گـزارش کردنـد. بیـن آهـن فعال اندازه‌گیری شده با HCl (شکل ۳) و همچنین ارتوفنانترولین (شـکل ۴) بـا شـاخص کلروفیـل در سـطح احتمـال ۰۱/۰ درصـد همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده شد. البته این همبستگی برای آهـن انـدازه‌گیری شـده بـا ارتوفنـانترولین بیشـتر از روش HCl بود. نیمان و آگوری (۲۰۰۷) در خاک‌های آهک خورده کشور شیلی برای درختان آواکادو نیز همبستگی معنی‌دار شاخص کلروفیـل با آهن فعال اندازه‌گیری شده توسط ارتوفنانترولین (r=۶۴/۰) را نزدیکتر از روش (r=۳۵/۰) HCl گزارش کردند. قلی‌زاده و صمدی (۱۳۹۲) همبستگی معنی‌داری بین آهن فعال اندازه‌گیری شده با HCl و شاخص کلروفیـل در درختـان سـیب در اسـتان آذربایجـان غربی با وضعیت کلروز شدید و متوسط گزارش کردند. باتوجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود کـه آهـن عصاره‌گیری شـده توسـط AB-DTPA با آهن اندازه‌گیری شده با ارتوفنانترولین و HCl در سطح احتمال ۰۱/۰ و همچنین آهن عصاره‌گیری شده توسط DTPA بـا آهـن انـدازه‌گیری شـده بـا ارتوفنـانترولین در سـطح احتمـال ۰۱/۰ و بـا آهـن عصـاره‌گیری شـده بـا HCl در سـطح احتمـال ۰۵/۰ همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. همچنین در جدول ۳ بین آهن فعال اندازه‌گیری شده با ارتوفنـانترولین و درصـد کربـن آلـی، ظرفیت تبادل کاتیونی، رس، سیلت و درصد اشباع همبستگی مثبت معنی‌دار و همچنین با درصد شن همبستگی منفـی معنی‌داری مشاهده شد. این در حالی بود که آهن فعال اندازه‌گیری شده با HCl تنها با درصد کربنات کلسیم معادل همبستگی منفـی معنی‌دار نشان داد و آهن کل شاخساره با هیچ یک از ویژگی‌های خاک همبستگی معنی‌دار نشان نداد. با توجه به نتایج بدست آمـده می‌تـوان گفت که برای گیاه ذرت در خاک‌های استان آذربایجان شرقی آهن فعال را می تـوان بـا هـر دو روش ارتوفنـانترولین و روش HCl یـک نرمال اندازه گرفت هر چند که با توجه به ضرایب همبستگی بدست آمده روش ارتوفنانترولین مناسب‌تر از روش HCl بود و ایـن نتایـج با نتایج نیمـان و آگـوری (۲۰۰۷) در آواکـادو، کتایـل و شـارما (۱۹۸۰) در برنـج و پـاک‌نژاد و همکـاران (۱۳۹۰) در مرکبـات مطـابقت داشت. آهن کل شاخساره به دلیل عدم همبسـتگی بـا عصـاره‌گیرهای مناسـب آهـن در خـاک و گیـاه و همچنیـن ویژگی‌هـای خـاک نمی‌تواند معیار مناسبی از حالت تغذیه‌ای گیاه باشد. کتایل و شارما (۱۹۸۰) در تحلیل نتایج خود برای مناسب بودن عصاره‌گیر آهن دو ظرفیتی یعنی ارتوفنانترولین به بالاتر بودن ثابت پایداری کمپلکس ایجاد شده اشاره کرده‌اند و نیمـان و آگـویری (۲۰۰۷) گـزارش کردند که HCl برخلاف ارتوفنانترولین هردو شکل آهن (Fe^{3+} و Fe^{2+}) را عصاره‌گیری می‌کند بنـابراین نمی‌توانـد عصـاره‌گیر مناسـبی برای آهن (II) باشد. از طرفی دیگر سونمز و کپلان (۲۰۰۵) آهن عصاره‌گیری شده با HCl یک نرمال را بهتر از روش ارتوفنانترولین و دیگر روش‌ها و همچنین آبادیا و همکاران (۱۹۸۴) ۲و ۲ دی پیریدیل را نسبت به ارتوفنانترولین بهتر گزارش کردند. سونمز و کپلان (۲۰۰۵) HCl را به‌دلیل داشـتن همبسـتگی نزدیـک بـا شـاخص کلروفیـل و فعـالیت آنزیـم پراکسـیداز و همچنیـن آسـان بـودن روش عصاره‌گیری مناسب دانستند. با توجه به همبستگی نزدیک شاخص کلروفیل برگ‌ها با غلظت آهن فعال انـدازه‌گیری شـده بـا HCl و ارتوفنانترولین در این پژوهش مي‌توان از این شاخص برای تخمین غلظت آهن فعال گیاه هم استفاده کرد.



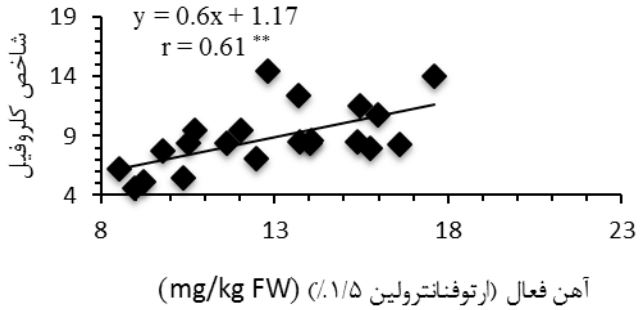
شکل ۱: همبستگی آهن فعال اندازه گیری شده با ارتوفنانترولین و HCl



(بعد از حذف داده پرت) HCl شکل ۲: همبستگی آهن فعال اندازه گیری شده با ارتوفنانترولین و



و شاخص کلروفیل برگ‌ها HCl شکل۳: همبستگی آهن فعال اندازه گیری شده با



شکل ۴: همبستگی آهن فعال اندازه گیری شده با ارتوفنانترولین با شاخص کلروفیل برگ‌ها

جدول ۳. همبستگی خطی بین برخی ویژگی‌های خاک با شاخص کلروفیل و غلظت آهن فعال ذرت

خصوصیات شاخص‌های رشد	Sand	Clay	Silt	CCE	ACCE	OC	SP	pH	CEC	EC
Fe-Orto	۶۴/۰** –	۶۴/۰**	۴۷/۰*	۰۸/۰ ns	۲۲/۰ ns	۵۷/۰**	۶۴/۰**	۱۶/۰ – ns	۴۴/۰*	۰۵/۰ ns
Fe-HCl	۱۷/۰ – ns	۳۸/۰ ns	۰۱/۰ – ns	۵۶/۰** –	۳۶/۰ – ns	۳۸/۰ ns	۳۹/۰ ns	۲/۰ – ns	۴۲/۰ ns	۱۴/۰ – ns
شاخص کلروفیل	۴۷/۰* –	۵۱/۰*	۳/۰ ns	۰۸/۰ – ns	۰۱/۰ – ns	۴۶/۰*	۵۴/۰*	۴/۰ – ns	۵۱/۰*	۰۴/۰ – ns
آهن کل	۲۱/۰ ns	۰۲/۰ ns	۴/۰ – ns	۳۸/۰ – ns	۱۷/۰ – ns	۱۵/۰ ns	۰۶/۰ ns	۰۶/۰ ns	۱۱/۰ ns	۰۵/۰ – ns

منابع

امامی، م. و دردی‌پور، ا. ۱۳۹۱. انتخاب عصارهگیر مناسب برای استخراج آهن قابل‌جذب درختان هلو در خاک‌های استان گلستان. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد دوم، شماره ۲، صفحه‌های ۸۳ تا ۱۱۲.

پاک‌نژاد، ع. ر. محمودی‌نژاد دزفولی، س. ح. و سلیم‌پور، س. ۱۳۹۰. تعیین درجه همبستگی قرائت کلروفیل‌متر با روش‌های مختلف اندازه‌گیری آهن فعال در برگ مرکبات. صفحه‌های ۱ تا ۵. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تبریز، تبریز.

قلی‌زاده، س. و صمدی، ع. ۱۳۹۲. انتخاب عصاره‌گیر مناسب جهت تعیین کلروز آهن در درختان سیب در خاک‌های آهکی استان آذربایجان غربی. صفحه ۹۱۴. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز.

محمدی، م. و معزی، ع. ا. ۱۳۸۵. ارزیابی روش فنانترولین در تعیین غلظت Fe^{2+} در برگ مرکبات. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۴، صفحه‌های ۵۷ تا ۶۷.

Abadia, J., Monge, E., Monta és, L., and Heras, L. (۱۹۸۴). Extraction of iron from plant leaves by Fe (II) chelators. Journal of Plant Nutrition, ۷(۱-۵), ۷۷۷-۷۸۴.

Ba ar, H. (۲۰۰۳). Analytical methods for evaluating iron chlorosis in peach trees. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۴ (۳-۴):۳۲۷-۳۴۱.

Erdal, I., M. Atilla Askin, Z. Kucukyumuk, F. Yildirim and A. Yildirim. ۲۰۰۸. Rootstock has an important role on iron nutrition of apple trees. World Journal of Agricultural Sciences. ۴: ۱۷۳-۱۷۷.

Gruber, B. and Kosegarten, H. ۲۰۰۲. Depressed growth of nonchlorotic vine grown in calcareous soil is an iron deficiency symptom prior to leaf chlorosis. Journal Plant Nutrition and Soil Science, ۱۶۵:۱۱۱-۱۱۷.

Hansen, N. C., Hopkins, B. G., Ellsworth, J. W. and Jolley, V. D. ۲۰۰۶. Iron nutrition in field crops. Iron nutrition in plants and rhizospheric microorganisms, Springer: ۲۳-۵۹.

Jones, J. B. ۲۰۰۱. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis, CRC press.

Katyal, J. C and Sharma, B. D. ۱۹۸۰. A new technique of plant analysis to resolve iron chlorosis. Plant and Soil, ۵۵: ۱۰۵-۱۱۹.

Lindsay, W. L. and Norvell, W. A. ۱۹۷۸. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, ۴۲(۳): ۴۲۱-۴۲۸.

Marschner, H. and Marschner, P. ۲۰۱۲. Marschner's mineral nutrition of higher plants, Academic press.

Neaman, A. and Aguirre, L. ۲۰۰۷. Comparison of different methods for diagnosis of iron deficiency in avocado. Journal of Plant Nutrition, ۳۰(۷): ۱۰.۱۱۰۸-۹۷.

Oserkowsky, J. ۱۹۳۳. Quantitative relation between chlorophyll and iron in green and chlorotic pear leaves. Plant Physiology, ۸(۳), ۴۴۹.

Soltanpour, P. N. and Schwab, A. P. ۱۹۷۷. A new soil test for simultaneous extraction of macro and micro nutrients in alkaline soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۸(۳): ۱۹۵-۲۰۷.

S nmez, S. and Kaplan, M. ۲۰۰۵. Comparison of various analysis methods for determination of iron chlorosis in apple trees. Journal of plant nutrition, ۲۷(۱۱): ۲۰۰۷-۲۰۱۸.

Vose, P. B. ۱۹۸۲. Iron nutrition in plants: a word overview. Journal of Plant Nutrition, ۵: ۲۳۳-۲۴۹.

Abstract

Both of ۱.۵% o-phenanthroline and ۱N HCl methods for measuring corn active Fe was suitable. In this reaserch between the measured active Fe by o-phenanthroline and HCl method significant correlation was observed (r=۰.۶۶**), but o-phenanthroline method compared to HCl due to greater correlation coefficient with growth indices, extractable-Fe by DTPA and AB-DTPA methods was found to be superior. In this research contrast to shoot total iron, high correlation had leaf chlorophyll index and active iron concentration and of these indicator can also be used to estimate the plant active Fe concentration. The active Fe measured by o-phenanthroline method had significant positive correlation with organic carbon content, cation exchange capacity, clay and silt content and water content in saturation point and significant negative correlation with sand content. While active iron measured with HCl method correlated with the percent of calcium carbonate equivalent (negative) significantly.

بررسی وضعیت مس قابل استفاده و کربن آلی با استفاده از شاخصهای زمین آمار درخاکهای زراعی استان مرکزی

محمدعلی خودشناس [۱]، جواد قدبیک لو [۲]

چکیده

مس از عناصر ضروری کم مصرف جهت رشد گیاهان بشمار می رود. مواد آلی نیز از مهمترین ویژگی های خاک بوده که بر مس قابل استفاده خاک تاثیر زیادی دارد. جهت بررسی وضعیت توزیع مکانی مس قابل استفاده و ماده آلی خاکهای زراعی استان مرکزی ، تحقیقی با استفاده از روش نمونه برداری شبکه ای از اراضی زراعی سراسر استان مرکزی انجام شد. آنالیزهای زمین آماری و تعیین تغییر نماهای مس قابل استفاده و ماده آلی و همچنین متغیر نماهای عرضی محاسبه شد. نتایج نشان داد که میانگین مس قابل استفاده در خاکهای استان ۱/۲ میلی گرم در کیلوگرم و کربن آلی ۶۸/۰درصد می باشد که نشان دهنده کمبود خاکها از لحاظ مواد آلی است. روش کوکریجینگ جهت نشان دادن پهنه بندی تغییرات مس قابل استفاده در خاکهای زراعی استان بهتر ارزیابی گردید. خاکهای جنوبی از لحاظ مس قابل استفاده غنی تر از نواحی مرکزی و شمالی می باشد.

واژه های کلیدی: مس ، ماده آلی ، توزیع مکانی

مقدمه

مس از عناصر ضروری کم مصرف جهت رشد گیاهان بشمار می رود. و در پوسته زمین عمدتا بصورت سولفید دیده می شود. مقدار کمتری نیز به فرمهای اکسید ،سیلیکات ، سولفات و کربنات نیز وجود دارد . دامنه غلظت مس کل در خاکها بین ۲ تا ۱۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم می باشد(کراسپف ۱۹۷۲). اطلاع از وضعیت پراکنش مس قابل استفاده در خاکهای استان مرکزی در راستای توسعه کشاورزی پایدار و برنامه ریزی کودی مناسب ضروری است. مواد آلی یکی از مهمترین خصوصیات تاثیر گذار بر مس قابل استفاده خاک می باشند.

مس به صورت یون آزاد و کمپلکس های غیرآلی سمی در خاک موجود است. مواد هومیک از موادی هستند که بر روی حضور مس تاثیرگذارند. اسید هومیک به طور همزمان می تواند میزان مس را در گیاهان و میکروارگانیسم ها افزایش دهد و میزان سمیت مس آزاد (II) را بکاهد. روشهای متداول آمار کلاسیك، موقعیت مکانی نمونه های برداشت شده از محیط را در نظر نمیگیرد و هیچگونه ارتباط ریاضی این تغییرات مکانی داده ها به عنوان تابعی از فاصله برقرار نمیشود.

زمین آمار(Geostatistics) قادر به ارائه مجموعه وسیعی از تخمین آمارگرهای آماری به منظور براورد خصوصیات مورد نظر درمکانهای نمونه برداری نشده با استفاده از اطلاعات حاصل ازنقاط نمونه برداری شده میباشد(ایوبی و خرمالی ۱۳۸۷). این روش قادر به تهیه نقشه های کمی با دقت معلوم در مورد خواص خاك وتغییرپذیری تولید می باشد . هر يك از عناصر غذایی خاك، الگوی پراکنش مکانی منحصر به فرد و کم وبیش متفاوتی با سایر عناصر دارد. این تحقیق جهت تخمین پراکنش مکانی مس قابل استفاده به تنهایی و در حضور ماده آلی بعنوان متغیر کمکی در خاکهای استان مرکزی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

استان مرکزی در محدوده جغرافیایی طول ۵/۴۸ تا ۵۱ درجه شرقی و ۳/۳۳ تا ۳/۳۵ عرض شمالی واقع شده است. تعداد ۱۰۴ نمونه خاک سطحی با استفاده از روش نمونه برداری شبکه ای از اراضی زراعی سراسر استان جمع آوری گردید. مس قابل استفاده با روش عصاره گیری توسط DTPA و دستگاه جذب اتمی و همچنین ماده آلی نمونه ها بروش وایکلی بلاک تعیین گردید. نتایج حاصل از نظر نرمال بودن به وسیله ی آزمون کلموگراف - اسمیرنف وهمچنین شاخصهای آمار توصیفی در محیط SPSS بررسی شد .به منظور تشریح پیوستگی مکانی متغیرها، نیم متغیرنمای داده ها در محیط نرم افزاری ArcGIS بررسی گردید. با استفاده از معیارهای میانگین مجذور خطای تخمین روش مناسب میانیابی تشخیص و نتایج به صورت جدول و نقشه ارائه گردید.

نتایج و بحث

داده ها بر اساس آزمون کلموگراف - اسمیرنف نرمال بودند. نتایج آمار توصیفی در جدول ۱ نشان می دهدکه میانگین مس قابل استفاده در خاکهای استان ۱/۲ می باشد که دارای ماکزیمم ۹/۴ و مینیمم ۶/۰ میلی گرم بر کیلو گرم می باشد. حد بحرانی مس در محدوده ۵/۰ تا ۵/۲ میلی گرم بر کیلو گرم با استفاده از عصاره گیر DTPA در خاکهای آهکی (مارتین و لینزی ۱۹۹۰) و ۱ میلی گرم بر کیلوگرم(ملکوتی و همکاران ۱۳۸۴) می باشد.

جدول ۱- توصیف آماری متغیرهای موردمطالعه مزارع استان

متغیر	واحد تغییر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	واریانس	چولگی
مس قابل استفاده	میلیگرم بر کیلوگرم	۱/۲	۰۸/۲	۶/۰	۹/۴	۶/۰	۵۸۲/۰
کربن آلی	درصد	۶۸/۰	۶۳/۰	۱۷/۰	۶۴/۱	۱/۰	۸۸/۰

کربن آلی با میانگین ۶۸/۰ و حداقل ۱۷/۰ و حداکثر ۶۴/۱ درصد نشان می دهد که خاکهای استان از لحاظ مواد آلی دچار کمبود می باشند(ملکوتی و همکاران ۱۳۸۴). ماده آلی تاثیر منفی بر قابلیت استفاده از مس به دلیل تثبیت دارد.
روشهای درون یابی کریجینگ با تعیین پارامترهای تغییر نمای اولیه و روش کو- کریجینگ با استفاده از تغییر نمای عرضی کربن آلی با یکدیگر مقایسه گردیدند (جدول ۲).
مدل نمایی دارای کمترین میانگین مجذور خطا نسبت به مدلهای کروی و گوسی برای نشان دادن تغییرات مکانی مس قابل استفاده خاک در روش کریجینگ معمولی و کو - کریجینگ می باشد . اثر نقطه ای در این مدل صفر و دامنه تاثیر ۱۷۹/۰ بر آورد گردید.
با توجه به کمتر بودن میانگین مجذور خطا در روش کو- کریجینگ (۶۹۲/۰) نسبت به روش کریجینگ معمولی (۸۱۹/۰) ، روش کو - کریجینگ جهت نشان دادن پهنه بندی تغییرات مس قابل استفاده در خاکهای زراعی استان بهتر ارزیابی گردید.
توزیع مکانی مس قابل استفاده در خاکهای استان نشان می دهد که خاکهای نواحی جنوبی استان از لحاظ مس قابل استفاده غنی تر از نواحی مرکزی و شمالی می باشد.

جدول ۲- پارامترهای تغییرنمای اولیه و تغییر نمای عرضی و معیارهای انتخاب مدل

متغیر	روش زمین آمار	مدل ریاضی	اثر قطعه ای	سقف	دامنه تاثیر	میانگین مجذورخطا (RMSE)
مس قابل استفاده	کریجینگ	کروی	۰	۷۲۴۴۷/۰	۱۴۱۲۸/۰	۸۲۵/۰
		نمایی	۰	۷۶۹۶۵/۰	۱۷۸۹۳/۰	۸۱۹/۰
		گوسی	۰۰۰۷۹/۰	۷۹۰۸۹/۰	۱۳۲۲۳/۰	۸۴۱/۰
کربن آلی	کریجینگ	کروی	۰	۰۸۰۹۲۵/۰	۱۳۲۲۳/۰	۳۰۷/۰
		نمایی	۰	۰۸۴۹۷۵/۰	۱۶۱۵۵/۰	۳۰۶/۰
		گوسی	۰۱۲۶۷/۰	۰۸۶۸۴/۰	۱۳۲۲۳/۰	۳۱۳/۰
مس قابل استفاده-کربن آلی	کوکریجینگ	کروی	۰	۷۱۹۶/۰	۱۳۸۶۳/۰	۷۰۲/۰
		نمایی	۰	۷۶۹۶/۰	۱۷۸۹۳/۰	۶۹۲/۰
		گوسی	۰۰۰۷۹/۰	۷۹۰۹/۰	۱۳۲۲۳/۰	۶۹۷/۰

منابع

ایوبی ،ش. و ف.خرمالی .۱۳۸۷. تغییرپذیری مکانی عناصر غذایی قابل استفاده در خاک سطحی به کمک آنالیز مؤلفه های اصلی و تکنیك زمین آمار(مطالعه موردی در منطقه آپاپیولی ، ایالت آندراپرادش هند).علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،(۴۶) : ۶۰۹ -۶۲۰.
ملکوتی،م. و ف.مشیری و م.غیبی وص.مولوی.۱۳۸۴.حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی (بخش دوم محصولات باغی).موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی ۴۰۶.

Martens D.C., Lindsay W.L. ۱۹۹۰.Testing soils for copper, iron, manganese, and zinc. P. ۲۲۹-۲۶۴.In R.L. Westerman (ed.) Soil testing and plant analysis. ۳rd Ed. Soil Science Society of America, Madison, WI.

Sims J.T., Johnson G. V. ۱۹۹۱. Micronutrient soil tests. In (ed.) micronutrients in agriculture. ۲nd Ed. Soil Science Society of America, Madison, WI.

Abstract

Copper is one of the essential and micronutrient elements for plant growth. Organic matter also is a very important characteristic of soil that shown antagonistic effect on availability of copper. In order to investigation of spatial distribution of available copper concentration and organic matter this research conducted with grid sampling method in Markazi province. Geostatistical analyses were performed on original data and simple variograms and cross variogram for two variables were calculated. Results showed that average of available copper concentration and organic matter were ۲.۱ mgkg $^{-۱}$and ۰.۶۸ % respectively, that reflects the lack of organic matter in studied soils. Cokriging method produced more precise prediction compared to ordinary kriging due to using auxiliary variable. Southern soils rich in terms of available copper concentration than the Central and Northern regions.

ارزیابی تاثیر تناوب های مختلف گندم بر پتانسیل ترسیب کربن و نیتروژن خاک (منطقه مطالعاتی دشت میامی استان سمنان)

احمد اخیانی [۱]، حمیدرضا متین فر [۲]

چکیده

خاک یکی از ذخیره گاه های اصلی کربن کره زمین است که می تواند بعنوان یک مخزن گسترده و وسیع نقش بارزی در تثبیت کربن و کاهش اثرات گلخانه ای آن ایفا نماید . هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر تناوب های متفاوت با گندم بر ترسیب کربن و نیتروژن در اراضی زراعی دشت میامی استان سمنان بوده است. برای این منظور نمونه برداری خاک در یک سیستم شبکه منظم ۶۰۰*۶۰۰ متر از عمق ۳۰-۰ سانتی متری (۲۴۶ نمونه) انجام و به آزمایشگاه جهت اندازه گیری کربن و نیتروژن خاک ارسال گردید. پس از استخراج نتایج میزان ترسیب کربن و نیترژن هر تناوب محاسبه گردید. نتایج آنالیز واریانس و مقایسه میانگین نشان داد ترسیب کربن و نیتروژن در بین تناوب ها موجود دارای اختلاف معنی دار بوده است. همچنین نتایج نشان داد تناوب گندم با یونجه و صیفی نسبت به تناوب گندم با چغندر قند و گندم- آیش موجب افزایش ترسیب کربن و نبتروژن در خاک گردید.

واژه های کلیدی: ترسیب کربن، ترسیب نیترژن، گندم، سیستم تناوب

مقدمه

فعالیت گسترده انسان و بهره برداری های نا متناسب با پتانسیل اراضی موجب تغییرات زیادی در ساختار و عملکرد اکوسیستم ها شده و تاثیرات منفی فراوانی بر محیط زیست داشته است. یکی از این تاثیرات، اثر بر روی چرخه های نیتروژن و کربن می باشد (Weltzin et al, ۲۰۰۳). ترسیب کربن در زیست توده گیاهی وخاکهایی که تحت این زیست توده هستند ساده ترین و به لحاظ اقتصادی عملی ترین راهکار ممکن کاهش CO۲ اتمسفر است)فروزه و همکاران، ۱۳۸۷). ترسیب کربن در ارتباط با استفاده بلند مدت از مدیریت خاک و محصول لزوما نه تنها می تواند باعث افزایش محتوای کربن خاک گردد بلکه باعث کاهش گازهای گلخانه ای (CO۲) از پروفیل خاک و بهبود کیفیت خاک و بهره وری اقتصادی تولید محصول نیز می گردد. بطور مشابه ترسیب ازت نیز می تواند باعث کاهش میزان هزینه کود در تولید محصول، آبشویی نیترات و نهایتا کاهش انتشار گاز N_2O که بعنوان یک گاز گلخانه ای مهم در گرم شدن جو زمین شناخته شده، گردد (Upendra et al., ۲۰۰۸). در مطالعات بخش کشاورزی، بیشتر تحقیقات با موضوع ترسیب کربن در درجه اول روی سیستم های تولیدی زراعی متمرکز شده اند و مطالعات اندکی منحصرا بهترین روش مدیریتی را نشان داده اند و تعداد کمتر از آن اقدامات کاهش انتشار گازهای گلخانه ای را ارزیابی کرده اند (فروزه و همکاران، ۱۳۸۷). فابریزی و همکاران(۲۰۰۷) در تحقیقاتی که با هدف تعیین اقدامات مدیریتی بلند مدت از قبیل شدت شخم، استفاده از کودهای ازته و تناوب زراعی روی محتوای کربن خاک و همچنین برآورد ترسیب کربن تحت کشت مذکور انجام شد، مشاهده کردند که محتوای کربن در تناوب های گندم با ذرت نسبت به سویا کمتر بوده است. شرودر و همکاران (۲۰۰۳) نیز دریافتند تحت برداشت یک سیستم مستمر مثل علوفه چند ساله میزان کربن آلی بیشتر از سیستم تک کشتی گندم در خاک تجمع پیدا می کند. همچنین تحقیقات نشان داده کاهش مدت آیش می تواند در تناوب موجب افزایش ترسیب کربن و نیتروژن گردد(Upendra et al., ۲۰۰۸). نظر به اینکه گندم مهمترین گیاه خانواده غلات است که بیشترین سطح زیر کشت محصولات را در منطقه مورد نظر به خود اختصاص داده است و از دیگر سو افزایش ترسیب کربن و نیتروژن در خاک می تواند معادل افزایش بیوماس گیاهی، افزایش تولید، بهبود حاصلخیزی خاك، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاك و جلوگیری از فرسایش آبی و بادی باشد، این تحقیق با هدف بررسی اثر سیستم های مختلف کشت مرسوم منطقه در تناوب با گندم بر میزان ترسیب کربن و نیتروژن در خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه دشت میامی واقع در شهرستان میامی استان سمنان می باشد. شهرستان میامی، شرقی‌ترین شهرستان استان سمنان در مسیر تهران به مشهد است که از شمال به استان‌های گلستان و خراسان شمالی، از شرق به استان خراسان رضوی و از غرب به شهرستان شاهرود محدود شدهاست. منطقه مطالعاتی بینعرض شمالی ۳۸ ۲۴ ۳۶ و طول شرقی ۰۱ ۳۹ ۵۵ واقع شده است. این دشت با وسعت ۱۲۰۰۰ هکتار وسعت و منابع غنی از آبهای زیر زمینی از مهمترین کانونهای تولید محصولات زراعی در استان سمنان است. محصولات تولیدی غالب این منطقه به ترتیب اولویت سطح زیر کشت شامل گندم، چغندر قند، جالیز(هندوانه و خربزه)، علوفه(یونجه و ذرت) و محصولات باغی است. اقلیم این منطقه گرم و خشك با میانگین بارندگی سالیانه ۱۰۵ میلی متر است. خاکهای این منطقه غالبا در رده اریدی سول و آنتی سول بوده و دارای محدودیتهای شدید از نظر فقر مواد آلی و تجمع آهك است. این دشت دارای سابقه کشت بیش از ۶۰ سال بصورت مکانیزه بوده و مدیریت کشت بدلیل یکپارچکی اراضی کاملا یکنواخت می باشد(میانگین وسعت اراضی ۵۰ هکتار است) . بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از ۱۰ سال گذشته مزارع منطقه دارای ۵ تناوب(جدول-۱) غالب بود که بعنوان تیمار در نظر گرفته شد.

جدول۱- مشخصات تناوب های غالب دشت میامی در ۱۰ سال گذشته

ردیف	تناوب	تعداد مزرعه	مساحت(هکتار)

۱	آیش - گندم	۴۴	۱۵۸۴
۲	آیش- گندم - یونجه	۳۲	۱۱۵۲
۳	آیش- گندم - صیفی - چغندر قند	۳۲	۱۱۵۲
۴	آیش- گندم - چغندر قند	۷۴	۲۶۶۴
۵	آیش - گندم - صیفی	۶۴	۲۳۰۴
جمع	-------	۲۴۶	۸۸۵۶

ابتدا با استفاده از نقشه های رقومی ۱/۲۵۰۰۰ استان و نرم افزار ArcGIS شبکه بندی نقاط با ابعاد ۶۰۰×۶۰۰جهت نمونه برداری ۲۳۶ نقطه انجام شد. نمونه برداری از وسط شبکه های ایجاد شده با روش شعاعی(یك نمونه مرکب حاصل از ۸ نمونه که در ۴ جهت جغرافیایی نسبت به مرکز برداشت گردید) از عمق ۳۰-۰ سانتی متری انجام شد. سپس نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و فاکتورهای مورد نظر شامل کربن آلی با روش والکی بلاک و ازت کل با روش کجلدال اندازه گیری شدند. در مرحله بعد میزان ترسیب کربن و نیتروژن در خاک با استفاده از معادله (۱) و (۲) محاسبه گردید:

معادله(۱) $Cc= C (\%) \times BD \times E$

معادله(۲) $Cn= N (\%) \times BD \times E$

که در آن Cc میزان ترسیب کربن (تن در هکتار)، C درصد کربن آلی خاک، BD وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب) و E عمق خاک نمونه برداری شده(سانتی متر)(محمودی و همکاران، ۲۰۰۷). تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه داده ها در تناوب های مختلف پس از اطمینان از نرمال بودن داده ها پراکنش آنها (آزمون کولموگرف-اسمیرنوف) از طریق تحلیل واریانس یک طرفه(ANOVA) و مقایسه میانگین صفات بررسی شده در تناوب ها با استفاده از آزمون دانکن در محیط نرم افزار SPSS(ver, ۲۱.۰) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج در دو بخش مجزا شامل تاثیر تناوب ها بر میانگین صفات مورد بررسی و ترسیب کربن و نیتروژن در خاک ارائه می گردد:

۱- میزان صفات اندازه گیری شده در تناوب های مختلف

در جدول (۲) میانگین عددی سه صفت درصد کربن آلی، درصد ازت کل، وزن مخصوص ظاهری و نسبت کربن به ازت در تناوب های مختلف با استفاده از روش آنالیز واریانس یک طرفه مورد مقایسه قرار گرفت:

جدول۲- مقایسه میانگین صفات بررسی شده در تناوب های مختلف

ردیف	تناوب	O.C %	N %	BD (gr/cm^3)	C/N
۱	ایش - گندم	c ۰.۳۴	b ۰۲۵..۰	bc ۱.۶۳	a ۱۳.۶
۲	آیش- گندم - یونجه	a ۰.۶۴	a ۰.۰۵۳	d ۱.۵۴	bc ۱۲
۳	آیش- گندم - صیفی - چغندر قند	bc ۰.۴۲	a ۰.۰۴۳	c ۱.۵۸	c ۱۱.۱
۴	آیش- گندم - چغندر قند	c ۰.۳۴	b ۰.۰۳۶	a ۱.۶۶	bc ۱۱.۴۴
۵	آیش - گندم - صیفی	b ۰.۴۴	a ۰.۰۴۱	bc ۱.۶۱	bc ۱۱.۳۵
۶	ضریب تغییرات%	۵۵	۷۰	۷.۹	۱۴.۹

حروف غیر مشترك نشاندهنده اختلاف معنی دار و حروف مشترك نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵% است.

مقایسه میانگین نتایج کربن آلی نشان داد در مطالعه حاضر بالاترین درصد مواد آلی مربوط به تناوب غلات -یونجه و کمترین مربوط به تناوب غلات-چغندر قند می باشد. تناوب های غلات-صیفی، غلات-یونجه- صیفی- چغندر قند و غلات در رده بعدی قرار گرفتند(جدول-۲). مواد آلی تنظیم کننده چرخه CO۲ بین اتمسفر و خاک بوده و می تواند بر میزان گازهای گلخانه ای موثر باشد، بنابراین تغییرات مواد آلی در اثر نوع کاربری می تواند در میزان گازهای گلخانه ای اتمسفر موثر باشد(Batjes, ۱۹۹۶). فاکتورهای موثر بر مواد آلی خاک در اراضی زراعی شامل تناوب محصول و میزان عملیات زراعی مثل شخم است(Rickman et al., ۲۰۰۲). در مجموع می توان تحلیل کرد با افزایش تعداد محصولات زراعی در تناوب وضعیت مواد آلی خاک بهبود پیدا می کند. بررسی مدیریت های زراعی از جمله کودی و خاک ورزی در تناوبهای مختلف نشان می دهد در مزارع چغندر قند عدم تعادل در مدیریت مصرف کودهای شیمیایی و آلی از دلائل مهم تخلیه مواد آلی خاک است. در این مزارع تنها بطور متوسط ۶۵۰ کیلوگرم کودهای نیتروژنه(اوره) و حدود ۱۰۰ کیلوگرم کودهای فسفاته در فصل زراعی مصرف می شود این فرآیند در طی سالیان باعث کاهش نسبت کربن به ازت بر اثر افزایش جمعیت میکرواورگانیسم های خاک در نتیجه مصرف کربن آلی گردیده است. از طرف دیگر ما در مراحل آماده سازی مزارع چغندر قند شاهد بیشترین میزان تردد ماشین آلات(خصوصا دیسک) در بین کشت های منطقه هستیم که باعث افزایش تهویه و نتیجتا معدنی شدن بیشتر مواد آلی خاک گردیده و از طرف دیگر در این کشت کمترین میزان بقایای گیاهی بدلیل برداشت اندام ریشه به خاک بر می گردد. اما در کشت های دیگر مصرف کودهای آلی(صیفی) و همچنین تعادل بهتر در مصرف کودهای شیمیایی(مصرف کمتر کودهای ازته) و عملیات خاک ورزی کمتر تعادل بهتری از نظر مواد آلی در خاک برقرار گردیده

است. افزایش تراکم و مخصوص ظاهری خاک می تواند با تغییر نوع تناوب محصولات زراعی و ورود یک محصول علوفه ای بومی که باعث افزایش مواد آلی خاک در اثر نفوذ ریشه در عمق خاک می شود اصلاح گردد(FAO, ۲۰۰۳). موثر بودن نوع سیستم های کشت منطقه بر تجمع کربن آلی باعث تغییرات سایر خصوصیات خاک مثل وزن مخصوص ظاهری گردید، به نحوی که تناوب گندم-یونجه کمترین و تناوب های گندم-آیش و گندم-چغندر دارای بیشترین وزن مخصوص ظاهری بودند. ورود محصولات مختلف به تناوب تاثیری معنی داری بر وضعیت نیتروژن کل خاک داشت. تناوب های گندم -یونجه، گندم -یونجه-صیفی -چغندر قند و گندم-چغندر قند-صیفی به ترتیب بیشترین و تناوب های آیش-گندم و گندم-چغندر قند کمترین میزان محتوای نیتروژن کل خاک را داشتند به نحوی که تناوب گندم-یونجه نسبت به آیش گندم بیش از ۲/۰% نیتروژن کل بیشتری داشت. وجود گیاه از تیره بقولات در تیمار تناوبی با گندم می تواند سبب تولید مادة آلی بیشتر، تثبیت نیتروژن بیشتر به طریق همزیستی با باکتری های خانواده ریزوبیاسه و در نتیجه کاهش نسبت C/N گردد. همچنین نتایج مندرج در جدول (۲) نشان می دهد کاهش مدت آیش و افزایش تعداد محصولات موجود در تناوب موجب بهبود وضعیت کربن آلی و نیتروزن کل خاک گردیده است که با نتایج تحقیقات شرودر و همکاران(۲۰۰۳) مطابقت دارد. نتایج نسبت C/N در تناوبهای مختلف نشان می دهد بالاترین ترین نسبت مربوط به تناوب گندم-آیش و گندم-چغندر قند است که احتمالا دلیل آن بالا بودن نسبت C/N در بقایای گندم (کلش) بر خلاف بقایای سایر محصولات و همچنین مصرف کودهای آلی غنی از نیتروژن در کشت صیفی باشد. همچنین ضریب تغییرات صفات مورد بررسی نشان داد نیتروژن کل خاک در تناوب های مختلف از شدت تغییرات بیشتری برخوردار بوده که می تواند نتیجه مدیریت مصرف متنوع کودهای نیتروژنه در تناوبهای مختلف باشد.

۲- میزان ترسیب کربن و ازت در تناوب های مختلف

با استفاده از معادله(۱) میزان ترسیب کربن و نیتروژن در تناوب هاب مختلف محاسبه گردید (جدول-۳).

جدول۳- مقایسه میانگین ترسیب کربن و نیتروژن در تناوب های مختلف

تناوب	ایش-گندم	گندم-یونجه	گندم-چغندرقند-صیفی	گندم-چغندرقند	گندم-صیفی
ترسیب (تن در هکتار)					
کربن	cd ۱۶.۶	a ۲۹.۴	b ۱۹.۵	d ۱۵.۱	b ۲۰.۶
نیتروژن	b ۱.۲	a ۲.۴	a ۲.۱	b ۱.۳	a ۱.۹

حروف غیر مشترك نشاندهنده اختلاف معنی دار و حروف مشترك نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵% است.

میزان ترسیب کربن در واحد زمان به خصوصیات رشد گونه های گیاهی و شیوه های مدیریت و شرایط محیطی بویژه مثل مقدار بارندگی، تغییر کاربری اراضی، شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک و ذخیره قبلی کربن خاک بستگی دارد (Darner and Schuman., ۲۰۰۷).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد ترسیب کربن در تناوب گندم-یونجه بیشترین و تناوب گندم-چغندر قند کمترین مقدار را دارا است. همانطور که در سطور قبل اشاره شد در بحثنتایج نشان می دهد اثر تناوب بر میزان کربن الی خاک عواملی مثل حضور گیاهان خانواده بقولات، کاهش مدت آیش، افزایش تعداد محصولات موجود در تناوب و مصرف متعادل کودهای شیمیایی و آلی می تواند در افزایش ترسیب کربن و بهبود خصوصیات کیفی خاک موثر باشد. همچنین نتایج میزان ترسیب نیتروژن در خاک نیز مانند کربن نشان می دهد تناوب گندم-یونجه بیشترین و تناوب گندم-آیش و گندم-چغندر قند کمترین میزان ترسیب نیتروژن را در خاک دارا بوده و تناوبهای شامل محصولات صیفی و گندم از نظر آماری با تناوب یونجه-گندم تفاوت معنی داری نداشته و در یک کلاس قرا گرفتند. دلیل این موضوع میتواند به مصرف کودهای آلی و مدیریت بهتر مصرف کودهای شیمیایی در این سیستم کشت باشد. از جمع بندی نتایج بدست آمده تحقیق فوق می توان استنباط نمود در طی سالیان گذشته تناوبهای غالب منطقه شامل گندم-آیش و گندم-چغندر قند، موجب کاهش ترسیب کربن و نیتروژن گردیده است. بنابراین پیشنهاد می شود برای جلوگیری از روند فوق و حفظ کیفیت خاک جهت تولید پایدار محصول موارد پیش رو مدنظر قرار گیرد: ۱- سیستم تک محصولی در تناوب حذف گردد ۲- حدالامکان(در صورت تامین آب کافی) در تناوب از گیاهان خانواده بقولات استفاده گردد ۳- جهت کاهش تردد ماشین آلات از سیستم های کشاورزی حفاظتی مثل کشت مستقیم و کم خاکورزی استفاده گردد ۴- مدیریت مصرف کودهای شیمیایی اصلاح و بر اساس آزمون خاک و نیاز گیاه باشد ۵- با عنایت به پائین بودن مواد آلی خاک و روند کاهش آن از کودهای آلی غنی شده و بیولوژیک استفاده گردد ۶- با توجه به تناسب بهتر اراضی جهت کشت گیاهان باغی در صورت امکان کاربری باغ جایگزین زراعت گردد.

منابع

فروزه م، حشمتی غ، قدیریان غ و مصباح س. ح. ۱۳۸۷ . مقایسه توان ترسیب کربن سه گونه بوته ای گل آفتابی، سیاه گینه و درمنه دشتی در مراتع خشک ایران. مجله محیط شناسی. شماره ۴۶ : صفحه های ۷۲-۶۵.

محمودی طالقانی ع، زاهدی امیری ق، عادلی ا و ثاقب طالبی خ. ۱۳۸۶ . برآورد ترسیب کربن خاك در جنگلهای تحت مدیریت(مطالعه موردی جنگل گنبد در شمال کشور . فصلنامه جنگل و صنوبر. صفحه های ۲۴۱ تا ۲۵۲.

Batjes, N. H. .۱۹۹۶. Total carbon and nitrogen in the soils of the World. European Journal of Soil Science, ۴۷,۱۵۱-۱۶۳.

Derner J.D and. Schuman GE. ۲۰۰۷. Carbon sequestration and rangelands: A synthesis of land management and precipitation effects. Journal of Soil and Water Conservation. ۶۲(۲): ۷۷-۸۵.

Fabrizzi K.P., Rice C.W., Schlegel A., Peterson D., Sweeney D.W. and Thompson C. ۲۰۰۷. Soil Carbon Sequestration in Kansas: Long-Term Effect of Tillage, N Fertilization, and Crop Rotation. Kansas State University ۱-۴۴.

FAO. ۲۰۰۳. Soil Compactation. Conservation of natural resources for sustainable agriculture.

Masri, Z., and Ryan, J. ۲۰۰۵. Soil organic matter and related physical properties in a Mediterranean wheat based rotation trial. Soil & Tillage Research ۸۱ : ۵۴-۶۷.

Rickman R., Douglas C., Albrecht, S., Berc, J. ۲۰۰۲. Tillage, crop rotation, and organic amendment effect on changes in soil organic matter. Environmental pollution. ۱۱۶, ۴۰۵-۴۱۱.

Sherrod, L. A., Petersonb G. A., Westfallb D. G. and Ahujaa L. R. ۲۰۰۳. Cropping Intensity Enhances Soil Organic Carbon and Nitrogen in a No-Till Agroecosystem. Soil Science Society of America Journal. Vol. ۶۷ No. ۵, ۱۵۳۳-۱۵۴۳.

Upendra M.S., Zachary N.S., Ermson Z.N., Irenus A.T. and Reddy K.C. ۲۰۰۸. Soil carbon and nitrogen sequestration as affected by long-term tillage, cropping systems, and nitrogen fertilizer sources. Agriculture, Ecosystems and Environment. ۱۲۷: ۲۳۴-۲۴۰.

Weltzin J.F., Loik M.E., Schwinning S., Williams D.G., Fay P.A., Haddad B.M., Harte J., Huxman T.E., Knapp A.K., Lin G.H., Pockman W.T., Shaw M.R., Small, E.E., Smith, M.D., Smith, S.D., Tissue, D.T. and Zak, J.C. ۲۰۰۳. Assessing the response of terrestrial ecosystems to potential changes in precipitation. Bioscience ۵۳: ۹۴۱-۹۵۲.

Abstract

Soil is one of the main reservoirs of carbon on earth that can pool of a large and important role in carbon sequestration and it play reduce greenhouse gases. The purpose of this study was to evaluate the effect of different rotation with wheat to nitrogen and carbon sequestration in agricultural land is dasht miami in semnan province. soil sampling was performed in a regular grid of ۶۰۰ x ۶۰۰ meters of depth of ۰-۳۰ cm (۲۴۶ samples) and was sent to the laboratory for the determination of soil carbon and nitrogen. The level of carbon and nitrogen sequestration were calculated in rotation system. Analysis of Variance (ANOVA) and comparison test showed that there were the significant differences nitrogen and carbon sequestration in between understudy crop rotation systems. Results indicated that wheat rotation with alfalfa and vegetable in compared to wheat rotation with sugar beet and wheat-fallow rotation increased carbon and nitrogen sequestration in soil.

تاثیر روش‌های کاشت و مصرف برگی کود روی بر عملکرد برنج

احمد رمضانی [۱]، محمود صلحی [۱]، مصلح الدین رضایی [۱]
۱- پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده
به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف کاشت و محلول‌پاشی کود روی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم سازندگی، مطالعه‌ای با استفاده از آزمایش کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان اجرا گردید. سه روش کشت متمرکز، بهبود یافته و متداول بعنوان فاکتور اصلی و ۵ سطح محلول‌پاشی ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو اکسید روی، ۳ و ۶ گرم لیتر سولفات‌روی و شاهد بعنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد عملکرد دانه و محلول‌پاشی روی بطور معنی‌داری (در سطح احتمال ۵درصد) تحت تأثیر روش‌های کشت قرار گرفت. محلول‌پاشی نانو اکسید روی و سولفات روی نیز به ترتیب موجب افزایش ۵ و ۷/۵ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد. کشت برنج به روش متمرکز و محلول پاشی سولفات‌روی با غلظت ۶ در هزار بیشترین افزایش (۷%) را بر عملکرد داشت.

کلمات کلیدی: روش‌های کشت، SRI، محلول‌پاشی، Zn

مقدمه
برنج یکی از محصولات اساسی کشاورزی است که غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد. پس از چند دهه تحقیق در زمینه چگونگی دستیابی به تولید محصول بیشتر و پایدار و سیستم‌های تولید کشاورزی پایدار، چند الگوی جدید، مبتنی بر شیوه‌های اگرواکولوژیکی و سودآور از لحاظ اقتصادی معرفی شده‌اند. از جمله این الگوها SRI ((System of Rice Intensification یا سیستم کشت متمرکز و (Conservation Agriculture) CA یا کشاورزی حفاظتی را می‌توان نامبرد (Royal Society, ۲۰۰۹). این سیستم‌ها پتانسیل بالقوه‌ای برای افزایش بهره‌وری بدون آسیب به محیط زیست را نشان می‌دهند. اصول و روش‌های اجرای سیستم کشت SRI که برای اولین بار برای گیاه برنج به اجرا گذاشته شد؛ عبارتند از: تغییر شیوه خزانه‌گیری و استفاده از خزانه جعبه‌ای، پرورش نشاهای جوان ۳ تا ۵/۳ برگه، کاشت یک گیاهچه در کپه، بکارگیری فواصل کشت بیشتر بین نشاها و الگوی کشت مربعی، نشاکاری با عمق کم، عدم غرقاب نمودن دائم شالیزار و انجام آبیاری متناوب، استفاده از کمپوست و کودهای آلی و استفاده از وجین‌کن دستی برای هوادهی و کنترل علف‌های هرز (Barison, ۲۰۰۳; Uphoff, ۲۰۰۶). در مطالعه‌ای که به منظور مقایسه دو روش کاشت سنتی و SRI به اجرا گذاشته شد، در روش SRI عملکرد برابر ۱/۹ تن در هکتار و در روش سنتی ۵/۵ تن در هکتار بود. در این پژوهش افزایش عملکرد در روش SRI به تولید بیشتر تعداد پنجه و خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه و افزایش طول خوشه نسبت داده شد(Styger *et al*., ۲۰۱۱).

در حال حاضر کمبود روی یکی از مهم‌ترین تنش‌های مواد غذایی محدود کننده تولید برنج در آسیا به شمار می‌آید(Cakmak *et al*., ۱۹۹۹). در ایران به دلیل آهکی بودن خاك‌ها و واکنش قلیائی خاك مسئله کمبود روی از اهمیت بیشتری برخوردار است. برخی مطالعات نشان می‌دهد محلول پاشی سولفات روی در جبران کمبود روی و افزایش غلظت روی در دانه برنج موثر بوده است(Yoshida *et al*., ۱۹۷۰). افزایش معنی‌دار عملکرد دانه (۱۶ درصد) و کاه (۳۸ درصد) برنج با دو بار محلول‌پاشی کود روی از نوع Zn-EDTA و $ZnSO_4$ با غلظت ۵ در هزار مشاهده شده‌است، اما بیشترین افزایش با محلول‌پاشی روی به صورت Zn- EDTA گزارش شده‌است(Karak and Das, ۲۰۰۶). چاکرالحسینی و همکاران(Chaker alhossaini *et al*., ۲۰۰۹) با بررسی اثرات میزان، منبع و روش مصرف کود روی بر صفات کمی و کیفی برنج رقم چرام گزارش کردند مصرف روی به طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد شد و بیشترین عملکرد با محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۳ در هزار توأم با مصرف ۴۰ کیلوگرم در خاک، حاصل شد. پراساد و همکاران (Prasad, *et al*., ۲۰۱۲) با محلول‌پاشی بادام زمینی با سولفات‌روی و نانواکسیدروی، گزارش کردند مصرف نانواکسیدروی و سولفات‌روی به ترتیب باعث افزایش ۵/۲۹ و ۳/۲۶ درصدی عملکرد غلاف شد. این تحقیق، با هدف بررسی تأثیر مصرف برگی نانواکسیدروی و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم سازندگی در روش‌های مختلف کشت در اصفهان به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در قالب آزمایش کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان در سال ۱۳۹۳ به اجرا گذاشته شد. تیمار اصلی سه روش‌کشت برنج شامل روش‌کشت متمرکز(SRI) روش‌کشت بهبودیافته(IRC) و روش‌کشت متداول (CRC) و تیمار فرعی شامل محلول‌پاشی با نانواکسیدروی (Nano-ZnO) با غلظت ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، سولفات‌روی آبدار($ZnSO_4.H_2O$) با غلظت ۳ و ۶ گرم در لیتر و تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) بود. محلول‌پاشی در دو مرحله پنجه‌زنی و شیری دانه برنج (Cakmak, *et al*., ۲۰۱۰) انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد پوکی و شاخص برداشت بود. برای تعیین عملکرد دانه(بر

اساس رطوبت ۱۴%) و بیولوژیک ۵ مترمربع از مرکز هر پلات پس از حذف حاشیه برداشت شده و پس از قرار دادن نمونه‌ها در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد، با ترازوی دیجیتال توزین شد. تجزیه‌های آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزارهای SAS و Exell و مقایسات میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

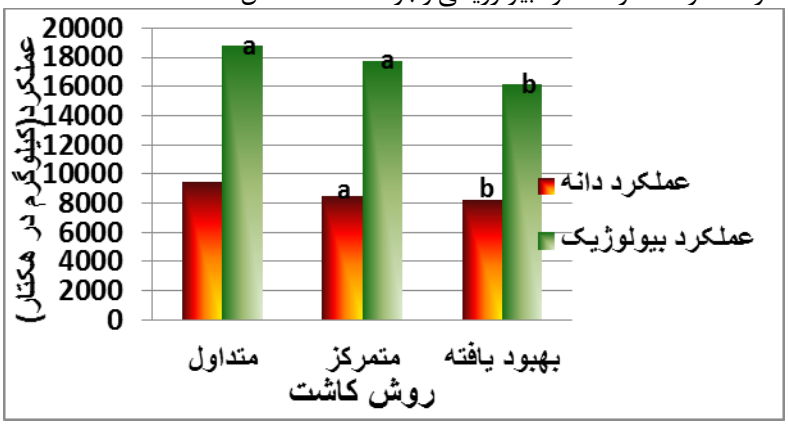
مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاك محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده‌است. بر اساس این نتایج خاك مزرعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتي‌متری دارای بافت لومي‌رسی با اسیدیته ۳/۷ و هدایت‌الکتریکی ۶۵/۲ دسي‌زیمنس بر متر بود.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاك محل آزمایش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی Ec×۱۰۴	کلاس بافت	اسیدیته pH	$P_{(ava)}$	$K_{(ava)}$	$Cu_{(ava)}$	$Zn_{(ava)}$	$Mn_{(ava)}$	$Fe_{(ava)}$
				$mg\ Kg^{-1}$					
۰-۳۰	۲.۶۵	Clay loam	۷.۳	۱۸.۳	۲۱۰	۰.۶	۰.۸	۶.۵	۳۰.۶

تأثیر روش‌های کاشت بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی

مقایسه میانگین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سه روش کاشت نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی(به ترتیب ۸/۹۴۵۰ و ۶/۱۸۸۱۴ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت متمرکز حاصل شد. این افزایش نسبت به روش کاشت متداول به ترتیب ۱/۱۳ و ۶/۸ درصد و نسبت به روش کاشت بهبود یافته ۱۰ و ۱/۵ درصد بیشتر بود، اما تفاوت معنی‌داری بین روش کاشت متداول و بهبود یافته از نظر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی وجود نداشت (شکل ۱).



شکل ۱- تاثیر روش های کاشت بر عمکرد دانه و عمکرد بیولوژیکی

بالاتر بودن عملکرد دانه در روش کشت متمرکز نسبت به روش کاشت متداول را می‌توان به بیشتر بودن تعداد خوشه در واحد سطح(۵/۱۴%) و شاخص برداشت (۱/۴%) نسبت داد. در حالی که بیش‌تر بودن عملکرد دانه در روش کشت متمرکز را نسبت به روش کاشت بهبود یافته می‌توان به افزایش تعداد خوشه در واحد سطح(۳/۵%) شاخص برداشت(۴۴/۱۰%)، وزن هزار دانه(۲/۴%) و کاهش میزان پوکی(۱/۴۹%) نسبت داد(جدول ۲). روند تقریباً مشابهی در رابطه با عملکرد بیولوژیکی روش‌های کاشت دیده شد. این نتایج با یافته‌های بسیاری از محققین از جمله بریسون (Barison, ۲۰۰۳) و اوفوف (Uphoff, ۲۰۰۵ Uphoff, ۲۰۰۶) مطابقت دارد، ولی با نتایج امیری و همکاران (Amiri *et al*., ۲۰۱۲) که گزارش کردند بین روش‌های کشت متمرکز، بهبود یافته و سنتی از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، مغایرت داشت. دلیل این تفاوت را باید در شرایط مدیریتی مزارع، شرایط اقلیمی متفاوت، تنوع روش‌های تهیه بستر و انتقال نشاء جستجو کرد.

جدول۲ - مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی تحت تأثیر روش‌های کشت

روش‌های کشت	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه(گرم)	شاخص برداشت	درصد پوکی
متداول	b ۴.۲۸۴	b ۹.۱۴۴	a ۰۷.۲۲	ab ۷.۴۹	b۳.۵

متمرکز	a ۵.۳۳۲	b ۸.۱۴۴	a ۰۸.۲۲	a۸.۵۱	b۴.۵
بهبود یافته	a۸.۳۱۴	a۵.۱۵۵	b۱۶.۲۱	b۴.۴۶	a۰.۱۱

در هر تیمار اعداد با حروف مشابه در هر ستون از نظر اماری تفاوتی ندارند (LSD ۵%)

تأثیر روش‌های کاشت بر اجزای عملکرد

مقایسه میانگین‌ها نشان داد تعداد خوشه در مترمربع در تیمار کشت متمرکز نسبت به تیمار های کشت متداول و بهبود یافته به ترتیب ۵/۱۴ و ۳/۵ درصد افزایش داشت (جدول ۲). همچنین در مقایسه میانگین تیمارها بیشترین تعداد دانه در خوشه (۵/۱۵۵) در روش کشت بهبود یافته حاصل شد که در مقایسه با روش‌های متداول و متمرکز به ترتیب ۳/۷ و ۹/۶ درصد افزایش نشان داد. میانگین وزن هزار دانه در دو روش‌های متداول و متمرکز حدوداً ۴ درصد بیشتر از روش کشت بهبود یافته بود. علی‌رغم اینکه تعداد دانه در خوشه در روش بهبود یافته بیشتر بود ولی بطور کلی سیستم کشت متمرکز از نظر سایر اجزای عملکرد برتر بود. بعلاوه صفت تعداد دانه در خوشه به تنهایی نمی‌تواند مزیت مهمی محسوب گردد، مگر در حالتی که با افزایش تعداد خوشه و وزن هزار دانه همراه باشد. در این مطالعه علیرغم بیشتر بودن تعداد دانه در خوشه در روش کشت بهبود یافته، به دلیل کمتر بودن دو جزء دیگر عملکرد یعنی تعداد خوشه در مترمربع که مهم‌ترین جزء عملکرد می‌باشد و وزن هزار دانه در این روش عملکرد کمتری حاصل نشد. در روش کشت متمرکز، اجرای آبیاری متناوب بدون ایجاد تنش خشکی در گیاه شرایط ایده‌آلی را برای رشد گیاه به ویژه از نظر سهولت دسترسی ریشه گیاه به اکسیژن و افزایش جذب عناصر غذائی در خاك در مقایسه با روش‌های کشت غرقاب دائم فراهم می‌آورد که نتیجه آن بهبود شاخص‌های مرفوفیزیولوژیکی گیاه برنج و نهایتاً موجب بهبود اجزای عملکرد و عملکرد دانه می‌گردد. به اعتقاد برخی محققین در روش SRI ویژگی‌هایی مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی برنج از جمله تعداد پنجه بارور افزایش یافته، تیپ بوته مطلوب‌تر گشته و میزان جذب و کارائی مصرف نیتروژن به علت توسعه بیشتر ریشه و بهبود عملکرد فیزیولوژیکی گیاه افزایش می‌یابد (Thakur *et al*., ۲۰۱۳).

تأثیر محلول پاشی کود روی بر عملکرد دانه

بطور کلی محلول‌پاشی کودروی باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد. این افزایش در تیمار نانواکسیدروی با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و سولفات‌روی با غلظت‌های ۶ گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار بود ولی در سایر تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۳). افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۲/۶، ۳/۴،۵/۴ و ۴/۶ درصد بود. این نتایج با نتایج چاکرالحسینی و همکاران (Chaker alhossaini *et al*., ۲۰۰۹) و کاراک و داس(Karak and Das, ۲۰۰۶) مطابقت دارد. افزایش عملکرد در اثر محلول پاشی کود روی در محصولات دیگر از جمله گندم و بادام زمینی نیز گزارش شده‌است. در آزمایش مشابهی پراساد و همکاران (Prasad, *et al*., ۲۰۱۲) با محلول پاشی بادام زمینی با محلول سولفات روی و نانو اکسید روی گزارش کردند مصرف نانو اکسید روی و سولفات روی به ترتیب باعث افزایش ۵/۲۹ و ۳/۲۶ درصدی عملکرد غلاف گردید. همچنین محلول پاشی سولفات‌روی و اکسیدآهن و ترکیبی از سولفات روی و اکسیدآهن، باعث افزایش عملکرد دانه گندم و کیفیت آن در مقایسه با شاهد شد و بیشترین عملکرد و کیفیت دانه در تیمار ترکیبی آهن-روی حاصل شد (Habib, ۲۰۰۹).

جدول ۳ - مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه و بیولوژیکی و درصد پوکی تحت تأثیر تیمارهای محلول پاشی روی (Kg/ha)

محلول پاشی کود روی	عملکرد دانه	درصدپوکی	عملکرد بیولوژیکی
نانواکسیدروی(۱۵۰میلی‌گرم‌در‌لیتر)	a ۴.۸۹۸۱	b ۶.۶	a۲.۱۸۱۰۶
نانواکسیدروی(۳۰۰میلی‌گرم‌در‌لیتر)	ab۹.۸۷۱۱	b ۰.۶	ab ۳.۱۷۵۵۶
سولفات‌روی(۳ گرم‌درلیتر)	ab ۴.۸۸۲۵	b ۹.۶	a ۶.۱۷۷۲۴
سولفات‌روی(۶ گرم‌درلیتر)	a ۴.۹۰۰۴	b ۹.۵	a ۲.۱۸۲۳۶
شاهد	b ۷.۸۴۲۸	ab ۶.۸	b ۷.۱۶۵۹۴

در هر تیمار اعداد با حروف مشابه در هر ستون از نظر اماری تفاوتی ندارند (LSD ۵%)

تأثیر محلول پاشی روی بر عملکرد بیولوژیکی و درصد پوکی

بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی کود روی از نظر عملکرد بیولوژیکی تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیکی به ترتیب در تیمارهای سولفات روی با غلظت ۶ گرم در لیتر(۲/۱۸۲۳۶ کیلوگرم در هکتار) ، نانواکسیدروی با غلظت ۱۵۰میلی‌گرم در لیتر(۲/۱۸۱۰۶ کیلوگرم در هکتار)، سولفات روی با غلظت ۳ گرم در لیتر (۶/۱۷۷۲۴ کیلوگرم در هکتار) و نانواکسیدروی با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۳/۱۷۵۵۶ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد که تقریباً با روند

افزایش عملکرد دانه مطابقت داشت.این افزایش در تیمارهای سولفات روی با غلظت ۶ گرم در لیتر و نانواکسیدروی با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به شاهد معنی‌داری بود. افزایش عملکرد بیولوژیکی تیمارها نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۳/۱۱، ۵/۷، ۵/۱۱ و ۱۱درصد بود. حسینی و مفتون (Hossaini and Mafton., ۲۰۰۶) گزارش کردند که مصرف روی در خاک باعث افزایش معنی‌دار ماده خشک اندام هوائی، عملکرد بیولوژیکی و سطح برگ برنج رقم قصردشتی گردید. به اعتقاد این پژوهشگران مصرف روی با توجه به نقش DNA و پروتئین‌ها در گیاه و فعال کردن آنزیم‌های مختلف باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی برنج گردید. بر اساس نتایج این پژوهش استفاده از سیستم کشت متمرکز و محلول پاشی کود روی با غلظت ۶ گرم در لیتر یا ۱۵۰ میلی گرم نانو اکسید روی برای برنج رقم سازندگی قابل توصیه است.

منابع

Amiri Larijani, B., Ramazanpor, Y., Hossaini, J. and Shokri, A. Y. ۲۰۱۲. The comparison of rice yield and crop productivity under conventional, improved and SRI cropping systems. Research Report. No. ۴۱۷۷۴. Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC). ۳۶ pp. (In Persian).

Barison, J. ۲۰۰۳. Nutrient use efficiency and nutrient uptake in conventional and intensive (SRI) rice cultivation systems in Madagascar. Master's Thesis. Cornell University. USA. New York.

Cakmak, M., Kalayci, Y., Kaya, A. A., Torun, N., Aydin, Y., Wang, Z., Arisoy, H., Erdem, A., Yazici, O., Gokmen, L., Ozturk. and Horst, W. J. ۲۰۱۰. Biofortification and localization of zinc in wheat grain. Journal of Agricultural Food Chemistry. ۵۸ (۱۶). ۹۰۹۲-۹۱۰۲.

Chaker Alhossaini, M., Mohtashami, R. and Oliaei, H. ۲۰۰۹. Evaluation of effects of quantity, source and method of zinc applcation on quantitatve and qualitative characristics of rice cultivar, Choram. Iranian Journal of Research in Agricultural Sience. ۵(۱):۳۳-۴۳. (In Persian).

Karak, T. and Das, D. ۲۰۰۶. Effect of foliar application of different sources of Zn application on the changes in Zn content, uptake and yield of rice (*Oryza sativa* L.). ۱۸th World Congress of Soil Science, July ۹-۱۵. Philadelphia. Pennsylvania. USA.

Habib, M. ۲۰۰۹. Effect of foliar application of Zn and Fe on wheat yield and quality. African Journal of Biotechnology. ۸ (۲۴). ۶۷۹۵-۶۷۹۸.

Hossaini, Y. and Mafton, M. H. ۲۰۰۶. Effect of nitrogen source and zinc quantity on growth and chemical composition of rice. Iranian Journal of soil and water sicence. ۱۹(۲):۱۶۵-۱۶۷. (In Persian).

Prasad TNVKV, Sudhakar P, SreenivasuluY Latha P, Munaswamy V, Raja Reddy K, Sreeprasad TS, Sajanlal PR, Pradeep TB (۲۰۱۲) Effect of nonsocial zinc oxide particles on the germination, growth and yield of Peanut. J Plant Nutr ۳۵:۹۰۵-۹۲۷.

Royal, Society. ۲۰۰۹. Reaping the benefits : science and the sustainable intensification of global agriculture. Report of Commission chaired by Sir D. Baulcombe. Royal Society, London.

Styger E, Attaher MA, Guindo H, Ibrahim H, Diaty M, Abba I, Traore M (۲۰۱۱) Application of system of rice intensification practices in the arid environment of the Timbuktu region in Mali. Paddy and Water Environ ۹:۱۳۷-۱۴۴.

Thakur, A. K, Rath, S. and Mandal, K. G. ۲۰۱۳. Differential responses of system of rice intensification (SRI) and conventional flooded rice management methods to applications of nitrogen fertilizer. Plant and Soil. ۹:۱۳-۲۴.

Uphoff, N. ۲۰۰۵. Features of the system of rice intensification (SRI) apart from increases in yield. Cornell International Institute for food, agriculture and development.

Uphoff, N. ۲۰۰۶. Increasing water saving while raising rice yields with the system of rice intensification (SRI). ۲nd international rice congress, New Delhi, October ۹-۱۳, Panel on water productivity and reuse.

Yoshida, S., McLean, G. W., Shafi, M. and Mueller, K. E. ۱۹۷۰. Effects of different methods of zinc application on growth and yields of rice in a calcareous soil. West Pakistan. Soil Science and Plant Nutrition. ۱۶:۱۴۷-۱۴۹.

Abstract

The effect of rice cultivation methods and zinc foliar spray on yield and yield components of rice var. Sazandegi, was evaluated using split plot based on randomized complete block in three replications in Isfahan Agricultural Research Center. Three rice cultivation methods were system of Rice Intensification (SRI), Conventional Rice Cultivation System (CRC) and Improved Rice Cultivation System (IRC) were main plot factor and five zinc foliar

applications (۱۵۰ and ۳۰۰ mg L^{-1} nano ZnO, ۳ and ۶ g L^{-1} SO_4Zn, and cheek), were sub plot. The results showed that, effects of cultivation systems and zinc foliar application on grain yield were significant (۵%). Nano zinc oxide and zinc sulphate application increased ۵ and ۵.۷ percent grain yield, in comparison with cheek, respectively. SRI method and foliar application of ۶ g L^{-1} zinc sulphate resulted in the highest grain yield.

ارزیابی آلودگی به فلزات سنگین در خاک‌های زراعی تحت کشت انواع سبزی‌جات غده‌ای (سیر، سیب‌زمینی، پیاز و تربچه) استان زنجان

لیلا تابنده [۱]، مهدی طاهری [۲]، محمد عباسی [۱]
۱- کارشناس ارشد منابع طبیعی و آموزش کشاورزی استان زنجان، ۲- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و آموزش کشاورزی استان زنجان

چکیده
غلظت کل عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب دراکثرخاک‌های زراعی تحت کشت انواع سبزی‌جات غده‌ای (سیر، پیاز، سیب،زمینی و تربچه)، کمتر از حد استاندارد ملی ایران بود و هیچ‌گونه آلودگی در این اراضی مشاهده نگردید. ولیکن از بین خاک‌های مورد مطالعه، غلظت کل عناصر روی، کادمیوم و سرب در اراضی سیب‌زمینی منطقه ماهنشان (روستاهای قلعه چوق سادات، قره‌ناز و ساغرچی انگوران) به دلیل مجاورت مزارع به معدن سرب دندی و همچنین، غلظت کل عناصر روی و سرب اراضی سبزی‌کاری (تربچه) اطراف راه آهن شهری، به دلیل استفاده طولانی‌مدت از فاضلاب شهری، بالاتر از حد استاندارد ملی ایران بودند.

واژه های کلیدی: سبزی‌جات غده‌ای، آلودگی، خاک، استان زنجان.

مقدمه
خاک، منبع اصلی تغذیه معدنی گیاهان است. گیاهان، اولین ارگانیسم‌هایی هستند که وقتی شرایط خاکی تغییر می‌کند، واکنش نشان می‌دهند و در شرایط نامطلوب خاک (آلودگی به عناصر سنگین)، منجر به، انباشتگی این عناصر خواهند شد (simon & eberhard,۲۰۰۰). سطوح طبیعی وحدود آلودگی به فلزات سنگین درخاک‌های کشاورزی مختلف، متفاوت است و آلودگی خاک‌های زراعی به فلزات سنگین در غلظت‌هایی بالاتر از حد خطر ساز (حد مجاز و استاندارد) اطلاق می‌شود. بنابراین، فلزات سنگین، از آلاینده‌های مهم زیست محیطی به شمار می‌آیند که عمدتاً از فعالیتهای صنعتی و کشاورزی بشر منشا می‌گیرند و حضور آنها در آب، خاک و اتمسفر و نهایتاً با ورود به زنجیره غذایی، می‌توانند سلامتی بشر را به مخاطره اندازند (math-gaspar&anton ۲۰۰۲). علاوه بر آلودگی محصولات غذایی ناشی از ذرات گرد و غبار و آب آبیاری، کیفیت خاک‌های زراعی و آلودگی این قبیل‌خاک‌ها، به خصوص در اراضی تحت کشت انواع سبزیجات غده‌ای (به دلیل تماس نزدیک به ذرات خاک)، از اولویت و اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

مواد و روش‌ها
شهرستان‌های تحت کشت انواع سبزی‌جات غده‌ای تحت مطالعه استان زنجان، به تفکیک هر محصول عبارتند از سیب‌زمینی (شهرستان‌های طارم، زنجان، ماهنشان، سلطانیه و خدابنده)، پیاز و تربچه (شهرستان زنجان و روستاهای در امتداد رودخانه زنجانرود) و سیر (شهرستان طارم) می‌باشند که به تفکیک در جداول ۱ الی ۴ آمده است. طبق آخرین آمار سازمان جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۰، سطح زیر کشت سیب‌زمینی (۶۳۷۷ هکتار)، پیاز (۳۳۷۹ هکتار)، سیر (۱۹۵۰هکتار)، سبزیجات خوراکی (۱۹۲۴ هکتار) می‌باشد. بنابراین در این پروژه، نمونه برداری خاک، در طی سال زراعی ۱۳۹۲ انجام گرفت. نمونه‌های خاک به تفکیک هر محصول، از عمق ۰ الی ۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری و هوا خشک شده و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل شدند. درآزمایشگاه، یک گرم از خاک خشک با نسبت ۱:۳ با اسیدکلریدریک ۶ مولار و اسیدنیتریک غلیظ، مخلوط و پس از گذشت یک شبانه‌روز، در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد، حرارت داده و با اسید نیتریک ۲ مولار، به حجم ۵۰ میلی‌لیتر، رسانده شدند و غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب درعصاره به‌دست آمده با کمک دستگاه جذب اتمی قرائت و اندازه‌گیری گردید (Chen et al,۲۰۰۱).لازم به ذکر است که نحوه نمونه‌برداری خاک‌ها به صورت تصادفی و مرکب و در سه تکرار انجام شد. در پایان، با استفاده از نرم افزار SPSS در هرمنطقه نمونه برداری و به تفکیک هر محصول، غلظت عناصر مذکور با محدوده مجاز و استاندارد ملی ایران و با آزمون tesetOne sample- Tمورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث
بر اساس گزارشات موسسه استاندارد ملی ایران، حد مجاز غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب به ترتیب برابر با ۲۰۰، ۵۰۰، ۵ و ۷۵ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک خشک برای اراضی کشاورزی می‌باشد. طبق نتایج جدول ۱، میانگین غلظت عناصر مس و روی درخاک‌های تحت کشت سیب‌زمینی استان، کمتر از استاندارد ملی ایران (خاک‌های زراعی با پی‌هش بالاتر از ۷) بوده و با انجام

ازمون One-sample T test بین آنها اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد) p<۰۰۱/۰). همچنین، میانگین غلظت سرب خاک‌های زراعی مذکورکمتر از استاندارد ایران است و اختلاف آنها از حد استاندارد، معنی‌دار می‌باشد(p<۰۱/۰). غلظت کادمیوم درکلیه خاک‌های زراعی تحت کشت سیب‌زمینی استان، ناچیز و غیرقابل اندازه‌گیری بود و تنها در مزارع ماهنشان (مجاور به معدن سرب و روی و در روستاهای قلعه چوق سادات، قره ناز و ساغرچی انگوران) غلظت کادمیوم بالاتر از استاندارد بوده و با میانگین ۶۴ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن خاک به‌دست آمد. بنابراین درسطح استان، به استثنای منطقه ماهنشان، در سایر خاک‌های زراعی تحت کشت سیب‌زمینی، آلودگی به عناصر سنگین گزارش نشد. با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵)، بین غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های زراعی تحت کشت سیب‌زمینی، اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. به‌طوریکه بالاترین غلظت مس خاک در اراضی شهرستان طارم و بالاترین غلظت عناصر روی، کادمیوم و سرب در اراضی واقع در شهرستان ماهنشان می‌باشد.

جدول۱- غلظت کل عناصر سنگین در خاک‌های مزارع تحت کشت سیب‌زمینی استان زنجان

مناطق تحت کشت سیب‌زمینی	مس	روی	کادمیوم	سرب
طارم*	۳/۴۸a	۴/۱۱۸b	۱/۰b	۲۷b
زنجان	b۸/۲۱	b ۶/۸۹	۳/۰b	۵/۲۱b
ماهنشان	b۳/۲۸	a ۵۸۴۰	۶۴a	۴۱۰a
سلطانیه	b۸/۱۹	b ۸/۸۹	nd	۸/۱۰b
خدابنده	b۲۳	b ۱/۶۹	۱/۰b	۴/۸b
میانگین	۳/۲۸	۱۲۴۱	۹/۱۲	۵/۹۵
محدوده مجازاستاندارد ملی ایران	**۲۰۰**	**۵۰۰**	**۵**	**۷۵**

*طارم= روستاهای جزلا، چورزق، سرخه دیزج، دستجرده، ونسر و دهنه زنجان= روستاهای اژدهاتو، دیزج‌آباد و باغ رضوان ماهنشان= روستاهای قلعه چوق سادات، قره‌ناز و ساغرچی انگوران سلطانیه= خیرآباد و قره‌بلاغ خدابنده= روستاهای سجاس، خمارک، مجیدآباد، مزیدآباد، توپقره و دوتپه سفلی
میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان ندادند.

غلظت کل عناصر مذکور، درکلیه خاک‌های زراعی تحت کشت سیر منطقه طارم (جدول ۲)، پایین‌تر از استاندارد ملی ایران می‌باشد و این در حالی است که با آزمون یک‌طرفه T-test غلظت عناصر مورد مطالعه (مس، روی و سرب)، اختلاف معنی‌داری با استاندارد ملی ایران نشان داده‌اند (p<۰۰۱/۰). همچنین، غلظت کادمیوم در خاک‌های مذکور، ناچیز و غیرقابل اندازه‌گیری بود. بنابراین، هیچ‌گونه آلودگی به عناصر سنگین درخاک‌های زراعی تحت کشت سیر استان زنجانبه‌دست نیامد.با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵)، بین غلظت مس و کادمیوم در مناطق تحت مطالعه کشت سیر، اختلاف آماری معنی‌داری به‌دست نیامد. بالاترین غلظت روی و سرب در مزارع روستاهای ونسر و کوهکن علیا از توابع منطقه طارم گزارش گردید.

جدول۲- غلظت کل عناصر سنگین (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خاک خشک) در خاک‌های تحت کشت سیر شهرستان طارم

مناطق تحت کشت سیر	مس	روی	کادمیوم	سرب
انذر	۴/۵۹a	۱۲/۸۰b	nd	۵/۱۳b
کوهکن علیا	a۸/۴۰	a۸/۱۰۹	nd	۲۱ab
ونسر	a۴۴	a۸/۱۲۵	nd	۲۸a
چورزق	a۳/۵۰	b۸۲	nd	۵/۱۲b
جیا	a۵/۴۵	b۵/۷۷	nd	۵/۱۰b
میانگین	۴۸	۹۵	nd	۱/۱۷
محدوده مجازاستاندارد ملی ایران	**۲۰۰**	**۵۰۰**	**۵**	**۷۵**

.میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان ندادند

میانگین غلظت کل عناصر مورد مطالعه (جدول ۳)، در کلیه مزارع تحت کشت پیاز استان زنجان، پایین‌تر از استاندارد ملی ایران می‌باشد و اختلاف آنها از حد استاندارد ایران با آزمون یک‌طرفه T-test معنی‌دار به دست آمد (p<۰۰۱/۰). بنابراین هیچ‌گونه آلودگی به عناصر سنگین در خاک‌های زراعی تحت کشت پیاز وجود نداشت.با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵)، بین غلظت عناصر مورد مطالعه در خاک‌های زراعی تحت کشت پیاز، اختلاف معنی‌داری وجود دارد.بیشترین غلظت مس، در خاک‌های زراعی منطقه ینگچه (روستای در حاشیه زنجانرود) به‌دست آمد.همچنین بالاترین غلظت روی، کادمیوم و سرب خاک‌ها در منطقه قشلاق انگوران از توابع شهرستان ماهنشان به‌دست آمد.

جدول۳- غلظت کل عناصر سنگین (میلی‌گرم در کیاوگرم وزن خاک خشک) در خاک‌های تحت کشت پیاز استان زنجان

مناطق تحت کشت پیاز	مس	روی	کادمیوم	سرب
دیزج‌اباد- زنجان	۸/۲۱e	۱۲۰b	۵/۰b	۲۷b
اژدهاتو- زنجان	e۵/۲۰	e۶۱	nd	۱۰c
کوشکن- زنجان	d۲۸	c۵/۱۰۱	۵/۰b	۲۳b
کزبر- زنجان	b۷/۴۸	de۸۰	nd	۵/۹c
ینگچه- زنجان	a۸/۵۴	cd۹۴	nd	۳/۱۰c
باغلوچه- زنجان	c۴۰	e۵/۶۷	nd	۵/۴d
قشلاق انگوران- ماهنشان	e۱۸	a۵/۱۴۶	۳a	۵۳a
میانگین	۱/۳۳	۸/۹۵	۵۷/۰	۶/۱۹
محدوده مجازاستاندارد ایران	**۲۰۰**	**۵۰۰**	**۵**	**۷۵**

.میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان ندادند

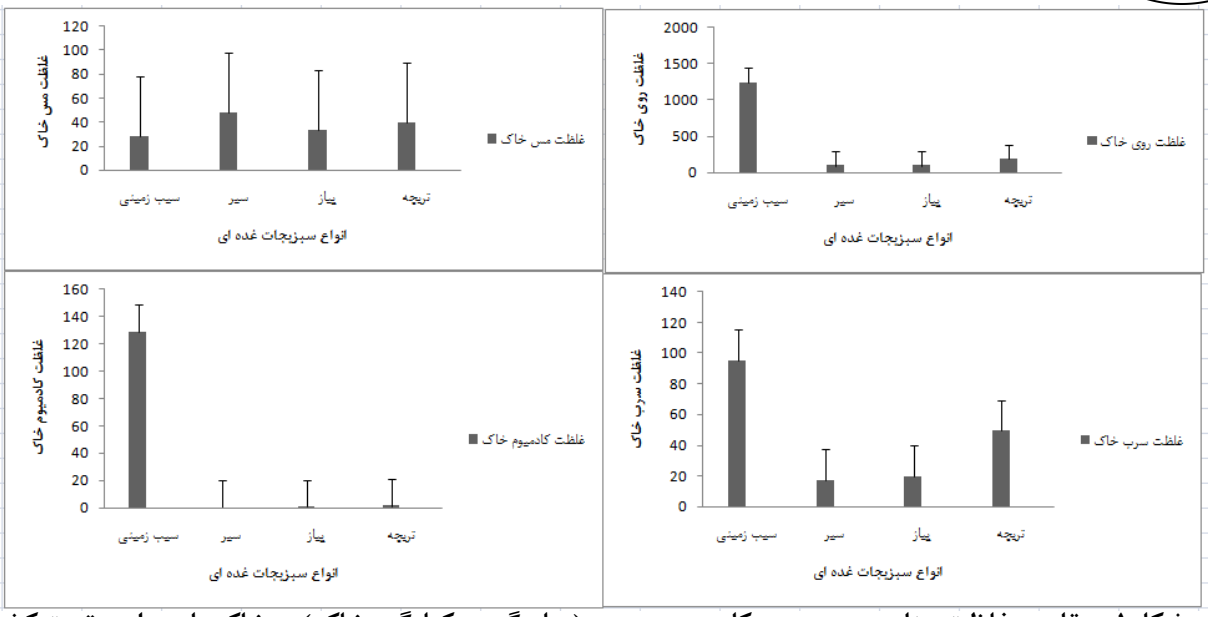
در بررسی غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های مزارع سبزی‌کاری (تربچه) (جدول ۴)، مشخص گردید که، میانگین غلظت کل عناصرتحت مطالعه در این قبیل مزارع، پایین‌تر از استاندارد ملی ایران می‌باشد و اختلاف آنها از حد استاندارد، با آزمون یک‌طرفه T-test معنی‌داری به‌دست آمد (p۰/۰۰۱>).با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵)، بین غلظت عناصر مورد مطالعه در خاک‌های زراعی تحت کشت تربچه، اختلاف آماری معنی‌داری به‌دست آمد. بالاترین غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب خاک‌ها، در اراضی سبزی‌کاری منطقه اطراف راه‌آهن بوده که این مزارع، علاوه بر آبیاری با فاضلاب شهری، مجاور به انبارکالسیمین شهرک تخصصی روی می‌باشند. بنابراین در این منطقه، غلظت روی با میانگین ۳/۵۱۳ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خاک خشک و غلظت سرب با میانگین ۵/۱۶۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خاک خشک، بالاتر از استاندارد ملی ایران بوده است. این در حالی است که، در سایر خاک‌های زراعی تحت کشت این محصول، هیچ‌گونه آلودگی به عناصر سنگین دیده نشد (جدول ۴).

جدول۴- غلظت کل عناصر سنگین (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خاک خشک) در خاک‌های تحت کشت غده تربچه

مناطق تحت کشت تربچه	مس	روی	کادمیوم	سرب
دیزج بالا	۲۲b	۵/۶۹b	۵/۰b	۵/۱۰c
دیزج اباد	ab۵/۳۱	b۱۵۹	۱ab	۵/۴۲b
حاشیه زنجانرود-کوشکن	ab۱/۳۰	b۱/۹۴	۶/۰b	۵/۱۹c
حاشیه زنجانرود- راه‌آهن	a۲/۸۶	**a۳/۵۱۳**	۸/۲a	**۵/۱۶۱a**
زنگل اباد	ab۲۷	b۷۴	۵/۰b	۱۳c
میانگین	۴/۳۹	۱۸۲	۰۸/۱	۴/۴۹
محدوده مجازاستاندارد ملی ایران	**۲۰۰**	**۵۰۰**	**۵**	**۷۵**

.میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان ندادند

با توجه به نتایج شکل ۱، بالاترین میانگین غلظت عناصر روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های زراعی تحت کشت سیب‌زمینی و به ترتیب برابر با ۱۲۴۱، ۹/۱۲ و ۵/۹۵ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک خشک به‌دست آمد. این در حالی است که بالاترین غلظت مس (با میانگین ۴۸ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک خشک)، در خاک‌های زراعی تحت کشت سیر منطقه طارم گزارش گردید. یکی از دلایل غلظت بالاتر مس در این اراضی را می‌توان به مصرف زیاد قارچ‌کش‌ها و کودهای شیمیایی حاوی عناصر کم‌مصرف اشاره کرد.



شکل ۱ - مقایسه غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب (میلی‌گرم درکیلوگرم خاک) در خاک‌های زراعی تحت کشت انواع سبزیجات غده‌ای

جدول۵- نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصرمس، روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های تحت کشت انواع سبزی‌جات غده‌ای

		Vegetables			
		potatoes	onion	garlic	radish
		Mean Square	Mean Square	Mean Square	Mean Square
Cu-soil	Location	۸۲۵.۶۵۸***	۶۵۰.۶۴۵***	۱۶۳.۱۹۸ns	.۹۸۲*
	Error	۳۷.۹۴۰	۲.۵۸۳	۷۳.۹۹۲	.۲۳۹
	Total				
zn-soil	Location	۶.۴۱۶***	۲۷۲۶.۷۱۴***	۱۰۷۴.۵۳۵**	۱.۵۲۸***
	Error	.۶۵۷	۶۱.۳۹۳	۹۰.۵۵۵	.۱۵۶
	Total				
cd-soil	Location	۱۴.۷۱۲***	۸۴۵.۲۷۴***	.۰۰۰	۱.۲۵۷**
	Error	.۰۰۰	۳.۴۲۹	.۰۰۰	.۱۸۳
	Total				
pb-soil	Location	۱۴.۹۹۹***	۳.۲۰۰***	۱۱۹.۵۵۸**	۳.۵۴۷**۸
	Error	.۶۳۹	.۱۱۵	۱۵.۴۳۸	.۰۶۴
	Total				

منابع

Chen M, Ma LQ. ۲۰۰۱.Comparison of Three Aqua Regia Digestion Methods for Twenty Florida Soils. Soil Science Society of America Journal,۶۵: ۴۹۱ -۹.

Simon T., Eberhard A. ۲۰۰۰: Effect of Ni and As on Radish tuber cultivated on artificially polluted soils. Eur. J. Soil Biol. ۳۶, ۷۳-۸۰.

Mathe-Gaspar G., Anton A. ۲۰۰۲: Heavy metal uptake by two radish varieties. Acta Biologica Szegediensis. ۴۶, ۱۱۳-۱۱۴.

Abstract

The concentration of total elements of Cu, Zn, Cd & Pb in cultivating soils of variety of crops (Garlic, Potatoes, Onion, Radish) were lower than the national standard of Iran and no pollution was obtained in the area but, from soils of this study, the concentration of Zn, Cd & Pb in lands of planting Potatoes (Villages of Ghalechogh Sadat, Gharenaz, & Sagharche Angooran) of Mahneshan, due to the proximity of Lead mine fields Dandy and as well as, the concentration of Zn & Pb in the soils around of Rail way (Radish planting) due to the use of municipal waste water, were higher than the national standard .

بررسی تاثیر متقابل سطوح مختلف کادمیوم و شوری بر مولفه‌های رشد و غلظت کادمیوم در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

الهام نورعلی [۱]، حبیب اله نادیان [۲]، سیروس جعفری [۳]، مختار حیدری [۴]،

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۲- استاد خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۴- استادیار گروه باغبانی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

چکیده

آلودگی ناشی از فلزات سنگین در خاکهای کشاورزی، یکی از مهمترین مشکلات اکولوژیکی است. از آنجایی که شوری بر زیست فراهمی فلزات در خاک اثر می‌گذارد، فاکتور مهمی در انتقال فلزات سنگین از جمله کادمیوم از ریشه به اندام‌هوایی است. این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی در ۳ سطح کادمیوم و ۳ سطح شوری با سه تکرار، با هدف بررسی تاثیر دو تنش شوری و کادمیوم بر مولفه‌های رشد و غلظت کادمیوم در گیاه گشنیز، در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی، بر صفات مورد مطالعه (ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی و ریشه) اثر معنی‌داری داشتند. با افزایش سطوح شوری و کادمیوم، غلظت کادمیوم اندام هوایی گشنیز افزایش یافت. افزایش غلظت کادمیوم در اندام‌هوایی در بیشترین سطح شوری در خاک (dS/m۸) و بیشترین سطح کادمیوم (mg/kg۱۰۰) نسبت به تیمار شاهد ۱۷/۷۵ درصد بوده است.

واژه‌های کلیدی: شوری، کادمیوم، گشنیز

مقدمه

تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و تولید محصول در سراسر دنیا به شمار می‌آید. شوری در آب یا در خاک، یکی از تنش‌های مهم به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک است. در ایران نیز که دارای اقلیم خشک و نیمه خشکی است، تنش شوری یکی از موانع تولید در کشاورزی محسوب می‌شود. این تنش از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه تاثیر می‌گذارد که شدت خسارت شوری بستگی به طول مدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است (Siringam et al., ۲۰۱۱). کادمیوم یک فلز آلاینده محیطی است که در طبیعت منتشر می‌شود. کادمیوم اگرچه برای رشد گیاه ضروری نیست، اما این فلز به راحتی از طریق پوست ریشه جذب می‌شود و سپس از طریق سیمپلاستی یا آپوپلاستی وارد بافت چوب می‌شود (Sanita di Toppi and Gabbrielli, ۱۹۹۹). جذب کادمیوم توسط گیاه به سیستم متابولیک گیاه و حضور کادمیوم در محلول خاک بستگی داشته و در رقابت با جذب روی و زیست فراهمی سایر فلزات است. از اثرات تنش کادمیوم می‌توان به تاخیر در جوانه‌زنی، کاهش طول دوره رشد رویشی و کوچک و ضعیف ماندن گیاه اشاره نمود(Lee et al., ۲۰۰۳). بررسی‌ها نشان داده است که کادمیوم بر تقسیم و رشد سلول‌ها، رشد کلی گیاه، تقسیم سلولی منطقه مریستمی و تنظیم رشد و نمو گیاه اثر می‌گذارد (Das et al., ۱۹۹۷). گزارش شده است که تاثیرات منفی کادمیوم روی رشد گیاه همراه با افزایش نسبت وزن خشک به وزن تر در همه‌ی اندام‌ها می‌باشد (Vassilev and Yordanov, ۲۰۰۰). محققان نشان داده‌اند که با افزایش سطوح NaCl، غلظت کادمیوم در محلول خاک افزایش یافت، در حالی که برای شوری $NaNO_3$ چنین تاثیری مشاهده نشد. در حقیقت یون کلرید نقش موثری در افزایش حلالیت کادمیوم در خاک و جذب آن توسط گیاه دارد (خوش‌گفتارمنش و همکاران، ۱۳۸۲). آزمایشات نشان می‌دهد که تنش کادمیوم و نمک NaCl سبب کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی گندم شده است و تعداد ریشه‌های جانبی، طول کلی ریشه‌ها، میانگین قطر ریشه و حجم کلی ریشه‌ها را کاهش داده است (Shafi et al., ۲۰۱۰). یکی از عوامل موثر بر سلامت انسان، مصرف مواد غذایی سالم با کیفیت و کمیت مناسب است. سبزیجات از جمله مواد غذایی با ارزش می‌باشند که با داشتن انواع ویتامین‌ها و سایر مواد مغذی، مصرف‌کنندگان زیادی دارند (Merrington and Alloway, ۱۹۹۷). گشنیز از خانواده چتریان (Apiaceace)، با نام علمی *Coriandrum sativum* L.، گیاهی است علفی، بی‌کرک و به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر، دارای ساقه راست، شفاف و کم و بیش شیار دار است. مواد موثره آن مقوی معده، ضد اسپاسم، ضد درد و سردرد است. بررسی‌های انجام شده نشان داده است که ساخت مواد موثره گیاهان دارویی تحت تاثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی است (Filippo et al., ۲۰۰۲). با توجه با اینکه شور شدن خاک یکی از تنش‌های غیر زیستی است که در کنار آلودگی فلزات سنگین، خطری برای امنیت غذایی بشر به شمار می‌آید، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر دو تنش شوری و کادمیوم بر مولفه‌های رشد و غلظت کادمیوم در گیاه گشنیز اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در ۳ سطح کادمیوم و ۳ سطح شوری از منبع کلرید سدیم و در سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید. تیمارهای شوری شامل ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر و تیمارهای کادمیوم نیز برابر با ۰، ۵۰ و

۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک درنظر گرفته شد. وزن خاک هر گلدان حدود ۲۹۷۰ گرم شامل ۴۰ درصد خاك و ۶۰ درصد ماسه بود. بذرهای گشنیز به وسیله‌ی هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی شده و درون ظروف پتری دیش استریل جهت جوانه زنی در ژرمیناتور قرار داده شد. پس از اینکه بذرهای موجود در پتری‌دیش جوانه زدند، گیاه‌چه‌ها به درون گلدان انتقال داده شدند. سطوح تعیین شده‌ی کادمیوم به صورت جامد، قبل از استقرار گیاه‌چه‌های گشنیز کاملاً یکنواخت با خاک درون گلدان‌ها غیر از گلدان‌های شاهد مخلوط شد. سطوح شوری همراه با آب آبیاری اعمال گردید، آبیاری گلدان‌ها با آب دارای هدایت الکتریکی مشخص صورت گرفت، و در هر بار آبیاری حجم آب شور مصرفی با رعایت نیاز آبشویی (LR) به اندازه‌ی کافی بود تا آب اضافی از انتهای گلدان‌ها خارج گردد و از تجمع نمک جلوگیری نماید. پس از ۸۰ روز اندام هوایی و ریشه برداشت شد. ارتفاع هر گیاه از محل طوقه تا بالاترین نقطه گیاه توسط خط‌کش، اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک، پاکت‌های حاوی گیاه در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت درون آون قرار داده شدند. پس از خشک شدن، وزن خشک آنها اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری مجموع طول ریشه حدود ۲/۰ گرم از ریشه تازه برداشته شده و به قطعات یک سانتی‌متری تقسیم گردید. پس از آن مجموع طول ریشه با استفاده از میکروسکوپ و روش خطوط متقاطع طبق روش تانت[۱۴۸] (۱۹۷۵) تعیین گردید. پس از برداشت و خشک کردن، غلظت کادمیوم بخش اندام هوایی به روش خاکسترگیری خشک و توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS پردازش گردید. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱- نتیجه تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی

عامل	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	ارتفاع	کادمیوم در اندام‌هوایی
کادمیوم	۲	۱۲/۱۲**	۲۷/۹**	۹۸/۱۴**	۱۶**
شوری	۲	۴۹/۱۰**	۹۰/۸**	۱۷/۱۳**	۰۷/۱۶**
شوری*کادمیوم	۸	۸۲/۶**	۸۴/۹**	۴۹/۴*	۱۹/۱۹*

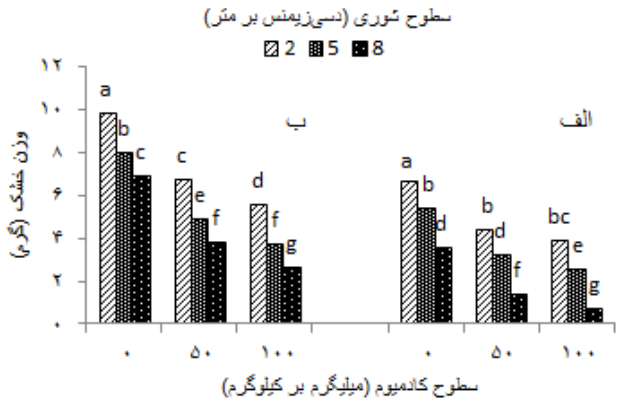
** معنی‌داری در سطح ۹۹%، * معنی‌داری در سطح ۹۵%

همان‌طور که در جدول ۱ دیده می‌شود، با افزایش تنش کادمیوم، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و ارتفاع در سطح ۹۹% معنی‌دار شده است. بر همکنش شوری و کادمیوم بر صفات مورد اندازه‌گیری نیز معنی‌دار شده است. کادمیوم با اختلال در فتوسنتز، تنفس و متابولیسم نیتروژن در گیاهان منجر به کاهش رشد می‌شود که به دنبال آن توده زنده نیز کاهش می‌یابد (Gouia et al,. ۲۰۰۱). کادمیوم باعث کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاه می‌شود. مشخص شده است که کاهش وزن در ریشه و اندام‌هوایی در گیاه لوبیا تحت تنش کادمیوم به دلیل اختلال در جذب عناصر غذایی و آب می‌باشد(Gouia et al,. ۲۰۰۱).

اثر متقابل سطوح مختلف کادمیوم و شوری، بر وزن ماده خشک ریشه و اندام هوایی نشان می‌دهد که، در سطح اول تنش شوری با افزایش مقدار کادمیوم به ۵۰ میلی‌گرم به کیلوگرم وزن ماده خشک اندام هوایی نسبت به شاهد ۰۶/۴۶درصد کاهش یافته، و زمانی که مقدار کادمیوم به ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌رسد ۲۲/۷۵درصد کاهش در وزن ماده خشک اندام هوایی نسبت به شاهد مشاهده می‌گردد. با رسیدن مقدار تنش شوری به ۸ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر کادمیوم در کاهش وزن ماده خشک اندام هوایی در سطح دوم به ۲۸/۸۲ و در سطح سوم به ۱۶۰ درصد نسبت به شاهد رسید (شکل ۱).

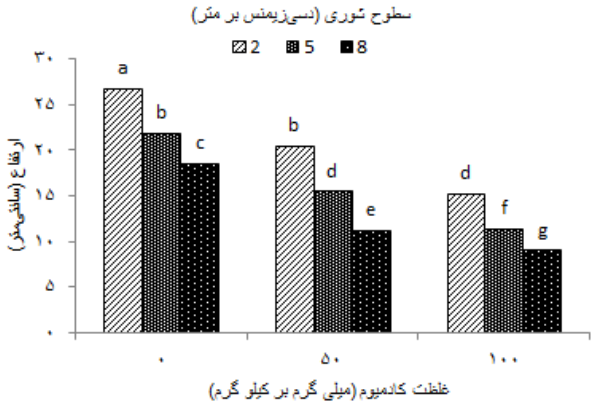
نتایج مشابه موارد فوق در مورد اثر متقابل کادمیوم و شوری بر وزن ماده خشک ریشه بدست آمده است. بیشترین میزان وزن خشک ریشه در سطح سوم تنش شوری و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کادمیوم مشاهده می‌شود (شکل ۱).

[۱۴۸]. Tanent



شکل ۱- اثر متقابل سطوح مختلف شوری و کادمیوم بر وزن خشک ریشه (الف) و وزن اندام‌هوایی (ب)
.میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

در سطح اول تنش شوری با افزایش مقدار کادمیوم به ۵۰ میلی‌گرم به کیلوگرم ارتفاع نسبت به شاهد ۵۸/۳۱ درصد کاهش یافته، و زمانی که مقدار کادمیوم به ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌رسد ۱۶/۷۶درصد کاهش در ارتفاع گیاه گشنیز نسبت به شاهد مشاهده می‌گردد. با رسیدن مقدار تنش شوری به ۸ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر کادمیوم در کاهش ارتفاع در سطح دوم به ۶/۶۶ و در سطح سوم به ۱۰۶ درصد نسبت به شاهد رسید. (شکل ۲)



شکل ۲- اثر متقابل سطوح مختلف شوری و کادمیوم بر ارتفاع گیاه گشنیز
.میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

سطوح مختلف تیمارهای شوری و کادمیوم اثر معنی‌داری بر غلظت کادمیوم در گیاه گشنیز دارد (شکل ۳). در سطح اول تنش شوری با افزایش مقدار کادمیوم به ۵۰ میلی‌گرم به کیلوگرم غلظت کادمیوم اندام هوایی نسبت به شاهد ۶۴/۶۵ درصد افزایش یافته، و زمانی که مقدار کادمیوم به ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌رسد ۹۱/۷۴ درصد افزایش در غلظت کادمیوم نسبت به شاهد مشاهده می‌گردد. با رسیدن مقدار تنش شوری به ۸ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر کادمیوم در افزایش غلظت کادمیوم اندام هوایی در سطح دوم به ۳۲/۶۳ و در سطح سوم به ۱۷/۷۵ درصد نسبت به شاهد رسید.

با افزایش سطوح شوری و کادمیوم قابلیت استفاده کادمیوم توسط گیاه افزایش یافت. می‌توان نتیجه گرفت که تمایل زیاد کادمیوم به تشکیل کمپلکس با کلر و همچنین بالا رفتن حلالیت فاز جامد کنترل‌کننده این عنصر به دلیل افزایش قدرت یونی باعث زیاد شدن قابلیت استفاده کادمیوم در خاک شد.



شکل ۳- اثر متقابل سطوح مختلف شوری و کادمیوم بر غلظت کادمیوم گیاه
.میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

در تائید نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان به گزارش‌های سایر پژوهشگران از جمله گلاب و یوسما (۲۰۰۷)، مانوسکی و همکاران (۲۰۰۹)، لبلبیک و همکاران (۲۰۱۱) استناد کرد که در این تحقیقات، تاثیر تنش شوری بر زیست‌فراهمی کادمیوم در خاک مورد تاکید قرار گرفته و بیان می‌دارد که با افزایش تنش شوری در خاک، بیش‌اندوزی کادمیوم چه در اندام‌هوایی و چه در ریشه آفتابگردان افزایش می‌یابد. خوش‌گفتار منش و همکاران (۱۳۸۲) افزایش در مقدار کادمیوم قابل استفاده و انباشته شدن آن در گیاه گندم را به دلیل تشکیل کمپلکس کلرید با کادمیوم در محلول خاک و کاهش جذب این کمپلکس بر روی ذرات خاک گزارش نمودند. خوش‌گفتارمنش و همکاران (۱۳۸۲) نشان دادند با افزایش غلظت سدیم آب آبیاری، غلظت کادمیوم در محلول خاک، به طور معنی‌داری افزایش یافت.در مجموع می‌توان گفت که شوری آب‌های آبیاری ناشی از مقادیر مختلف کلرید سدیم، به دلیل ایجاد کمپلکس بین یون‌های کلرور و کادمیوم، باعث افزایش قابل دسترسی بیولوژیکی کادمیوم توسط گیاه می‌شود. این دستاورد زنگ خطری برای استفاده خوراکی گیاهان کشت شده در چنین شرایطی می‌باشد. به بیان دیگر وجود همزمان دو تنش شوری و فلز کادمیوم در خاک، نه تنها بر خود گیاه از نظر کاهش مولفه‌های رشد آن تاثیر نامطلوب دارد، بلکه به دلیل بیش‌اندوزی بالای فلز در این شرایط، سلامت استفاده از آن را نیز با خطر مواجهه می‌نماید.

منابع

خوش‌گفتارمنش، ا. ح. شریعتمداری، ح. و کریمیان، ن. ۱۳۸۲. اثرهای شوری آب آبیاری و کاربرد روی بر حلالیت کادمیوم خاک و غلظت آن در گندم. صفحه‌های ۵۹۶ تا ۵۹۹. هشتمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۲-۹ شهریور. دانشگاه گیلان. گیلان.

Das, P., Samantaray, S. and Rout, G.R.۱۹۹۷. Studies of cadmium toxicity in plants-review. Environmental Pollution . ۹۸ : ۲۰-۳۶.

Filippo, L., Moretti, A. and Lovat, A. ۲۰۰۲. Seed yield, yield components oil content and essential oil and composition of Nigella sativa L. and Nigella damascene L. Ind Crop Prod. ۱۵: ۱, ۵۹-۶۹.

Ghallab, A., Usman, A.R.A. ۲۰۰۷. Effect of sodium chloride-induced salinity on phytoavailability and speciation of Cd in soil solution, Water Air And Soil Pollution, ۱۸۵: ۴۳-۵۱.

Gouia, H., Ghorbal , M.H. and Meyer, C. ۲۰۰۱. Effect of cadmium on activity of nitrat reductase and on other enzymes of the nitrate assimilation pathway in bean. Plant Physiology. ۳۸: ۶۲۹-۶۳۸.

Leblebici, Z., Aksoy, A., Duman, F. ۲۰۱۱. Influence of salinity on the growth and heavy metal accumulation capacity of Spirodela polyrrhiza, Turkish Journal Of Biology, ۳۵ : ۲۱۵-۲۲۰.

Manousaki, E., Kokkali, F., Kalogerakis, N. ۲۰۰۹. Influence of salinity on lead and cadmium accumulation by the salt cedar (Tamarix smyrnensis Bunge), Journal Of Chemical Technology And Biotechnology, Volume: ۸۴ : ۸۷۷-۸۸۳.

Sanita di Toppi, L. and Gabbrielli, R. ۱۹۹۹. Response to cadmium in higher plants- review. Environmental and Experimental Botany. ۴۱: ۱۰۵-۱۳۰.

Shafi, M., GuoPing, Z., Bakht, J., Khan, M.A., ul-islam, E., Khan, M.D., Raziuddin. ۲۰۱۰. Effect of cadmium and salinity stresses on root morphology of wheat, Pakistan Journal of Botany, ۴۲ : ۲۷۴۷-۲۷۵۴.

Siringam, K., Juntawong, N., Cha-um, S. and Kirdmanee, C. ۲۰۱۱. Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, membrane injury and sugar contents in salt-sensitive rice (Oryza sativa L. spp. indica) roots under isoosmotic conditions. Afr. J. Biotechnol. ۱۰ : ۱۳۴۰-۱۳۴۶.

Vassilev, A. and Yordanov, I. ۲۰۰۰. Reductive analysis of factors limiting growth of cadmium- treated plants - review. PlantPhysiology. ۲۳: ۱۱۴-۱۳۳.

Abstract

Heavy metals pollution in agricultural soils, is one of the most important ecological problems. Since the salinity affects on metals soil bioavailability, that is one important factor in the transfer of heavy metals such as cadmium from the roots to the shoots. The experiment was completely randomized block in a factorial combination with three replications to evaluate the effect of salinity and cadmium on growth factors and the concentration of cadmium in *Coriandrum sativum* L., The treatments were: ۳ levels of Cadmium and ۳ levels of salinity the plants were grown under greenhouse conditions. The results showed that experimental treatments, and studied traits (height, shoot dry weight and root) had significant effect. With increasing levels of salinity and cadmium, the concentration of cadmium increased coriander shoots. Cadmium Increasing the concentration in the shoot at the highest levels of salinity in the soil (۸ dS/m) and the highest Cadmium levels (۱۰۰ mg/kg) to control treatment ۷۵.۱۷ percent.

تاثیر کودهای آلی مختلف بر خواص شیمیایی و فیزیکی خاک تحت کشت گندم

سعید رضائیان [۱]، مجید فروهر [۲]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی بخش تحقیقات خاك و آب مشهد، ۲- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاك و آب سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی تهران

چکیده
در جهت توصیه مناسب کودهای آلی ونیتروژن آزمایشی به صورت طرح اسپلیت پلات در سه تکرار، در کرت‌های دائم و در استان خراسان رضوی اجرا شد. تیمارهای آزمایش به شرح زیر بود: الف - منابع کود آلی : (کمپوست) و (کود دامی) و کود =M۵ ۱۰ Ton/ha و کود حیوانی =M۴ ۲۰ Ton/ha وکود حیوانی =M۱ ب - مقادیر مصرف کود آلی : صفر =N۱ : ج- مقدار مصرف کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک .M۳= ۱۰ Ton/ha و کود کمپوست M۲= ۲۰ Ton/haکمپوست نتایج نشان می‌دهد که در گندم حداقل عملکرد .Control, N۴= ۵۰% Soil test, N۳=۷۵% Soil test, N۲= ۱۰۰% Soil test مربوط به تیمار شاهد کودآلی و مصرف ۱۰۰% کوداوره و حداکثر عملکرد مربوط به تیمار مصرف ۵۰%کوداوره و ۲۰ تن کود گاوی و ۱۸۰ کیلوگرم اوره در هکتار به ترتیب به میزان ۴.۱۰۴ و ۸.۵۲۲ تن در هکتار بوده است.

واژه‌های کلیدی: کودهای آلی، نیتروژن، تغذیه گندم

مقدمه
مقدار ذخیره کربن در خاک ارتباط مستقیمی با افزایش عملکرد و کاهش گازهای گلخانه ای و افزایش راندمان مصرف آب دارد. به خاکی حاصلخیز می‌گویند که مقدار تولید محصول در آن در حد بهینه باشد ولی در اکثر اراضی کشاورزی کشور به دلیل کاهش حاصلخیزی خاک از میانگین تولید پایینی برخوردار می باشند. ماده آلی خاک شاخصی از کیفیت و سلامت خاك می باشد که شدیدا تحت تاثیر مدیریت قرار میگیرد. ماده آلی خاک منبع اصلی عناصر در خشکی می باشد و چرخه عناصر و قابلیت استفاده از آنها تحت تاثیر میکربهای خاك میباشد. ماده آلی خاک اثرات منفی محیط زیست را کاهش می دهد و کیفیت خاک را افزایش می‌دهد (Freixo و همکاران، ۲۰۰۲)، Loveland و ۲۰۰۳)) Webb گزارش کردند که آستانه کربن آلی خاک در مناطق معتدل ۲ درصد می باشد و کمتر از این مقدار پتانسیل خاک شدیدا کاهش می یابد. مصرف کودهای نیتروژنه سبب افزایش تولید بیوماس گیاهی می شود و در نتیجه میزان ماده آلی خاک را افزایش می دهد. (campbellو همکاران، (۲۰۰۰ گزارش کردند که کربن آلی خاک بیشترین افزایش را هنگامی داشت که زمین زیر کشت هرساله مقدار کافی نیتروژن و فسفر دریافت کرده بود. در تحقیقی (Liu و همکاران، (۲۰۰۵ گزارش کردند که پس از شانزده سال آزمایش در کرت‌های ثابت مصرف توام کودهای آلی و شیمیایی بیشترین افزایش را در میزان کربن آلی خاک نسبت به مصرف جداگانه هریک از کودهای آلی و شیمیایی داشت. Jones((۲۰۰۶ ، گزارش کرد که با افزایش یک درصد کربن آلی خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک به میزان قابل توجهی افزایش می یابد. کودهای آلی به تشکیل خاکدانه های درشت و پایدار کمک می کنند Whalen) و همکاران،(۲۰۰۲، زیرا موادآلی کمپوست شده در مقابل تجزیه میکروبی مقاوم بوده و خاکدانه های درشت نیز مواد آلی را در خود محبوس نموده و آن را از دسترس تجزیه میکروبی دور می نمایند. از طرفی انجام عملیات خاکورزی یکی از عوامل کاهش میزان کربن آلی خاک می باشد Pretty) و همکاران ، (۲۰۰۲ و در این راستا خاکدانه ها در حفظ کربن آلی خاک نقش حیاتی دارند (Six و همکاران ، ۲۰۰۰). تحقیقات نشان داده که کربن آلی خاک که زیر لایه شخم خاک در تناوب با گیاهان لگوم بوده مقاومت بیشتری به تجزیه میکروبی از خود نشان می دهد(Miglierina و همکاران، ۲۰۰۰). استفاده از کودهای آلی سبب بهبود کیفیت محصولات مختلف کشاورزی شده است (رضاییان ۱۳۸۴. شفیعی،۱۳۷۵). در برخی از تحقیقات داخلی به روند معدنی شدن نیتروژن و کربن آلی در خاک و کود های آلی توجه شده است (سماوات، ۱۱۳۷). مقدار کربن آلی که سالانه از سوزاندن کاه و کلش گندم به فضا متصاعد می‌شود، بیش از ۲۵۰ هزار تن بر آورد شده و هرساله بیش از پنج میلیون تن بقایای گیاهی در کشور سوزانده میشود (ترک نژاد،۱۳۸۳. سماوات، ۱۳۸۳).

مواد و روش ها
جهت دستیابی به مدیریت بهینه مواد آلی مشکلات مختلفی بر سر راه افزایش آن وجود دارد که با شناخت آن‌ها می‌توان راهکارهای کاربردی را جهت افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی ارایه نمود. به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکی ، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و نیز دستیابی به توصیه مناسب کودهای آلی و شیمیایی آزمایشی به صورت اسپلیت بلوک در سه تکرار، در کرت‌های دائم و در استان خراسان رضوی در ایستگاه طرق با مشخصات مختلف خاکی(بافت، کربن آلی) به مرحله اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش به شرح زیر بود :
(کود دامی)M۲ و(کمپوست) M۱ : الف - منبع کود آلی
و کود =M۵ ۱۰ Ton/ha و کود حیوانی =M۴ ۲۰ Ton/ha وکود حیوانی =M۱ ب - مقدار مصرف کود آلی : صفر
M۳= ۱۰ Ton/ha. و کود کمپوست M۲= ۲۰ Ton/haکمپوست
: ج- مقدار مصرف کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک
N۱= Control, N۴= ۵۰% Soil test N۳= ۷۵% Soil test, N۲= ۱۰۰% Soil test

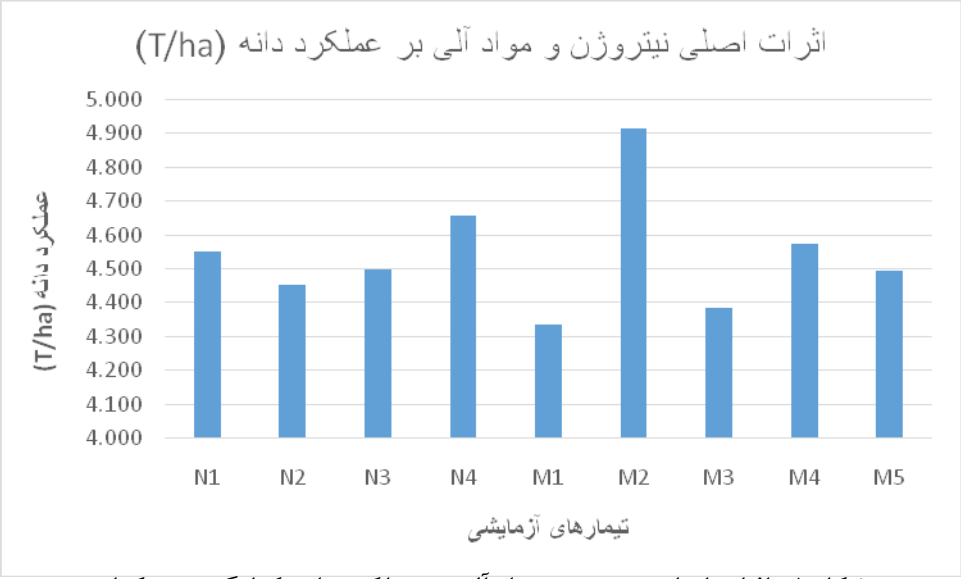
قبل از انجام آزمایش، از خاک محل آزمایش نمونه‌برداری و خصوصیاتی از قبیل هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز، مس، ظرفیت تبادل کاتیونی، بافت و وزن مخصوص ظاهری اندازه‌گیری شد. کود های آلی بر مبنای وزن خشک محاسبه و در تیمارهای مختلف اعمال شد. برخی خصوصیات شیمیایی خاک و آب در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. در زراعت گندم (در مرحله ظهور خوشه از برگ پرچم) یك ردیف از گندم از سطح خاك برداشت و جهت اندازه‌گیری جذب عناصر در این پروژه (نیتروژن) به آزمایشگاه ارسال شد. علاوه بر اندام هوایی، اجزائ عملکرد شامل، میزان دانه گندم ، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه، تعداد خوشه در متر مربع نیز در هر تیمار اندازه‌گیری شد. پس از برداشت محصول از خاک محل هر تیمار نمونه برداری انجام و میزان نیتروژن و کربن آلی در آن اندازه گیری شد. لازم به ذکر است که به‌دلیل وجود بقایا در خاك پس از کشت گندم، ۵۰ کیلو گرم اوره در ابتدای کشت به خاک داده شد. در پایان هر سال زراعی نتایج آزمایش با استفاده از نرم افزارآماری مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

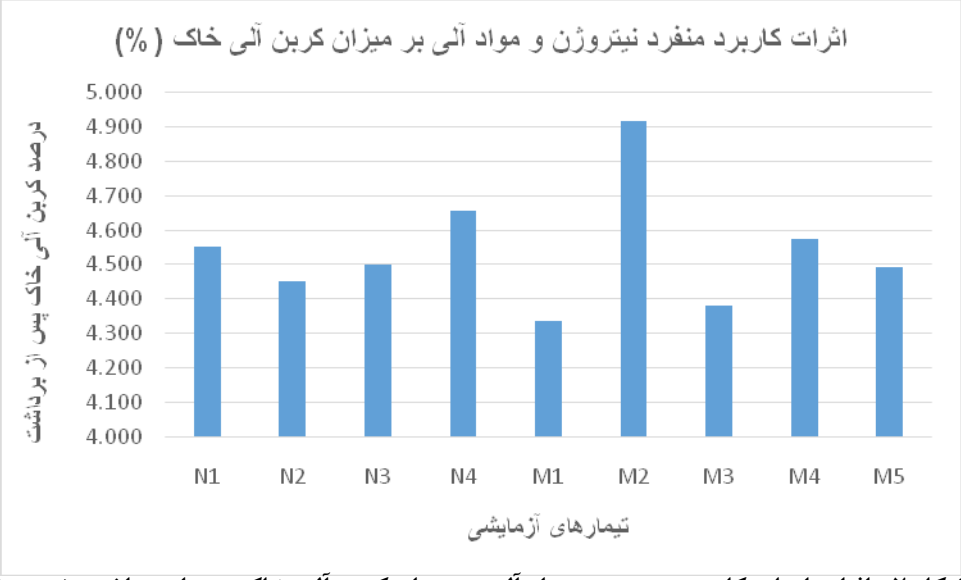
جدول ۱ - عملکرد دانه و کاه گندم(تن در هکتار) تحت تاثیر تیمارهای مختلف

تیمارهای آزمایش		عملکرد دانه (تن در هکتار)			میانگین	عملکرد کاه (تن در هکتار)			میانگین
کود آلی	نیتروژن مصرفی	I	II	III		I	II	III	
M۱	N۱	۴.۴۸۹	۴.۰۳۳	۳.۷۸۹	۴.۱۰۴	۷.۴۰۰	۷.۶۳۳	۵.۶۵۶	۶.۸۹۶
	N۲	۴.۷۷۸	۴.۳۲۲	۴.۳۰۰	۴.۴۶۷	۷.۴۴۴	۶.۷۸۹	۹.۰۳۳	۷.۷۵۶
	N۳	۵.۲۱۱	۵.۴۳۳	۳.۱۶۷	۴.۶۰۴	۸.۹۰۰	۸.۴۵۶	۵.۲۷۸	۷.۵۴۴
	N۴	۴.۸۲۲	۴.۳۳۳	۳.۳۶۷	۴.۱۷۴	۷.۸۴۴	۸.۱۱۱	۸.۶۳۳	۸.۱۹۷
M۲	N۱	۵.۵۷۸	۵.۳۴۴	۴.۳۴۴	۵.۰۸۹	۷.۴۰۰	۷.۶۳۳	۵.۶۵۶	۸.۰۲۲
	N۲	۴.۶۷۸	۴.۲۷۸	۴.۷۲۲	۴.۵۵۹	۷.۴۴۴	۶.۷۸۹	۹.۰۳۳	۷.۸۸۵
	N۳	۵.۴۴۴	۴.۵۷۸	۴.۶۷۸	۴.۹۰۰	۸.۹۰۰	۸.۴۵۶	۵.۲۷۸	۷.۵۰۷
	N۴	۵.۸۲۲	۴.۷۷۸	۴.۷۲۲	۵.۱۰۸	۷.۸۴۴	۸.۱۱۱	۸.۶۳۳	۸.۵۲۲
M۳	N۱	۴.۰۳۳	۴.۰۶۷	۴.۳۳۳	۴.۱۴۴	۷.۸۵۶	۵.۹۳۳	۷.۸۸۹	۷.۲۲۶
	N۲	۴.۲۸۹	۴.۵۱۱	۴.۱۲۲	۴.۳۰۷	۹.۲۶۷	۸.۱۵۶	۶.۹۸۹	۸.۱۳۷
	N۳	۴.۹۲۲	۴.۱۲۲	۳.۹۷۸	۴.۳۴۱	۷.۵۲۲	۷.۲۱۱	۷.۶۸۹	۷.۴۷۴
	N۴	۵.۱۷۸	۴.۷۶۷	۴.۲۷۸	۴.۷۴۱	۸.۴۸۹	۶.۹۰۰	۶.۸۳۳	۷.۴۰۷
M۴	N۱	۵.۳۱۱	۴.۵۶۷	۴.۴۷۸	۴.۷۸۵	۷.۸۰۰	۷.۸۷۸	۷.۰۷۸	۷.۵۸۵
	N۲	۴.۲۴۴	۴.۵۲۲	۴.۵۰۰	۴.۴۲۲	۷.۶۴۴	۷.۷۰۰	۶.۶۱۱	۷.۳۱۹
	N۳	۴.۷۸۹	۳.۷۷۸	۴.۳۲۲	۴.۲۹۶	۸.۲۱۱	۸.۱۱۱	۷.۹۰۰	۸.۰۷۴
	N۴	۵.۳۱۱	۴.۹۷۸	۴.۰۷۸	۴.۷۸۹	۸.۰۲۲	۷.۶۸۹	۸.۴۷۸	۸.۰۶۳
M۵	N۱	۵.۸۶۷	۳.۶۲۲	۴.۴۲۲	۴.۶۳۷	۹.۱۳۳	۶.۱۵۶	۷.۲۴۴	۷.۵۱۱
	N۲	۴.۳۵۶	۴.۷۵۶	۴.۴۱۱	۴.۵۰۷	۶.۷۵۶	۷.۲۴۴	۸.۲۵۶	۷.۴۱۹
	N۳	۴.۹۴۴	۴.۸۱۱	۳.۳۱۱	۴.۳۵۵	۷.۹۴۴	۷.۷۴۴	۶.۱۳۳	۷.۲۷۴
	N۴	۵.۴۲۲	۳.۹۰۰	۴.۱۰۰	۴.۴۷۴	۷.۶۸۹	۵.۷۶۷	۵.۶۷۸	۶.۳۷۸

نتایج اثرات اصلی کاربرد مواد آلی و نیتروژن بر میانگین عملکرد دانه (شکل ۱)، نشان می‌دهدکه کاربرد ماده آلی عملکرد دانه را از ۴.۱۰۴ تن در تیمار شاهد به ۵.۱۰۸ تن در هکتار در اثر کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی افزایش داده است. اما این افزایش از لحاظ آماری با آزمون دانکن معنی‌دار نبود. علاوه بر این کاربرد کود نیتروژن نیز موجب افزایش عملکرد دانه از ۴.۱۰۴ تن در هکتار در تیمار شاهد به ۵.۱۰۸ تن در هکتار در تیمار N۴یعنی کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن گردید. این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نبود. نتایج تجزیه واریانس تاثیر کاربرد ماده آلی و نیتروژن بر میزان کربن آلی خاک پس از برداشت بر اساس نتایج کاربرد ماده آلی، میزان کربن آلی خاک پس از برداشت را از ۰.۴۳۲ درصد در تیمار M۰ به ۰.۴۹۰ درصد در تیمار M۲ (کاربرد ۲۰ تن در هکتار کودگاوی) افزایش داد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ($p<0.05$) نشان‌دهنده معنی دار بودن اثر مواد آلی بر میزان کربن آلی خاک پس از برداشت است. برعکس کاربرد کود اوره تاثیر معنی داری بر میزان کربن آلی خاک پس از برداشت نداشت.



شکل ۱- اثرات اصلی نیتروژن و مواد آلی بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)



شکل ۲- اثرات اصلی کاربرد نیتروژن و مواد آلی بر میزان کربن آلی خاک پس از برداشت (درصد)

منابع

۱- ترک‌نژاد، ا. ۱۳۸۳. مدیریت بقایای گیاهی. مجموعه مقالات اولین همایش علمی کاربردی مدیریت بقایای گیاهی. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
۲- رضائیان. س. ۱۳۸۴. اثر کودهای شیمیائی محتوی آهن و روی و کود حیوانی بر عملکرد کمی و کیفی زعفران. نهمین کنگره علوم خاک ایران ، تهران.
۳- سماوات. س. و م. کلباسی . ۱۳۷۱. اثر مواد اصلاح کننده فیزیکی خاك بر بعضی خصوصیات خاك و عملکرد گیاه. پایان نامه (کارشناسی ارشد) -- دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
۴- سماوات،س. ۱۳۸۳. خلاصه مقالات اولین همایش علمی-کاربردی مدیریت بقایای گیاهی با تاکید بر نقش تخریبی سوزاندن- دفتر محیط زیست وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

۵- شفیعی‌زرگر. ع. و ع. کاشی. ۱۳۷۵. بررسی صفات کمی و کیفی ارقام خیارسبز به تبعیت از موادآلی و معدنی در کشت پائیزه.. پایان نامه (کارشناسی ارشد) -- دانشگاه تربیت مدرس.
۶- Campbell C.A., Zentner R.p.,Liang B.C., Roloff G., Gregorich E.C., Blomer B. (۲۰۰۰) : Organic C accumulation in soil over ۳۰ years in semiarid southwestern Saskachewan- Effect of crop rotations and fertilizers. Can.J.Soil Sci.,۸۰:۱۷۹-۱۹۲.
۷- Freixo A.A., Machado Plod , dos Santos H.P., Silva C.A., Fadigas F.D. (۲۰۰۲) : Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil.Soil Till. Res., ۶۴: ۲۲۱- ۲۳۰.
۸- Jones, C.E. (۲۰۰۶). "Aggregate or aggravate? Creating soil carbon." YLAD Living Soils seminars, Eurongilly and Young, NSW, Australian, ۱۴ & ۱۵ February ۲۰۰۶.
۹- Liu X.B., Liu J.D., Xing B., Herbert S.J., Zhang X.Y. (۲۰۰۵) .: Effects of long-term continuos cropping, Tillage, and fertilization on soil carbon and nitrogen in Chinese mollisols. Commun. Soil Sci.Plant Anal., ۳۶: ۱۲۲۹-۱۲۳۹.
۱۰- Loveland P., Webb J. (۲۰۰۳) : Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a Review . Soil Till.Res., ۷۰: ۱-۱۸.
۱۱- Miglierina AM, Iglesias JO, Landriscini MR, Galantini JA and Rosell RA. ۲۰۰۰. The effects of crop rotation and fertilization on wheat productivity in the Pampean semiarid region of Argentina. Soil physical and chemical properties. Soil and Tillage Research ۵۳, ۱۲۹-۱۳۵ .
۱۲- Pretty J N, Ball A, Li Xiaoyun and Ravindranath N H. ۲۰۰۲. The role of sustainable agriculture and renewable resource management in reducing greenhouse gas emissions and increasing sinks in China and India. Philosophical Transactions of the Royal Society (Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences) ۳۶۰, ۱۷۴۱-۱۷۶۱
۱۳- Six J, Elliott ET and Paustian K. ۲۰۰۰ Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. Soil Biology and Biochemistry ۳۲, ۲۰۹۹-۲۱۰۳ .
۱۴- Whalen JK and Chang C. ۲۰۰۲. Macroaggregate characteristics in cultivated soils after ۲۵ annual manure applications. Soil Science Society of America ۶۶, ۱۶۳۷-۱۶۴۷.

Abstract

To find the proper fertilizer recommendation of organic matter and nitrogen, an experiment was conducted as a split plot design with three replications, in khorasan razavi province. The treatments were as follows;

A- Organic Matter Sources; Compost, and Manure

B- Amount of fertilizers used: M۱ = ۰, M۴ = ۲۰ Ton/ha manure, M۵= ۱۰ Ton/ha Manure, M۲ = ۲۰ Ton/ha Compost, M۳ = ۱۰ Ton/ha Compost.

C- Amount of chemical fertilizers used based on soil tests; N۱= Control, N۴= ۵۰% Soil test, N۳=۷۵% Soil test, N۲= ۱۰۰% Soil test.

The results showed that in wheat, the minimum yield is related to the control treatment and the use of ۱۰۰% urea fertilizer, and the maximum yield is related to the use of ۵۰% urea fertilizer and ۲۰ ton/ha manure with ۱۸۰ Kg/ha urea in order with the amounts of ۴.۱۰۴ Ton/a and ۸.۵۲۲ Ton/ha.

تأثیر کاربرد درازمدت کمپوست زباله شهری بر غلظت برخی عناصر میکرو در خاک و گیاه برنج

مهرداد رنجبر [۱]، مهدی قاجار سپانلو [۲]، هادی قربانی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم خاک، دانشگاه شاهرود، ۲- دانشیار مهندسی علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۳- دانشیار مهندسی علوم خاک، دانشگاه شاهرود

چکیده
به منظور بررسی تاثیر کاربرد هفت ساله کمپوست زباله شهری به طور مجزا و توأم با کود شیمیایی بر میزان غلظت عناصر آهن، روی و منگنز در خاک و گیاه برنج، آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در چهارده تیمار کودی و سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۳ اجرا گردید. تیمارهای کودی شامل تیمار شاهد، تیمار کود شیمیایی (طبق آزمون خاک)، تیمارهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار به صورت ساده و همراه با ۴/۱، ۴/۲ و ۴/۳ کود شیمیایی بودند. نتایج نشان داد که کاربرد هفت ساله کمپوست زباله شهری موجب افزایش معنی‌دار غلظت عناصر آهن و روی در خاک به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غلظت عناصر آهن، روی و منگنز در بذر در سطح احتمال ۱ درصد در مقایسه با تیمار شاهد گردید.

کلمات کلیدی: برنج، عناصر میکرو، کمپوست زباله شهری

مقدمه
گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن به ویژه در کشورهای در حال توسعه، انباشته شدن حجم عظیمی از زباله های شهری را در پی داشته است. بنابراین در سال های اخیر به منظور کاهش آلودگی‌های زیست محیطی توجه زیادی به بازیافت زباله و به کارگیری کمپوست حاصل از آن در اراضی کشاورزی شده است (Khoshgoftarmanesh and Kalbasi, ۲۰۰۰). عناصر غذایی کمپوست به تدریج و پیوسته در خاک آزاد و در دسترس گیاه زراعی قرار می‌گیرند، در نتیجه سودمندی آن بیش از یک فصل زراعی است و تلفات عناصر غذایی آن کم‌تر است و میزان آبشویی عناصر غذایی را کاهش می‌دهد (Daniel and Boem, ۲۰۰۱). در میان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، عناصر میکرو هر چند در مقادیر کم مورد نیاز می‌باشند اما فقدان آنها می‌تواند مسائل جدی در تولید محصول و سلامتی انسان‌ها و حیوانات ایجاد کند (Gupta et al, ۲۰۰۸). با ظهور و رشد کشاورزی ارگانیک، تولید کمپوست زباله شهری برای استفاده کشاورزی به دلیل اثرات مثبت آن بر خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در حال توسعه است. بالا بودن میزان عناصر میکرو مورد نیاز گیاه در کمپوست زباله شهری یکی از خصوصیات اصلی آن می‌باشد، بنابراین ای مواد می توانند منبع مهمی از عناصر میکرو برای محصولات باشند (Iglesias-Jimenez, ۱۹۹۶). تولید موفقیت آمیز محصولات کشاورزی مستلزم وجود خاک مناسب و مقدار کافی از عناصر غذایی قابل استفاده گیاه است (محمودی و حکیمیان، ۱۳۸۵). کود های آلی و شیمیایی لازم و ملزوم یکدیگر بوده و برای ایجاد شرایط مناسب رشد گیاه هر دو نوع کود مورد نیاز می‌باشد (Roberts, ۲۰۰۸). تحقیقات به عمل آمده در خصوص اثرات کمپوست بر محصولات کشاورزی در دنیا همگی حاکی از مفید بودن آن از نظر حاصلخیزی خاک و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد که باعث افزایش محصول و قابل کشت کردن بسیاری از نقاط غیر حاصلخیز شده است (Marjavi and Jahadakbar, ۲۰۰۲). به همین منظور این مطاله با هدف بررسی تاثیر کاربرد کمپوست زباله شهری بر غلظت عناصر میکرو در خاک و گیاه برنج صورت گرفت.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال زراعی ۱۳۹۳ به اجرا در آمد. طرح پژوهشی فوق در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با چهارده تیمار کودی و سه تکرار به اجرا در آمد. تیمارهای مورد استفاده عبارتند از: ۱- شاهد (بدون مصرف کود شیمیایی و کود آلی) ۲- کود شیمیایی توصیه شده (بر اساس آزمون خاک) ۳- ۱۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار ۴- ۱۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار + ۴/۱ کود شیمیایی ۵- ۱۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار + ۴/۲ کود شیمیایی ۶- ۱۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار + ۴/۳ کود شیمیایی ۷- ۳۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار ۸- ۳۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار ۴/۱ کود شیمیایی ۹- ۳۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار + ۴/۲ کود شیمیایی ۱۰- ۳۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار + ۴/۳ کود شیمیایی ۱۱- ۴۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار ۱۲- ۴۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار + ۴/۱ کود شیمیایی ۱۳- ۴۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار + ۴/۲ کود شیمیایی ۱۴- ۴۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار + ۴/۳ کود شیمیایی. قبل از اجرای آزمایش از خاک و کود آلی نمونه برداری و برخی از صفات شیمیایی آنها تعیین گردید. کرت های مورد استفاده ۳×۶ متر و گیاه مورد نظر برنج می‌باشد. نشاهای ۳۵ روزه در مرحله ۴ برگی در زمین اصلی نشا شدند. برای اندازه گیری میزان عناصر میکرو خاک (آهن، منگنز، روی و مس) پس از برداشت محصول از عمق ۳۰-۰ سانتی متری نمونه برداری می شود و میزان عناصر میکرو قابل دسترس خاک از روش عصاره گیری با ماده DTPA (دی اتیلن تری امین پنتا

استیک اسید) اندازه‌گیری شدند. غلظت عناصر میکرو در گیاه نیز با استفاده از عصاره تهیه شده به وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های بدست آمده، از نرم افزار statistix و مقایسه میانگین با روش حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (LSD) استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کمپوست زباله شهری بر غلظت عناصر آهن، روی و منگنز در بذر و غلظت عنصر روی در خاک در سطح احتمال ۱ درصد و بر غلظت عنصر آهن در خاک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشت. (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کمپوست زباله شهری بر غلظت عناصر میکرو در خاک و گیاه برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	آهن		روی		منگنز	
		خاک	دانه	خاک	دانه	خاک	دانه
تکرار	۲	۹۷۷/۱۹۸	۷۶۸/۴۷	۳۶۳/۸	۰۹۹/۷	۱۴۲/۱۱	۰۶/۱۰۱۶
تیمار	۱۳	۰	**	**	**	^{ns}۶۷۰/۹	۹۰/۱۸۱۱**
		۰۱۳۶/۲۶ ۴	۷۶۰/۳۵۰	۸۸۲/۱۴۱	۹۷۳/۱۵ ۵		
خطا	۲۶	۱۵۲/۱۱۹	۵۰۱/۱۰۲	۲۰۳/۷	۸۵۷/۲۳	۴۲۰/۷	۵۰/۱۴۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵۱/۱۱	۳۴/۱۱	۳۵/۱۷	۷۵/۱۳	۷۶/۱۲	۲۵/۱۲

عدم تفاوت معنی دار ns ،و ** معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد *

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان آهن خاک مربوط به تیمار ۴۵ تن کمپوست زباله شهری + ۴/۳ کود شیمیایی می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد ۳/۴۳ درصد افزایش نشان داد. بیشترین میزان آهن دانه مربوط به تیمار ۴۵ تن کمپوست زباله شهری + ۴/۳ کود شیمیایی می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد ۸/۸۷ درصد افزایش نشان داد. بشترین میزان روی خاک مربوط به تیمار ۴۵ تن کمپوست زباله شهری + ۴/۳ کود شیمیایی می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد ۸/۲۶۳ درصد افزایش نشان داد. بیشترین میزان روی دانه مربوط به تیمار ۴۵ تن کمپوست زباله شهری + ۴/۳ کود شیمیایی می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد ۵/۱۵۷ درصد افزایش نشان داد. همچنین بیشترین میزان منگنز خاک مربوط به تیمار ۴۵ تن کمپوست زباله شهری + ۴/۳ کود شیمیایی می باشد که نسبت به تیمار شاهد ۳۵ درصد افزایش نشان داد و بیشترین میزان منگنز دانه مربوط به تیمار ۴۵ تن کمپوست زباله شهری + ۴/۳ کود شیمیایی می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد ۹/۲۵۰ درصد افزایش نشان داد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر کمپوست زباله شهری یر غلظت عناصر میکرو در خاک و گیاه برنج

تیمار	اهن (mg/kg)		روی (mg/kg)		منگنز (mg/kg)	
	خاک	دانه	خاک	دانه	خاک	دانه
T_1 شاهد	^{d}۳۷/۷۹	^{e}۸۶/۵۱	^{e}۹۱/۶	^{d}۳۷/۱۹	^{c}۳۵/۱۷	^{f}۷۲/۳۸
T_2 کود شیمیایی	^{cd}۱۱/۸۱	^{de}۱۸/۶۶	^{e}۷۶/۷	^{cd}۷۵/۲۳	^{bc}۵۶/۱۸	^{e}۷۵/۷۱
۱۵ T_3 تن کمپوست زباله شهری	^{bcd}۶۹/۸۵	^{cde}۰۲/۶۷	^{d}۳۸/۹	^{bc}۲۹/۳۲	^{abc}۸۹/۱۹	^{de}۳۷/۸۳
۱۵ T_4 تن کمپوست زباله شهری + ۴/۱ کود شیمیایی	^{bcd}۷۹/۸۹	^{bcd}۹۶/۶۹	^{d}۶۳/۱۰	^{b}۷۹/۳۴	^{abc}۵۵/۲۰	^{cd}۳۰/۹۲
۱۵ T_5 تن کمپوست زباله شهری + ۴/۲ کود شیمیایی	^{bcd}۲۵/۹۱	^{bcd}۶۸/۷۲	^{c}۴۵/۱۶	^{b}۲۰/۳۵	^{abc}۰۲/۲۱	^{cd}۹۲/۹۲
۱۵ T_6 تن کمپوست زباله شهری + ۴/۳ کود شیمیایی	^{bcd}۳۱/۹۱	^{bcd}۱۱/۷۴	^{c}۷۷/۱۶	^{b}۸۹/۳۵	^{abc}۲۳/۲۱	^{bcd}۹۵/۹۵
۳۰ T_7 تن کمپوست زباله شهری	^{bcd}۵۹/۹۱	^{bcd}۳۴/۷۴	^{c}۶۰/۱۷	^{b}۸۹/۳۵	^{abc}۳۶/۲۱	^{bcd}۳۸/۱۰۱
۳۰ T_8 تن کمپوست زباله شهری + ۴/۱ کود شیمیایی	^{abc}۳۳/۹۸	^{bcd}۸۷/۷۵	^{c}۹۱/۱۷	^{b}۲۵/۳۶	^{abc}۵۷/۲۱	^{bcd}۱۸/۱۰۳

	^{abc}۷۵/۹۸	^{bcd}۲۴/۷۹	^{c}۹۱/۱۷	^{b}۷۲/۳۷	^{ab}۱۷/۲۲	^{bc}۸۶/۱۰۷
۳۰ $T_{۹}$ تن کمپوست زباله شهری + ۴/۲ کود شیمیایی						
۳۰ $T_{۱۰}$ تن کمپوست زباله شهری + ۴/۳ کود شیمیایی	^{ab}۴۸/۱۰۰	^{bcd}۸۶/۷۹	^{bc}۵۶/۱۸	^{b}۷۲/۳۷	^{ab}۶۴/۲۲	^{bc}۱۲/۱۰۹
۴۵ $T_{۱۱}$ تن کمپوست زباله شهری	^{ab}۵۸/۱۰۰	^{abc}۲۰/۸۳	^{bc}۶۴/۱۸	^{b}۰۸/۳۸	^{ab}۷۱/۲۲	^{bc}۴۲/۱۱۱
۴۵ $T_{۱۲}$ تن کمپوست ربالە شهری + ۴/۱ کود شیمیایی	^{ab}۵۰/۱۰۳	^{ab}۶۱/۸۴	^{bc}۸۱/۱۸	^{b}۹۳/۳۹	^{ab}۰۶/۲۳	^{ab}۸۱/۱۱۶
۴۵ $T_{۱۳}$ تن کمپوست زباله شهری + ۴/۲ کود شیمیایی	^{ab}۶۶/۱۰۳	^{ab}۸۱/۸۵	^{ab}۷۳/۲۲	^{b}۶۵/۴۰	^{a}۲۹/۲۳	^{a}۳۴/۱۳۲
۴۵ $T_{۱۴}$ تن کمپوست زباله شهری + ۴/۳ کود شیمیایی	^{a}۷۴/۱۱۳	^{a}۴۳/۹۷	^{a}۱۴/۲۵	^{a}۸۸/۴۹	^{a}۴۳/۲۳	^{a}۸۹/۱۳۵

- در هر ستون تیمارهایی که دارای حداقل یک حروف مشابه باشند نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می باشد

منابع

Daniel, C.G, and Boem, M.J. ۲۰۰۱. Temporal effects of compost and fertilizer application on nitrogen fertility of golf course Turfgrass. Agronomy Journal ۹۳: ۵۴۸-۵۵۵.

Gupta, U.C., Kening, WU., and Siyuan, L. ۲۰۰۸. Micronutrients in soils, crops, and livestock. Earth Science Frontiers. ۱۵:۵: ۱۱۰-۱۲۵.

Iglesias-Jimenez, E., and Alvarez, E. ۱۹۹۶. City refuse compost as a source of micronutrient for plants. C. Rodriguez-Barrueco (ed), Fertilizer and Environment. Pp:۵۱۷-۵۲۱.

Khoshgoftarmanesh, A.H., and Kalbasi, M. ۲۰۰۰. Effect of municipal wast leachate on soil properties and growth and yield of rice. Communications in soil Sci and plant Analysis. ۳۳: ۲۰۱۱-۲۰۲۰.

Marjavi, A., and Jahadakbar, M.R. ۲۰۰۲. Effect of municipal compost on chemical characteristics of soil, quality and quantity traits of sugar beet. Journal of sugar beet ۱۸: ۱-۱۴.

Roberts, T.L. ۲۰۰۸. Improving nutrient use efficiency. Turkish Journal of Agriculture. ۳۲: ۱۷۷-۱۸۲.

Abstract

In order to study the effect of seven years composts produced from municipal solid wastes (MSW) application seperatly and with chemical fertilizer on concentration of Iron, Zinc and Manganes elements in soil and rice an experiment was conducted in randomized complete block design in ۱۴ fertilizer treatment and ۳ replications in ۱۳۹۳. Fertilizer treatment included control treatment, fertilizer treatment, ۱۵, ۳۰, ۴۵ ton MSW per hectar in simple and with ۱/۴, ۲/۴, ۳/۴. Results showed that application of seven years MSW causes significant increase in Iron and Zinc in soil at ۰.۰۵ and ۰.۰۱ levels respectively and Iron, Zinc and Manganese in rice grain at ۰.۰۱ level compzred to the control treatment.

تاثیر دو نوع ماده آلی مختلف روی خصوصیت شیمیایی خاک و عملکرد گیاه کلزا

زهرا دیانت مهارلویی [۱]، علی اکبر موسوی [۲]
۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات فارس

چکیده
آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی، شامل دو نوع ماده آلی، کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر در چهار سطح (۰، ۱، ۲و ۴ درصد وزنی) و سه نوع بافت خاک (شنی لومی، لومی، لوم رسی سیلتی) در سه تکرار انجام گرفت. خصوصیات مورد اندازه‌گیری شامل درصد ماده آلی، وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه و ارتفاع گیاه کلزا می‌باشد. نتایج نشان داد کاربرد ضایعات میوه انجیر و کمپوست در خاک باعث افزایش معنی‌دار درصد ماده آلی، وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه و ارتفاع گیاه کلزا در مقایسه با تیمار شاهد گردید. تاثیر کاربرد کمپوست در خاک بر روی در صد ماده آلی نسبت به کاربرد ضایعات میوه انجیر بیشتر بود همچنین تاثیر کاربرد ضایعات میوه انجیر در خاک بر روی وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه و ارتفاع گیاه کلزا نسبت به کاربرد کمپوست بیشتر بود.

واژه های کلیدی: ضایعات میوه رسیده انجیر،کمپوست، خصوصیت شیمیایی خاک، گیاه کلزا

مقدمه
با توجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، کاربرد ترکیبات آلی عامل مدیریتی مهم و موثر بر کیفیت خاک و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی و باروری خاک به حساب می‌آید (اسمیت، ۲۰۰۲). مواد آلی باعث افزایش عناصر غذایی خاك، ظرفیت نگهداری آب در خاک، درصد ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌شود (چریف و همکاران، ۲۰۰۹). بارتال و همکاران (۲۰۰۴) افزایش کاربرد کمپوست زباله و کود شیمیایی در مزرعه گندم باعث افزایش وزن خشک، عملکرد دانه، میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب شده توسط گیاه می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان بیان کرد که مصرف کودهای آلی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش باروری گیاهان و تولید پایدار خاک در دراز مدت می‌گردد.

مواد و روش‌ها
جهت انجام آزمایش، طبق (جدول ۱)، مقدار کافی خاک از افق سطحی (۰ تا ۳۰ سانتیمتری خاک) از استان فارس در سه منطقه، شهرستان شیراز، زرقان و مهارلو جمع‌آوری گردید. پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری برخی ویژگی‌های خاک و گیاه از جمله بافت خاک به روش هیدرومتر (بویوکوس، ۱۹۶۲)، قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی (رودز، ۱۹۹۶)، پهاش در خمیر اشباع به وسیله دستگاه پهاش‌متر (توماس، ۱۹۹۶)، اندازه‌گیری کربن آلی به روش سوزاندن تر، موادآلی خاک توسط بی‌کرومات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ اکسید شده و باقی‌مانده بی‌کرومات پتاسیم با فروآمونیوم سولفات تیتر شد (جکسون، ۱۹۷۵)، اندازه‌گیری ارتفاع گیاه کلزا با استفاده از خط‌کش شفاف بر حسب سانتی‌متر، گیاه برداشت شده و بوته گیاه جمع‌آوری و پس از خشک کردن در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، میزان ماده خشک گیاه کلزا با استفاده از ترازوی حساس اندازه‌گیری گردید. آزمایش با استفاده از ستون خاک اجرا شد. به منظور تهیه ستون‌های خاک از استوانه‌هایی با قطر داخلی ۵/۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر که ته لوله‌ها با صفحه مشبک از جنس پی وی سی مسدود گردید، استفاده شد. تجزیه و تحلیل نتایج، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح ۵٪ با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گردید.

جدول ۱ - برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و عملکرد گیاه کلزای مورد مطالعه

بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	محل نمونه‌برداری	pH	Ec ($ds.m^{-1}$)	OM (%)	dry weight (gr)	Steam length (cm)
شنی لومی	۵۴/۸۱	۳۶/۸	۱۰/۱۰	شیراز	۵۳/۷	۲۶/۰	۶۷/۰	۰۷۸۸/۰	۸۱/۵
لومی	۲۸/۳۲	۵۶/۴۶	۱۶/۲۱	شیراز (مهارلو)	۶۶/۷	۲۵/۱	۱۰/۲	۰۵۸۷/۰	۲۹/۵
لوم‌رسی‌سیلتی	۱۰	۸۴/۶۰	۱۶/۲۹	شیراز (زرقان)	۷۵/۷	۷۶/۰	۸۹/۲	۰۴۱۷/۰	۹۶/۴

= پ‌هاش، Ec = قابلیت هدایت الکتریکی، OM = درصد ماده آلی، dry weigh = وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه، steam length= ارتفاع گیاه کلزا

نتایج و بحث

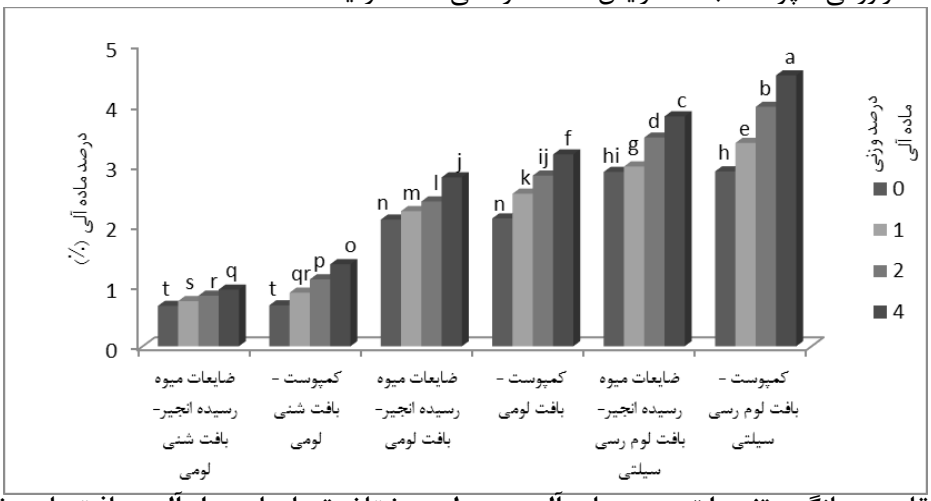
نتایج تجزیه واریانس، بافت‌های مختلف خاک، مواد آلی (کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر) و همچنین اثر متقابل مواد آلی (کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر) و بافت‌های مختلف خاک به شرح زیر می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگی شیمیایی خاک و عملکرد گیاه کلزا برای تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	OM (%)	dry weight (gr)	Steam lengt (cm)
بافت خاک	۲	۸۵/۴۰**	۶۵/۵۷**	۱۹/۶۱**
مواد آلی	۷	۴۱/۱**	۱۹/۰**	۱۹/۰**
بافت خاک × مواد آلی	۱۴	۱۰/۰**	۰۱۲/۰ ns	۰۰۷/۰ ns
خطا	۴۸	۰۰۱/۰	۰۱/۰	۰۱/۰

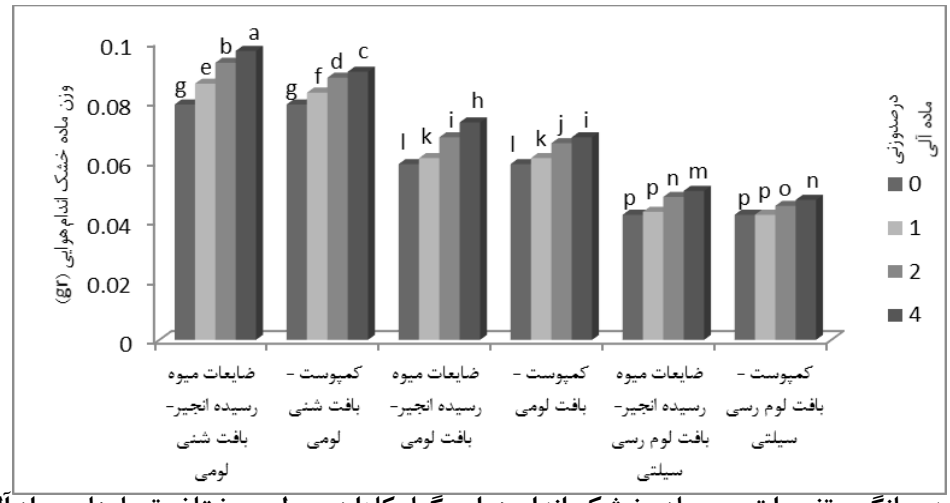
** و* به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ بر طبق آزمون F و ns به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.
OM = درصد ماده آلی، dry weight = وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه، steam length= ارتفاع گیاه کلزا

درصد ماده آلی: افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر باعث افزایش معنی‌دار درصد ماده آلی خاک در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلتی نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد شد. بنابراین بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده مربوط به تیمار کمپوست در هر سه نوع بافت خاک شد (شکل ۱). گلیک و همکاران (۲۰۰۴) اظهار داشتند کاربرد تیمارهای کمپوست و ورمی‌کمپوست، باعث افزایش غلظت موادآلی خاک گردید.



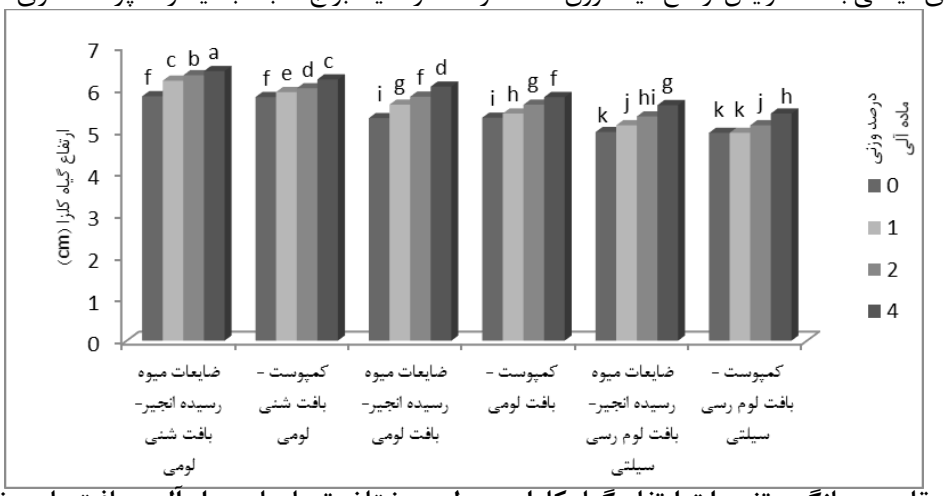
شکل ۱- مقایسه میانگین تغییرات درصد ماده آلی در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک

وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه کلزا: افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر باعث افزایش معنی‌دار وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه کلزا در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلتی نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد شد. بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده بر روی وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه کلزا مربوط به تیمار ضایعات میوه انجیر بود (شکل ۲). گندمکار (۱۳۸۰) بیان کردند کمپوست شهری سبب افزایش چشمگیر عملکرد ذرت و افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه از ۲ به ۴ تن در هکتار نسبت به شاهد شد.



شکل ۲- مقایسه میانگین تغییرات وزن ماده خشک اندام هوایی گیاه کلزا در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک

ارتفاع گیاه کلزا: افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه کلزا در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلتی نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد شد. بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده بر روی ارتفاع گیاه کلزا مربوط به تیمار ضایعات میوه انجیر در هر سه نوع بافت خاک شد (شکل ۳). شو (۲۰۰۵) مصرف کمپوست بقایای گیاهی باعث افزایش ارتفاع گیاه، وزن خشک و عملکرد گیاه برنج نسبت به تیمار کمپوست گاوی شد.



شکل ۳- مقایسه میانگین تغییرات ارتفاع گیاه کلزا در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک

نتیجه‌گیری

کاربرد کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر در خاک‌های زراعی به عنوان کود آلی، روی خصوصیات خاک تاثیر مثبت داشت و باعث بهبود و افزایش درصد ماده آلی خاک، وزن ماده خشک اندام هوایی و ارتفاع گیاه کلزا گردید. تاثیر کاربرد کمپوست پس از اضافه شدن به خاک باعث افزایش درصد ماده آلی خاک نسبت به ضایعات میوه رسیده انجیر شد. تاثیر مثبت ضایعات میوه رسیده انجیر روی وزن ماده خشک اندام هوایی و ارتفاع گیاه کلزا بیشتر از کمپوست بود.

منابع

گندمکار، ا.، کیانی، ش.، و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۰. اثر مقادیر و روش‌های کاربرد سولفات روی بررشد و عملکرد درختان درمرکبات شمال خوزستان. ویژه‌نامه مصرف بهینه کود، ۲۳۴ - ۲۲۹.

Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., Beraud, J., Keinan, M., Rosenberg, R., Zohar, D., Rosen, V. and Fine, P. ۲۰۰۴. Nitroen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. Journal of Environment Quality. ۳۳: ۱۸۵۵-۱۸۶۵.

Bouyoucos, G. J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil, Agron. J. ۵۴: ۴۶۴-۴۶۵.

Cherif, H., Ayari, F., Ouzari, H., Marzorati, M., Brusetti, M., Jedidi, L., Hassen, A., and Daffonchio, D. ۲۰۰۹. Effect of municipal solid waste compost, farmyard manure and chemical fertilizers on wheat growth, soil composition and soil bacterial characteristics under Tunisian arid climate. Eur. J. soil Biol .۴۵: ۱۳۸-۱۴۵.

Gelik, I., Ortas, I. and Kilik, S. ۲۰۰۴. Effect of compost, Mycorhiza, Mnure and fertilizer on some physical properties of Chromoxerert soil, Soil and Till. Res. ۷۸: ۵۹-۶۷.

Jackson, M.L. ۱۹۷۵. Soil chemical analysis-advanced course, Univ. of Wisconsin, college of Agric, Dept. of Soil Sci., Madison, WI.

Rhoades, J.D. ۱۹۹۶. Salinity: Electrical Conductivity and total dissolved solids. P. ۴۱۷- ۴۳۶. In D.L. Sparks et al., (eds) Methods of soil analysis. part ۳. Am. Soc. Agron., Madison. WI.

Shu, Y.Y. ۲۰۰۵. Effect of application of different types of organic composts on rice growth under laboratory conditions. Soil Science and plant Nutrition. ۵۱: ۴۴۳- ۴۴۹.

Smith, P .۲۰۰۲. Organic matter modeling. In: Lal, R. ed. Encyclopedia of Soil Science. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.

Thomas, G.W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. p. ۴۷۵- ۴۹۰. In D.L. Sparks et al., (eds) Methods of soil analysis. patt ۳. Am. Soc. Agron., Madison. WI.

Abstract

This study was a factorial experiment in a completely randomized design, consisting of two types of organic matter, compost and ripe fig fruit waste in four levels of (۰, ۱, ۲ and ۴ by weight %) and three soil type (loamy sand, loam, silty clay loam) with three replication. Include properties, organic matter content, dry weight and height of rapeseed plant was measured. The results showed that the use of ripe figs fruit waste and compost in the soil increased organic matter content, dry weight and height of rapeseed plant compared to the control. Effect of compost in soil on the organic matter content of application most of ripe figs fruit waste was. Effect of ripe figs fruit waste in soil on dry weight and height of rapeseed plant application most of compost was.

بررسی برهمکنش رقم، سطوح نیتروژن و زیادی بور در آب آبیاری بر غلظت کلسیم در ذرت در دشت ارزوئیه استان کرمان

محمد قاسمی پور افشار [۱]، یعقوب حسینی [۲]، جهانشاه صالح [۲]، هرمزد نقوی [۳]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد ،۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، ۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان

چکیده
این آزمایش گلدانی به منظور بررسی اثرات متقابل رقم، مقادیر مختلف نیتروژن و غلظتهای متفاوت بور در آب آبیاری بر غلظت کلسیم بخش هوایی دو رقم ذرت ۷۰۴، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار در شهر سیرجان استان کرمان اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح نیتروژن (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک) و چهار سطح بور (آب آبیاری منطقه، ۵/۳، ۷، ۵/۱۰ میلی گرم بور در لیتر به صورت اسید بوریک همراه با آبیاری) بود. نتایج نشان داد بالاترین غلظت کلسیم بخش هوایی مربوط به تیمار عدم مصرف بور و رقم دیررس و تیمار ۲۵۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن و رقم دیررس، معادل ۹۹/۳۲ و ۸۹/۲۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک می باشد.

واژه های کلیدی: بور، ذرت، کلسیم، نیتروژن

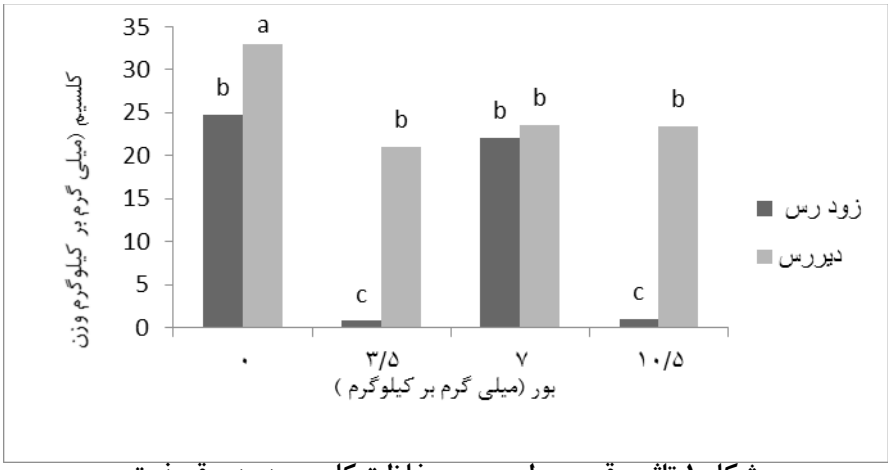
مقدمه
گیاهان زراعی نقش عمده‌ای در تامین غذا و انرژی بشر دارند. ذرت (*Zea mays* L.) که *Maize* هم گفته میشود، بعد از گندم و برنج، سومین غله مهم جهان میباشد. ذرت از محصولات مهمی است که به عنوان غذای انسان و دام مطرح است، لذا نه تنها کمیت بلکه کیفیت مطلوب دانه و علوفه آن نیز از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است (نبی غیبی و همکاران، ۱۳۹۳). ارزش غذایی فراوان دانهی ذرت باعث گردیده که در کشورهای جهان سوم و بعضی از کشورهای دیگر نان روزانهی مردم از آرد این گیاه تهیه شود (فتحی، ۱۳۷۸). در برخی از مناطق استان های جنوبی کشور کشت این محصول استراتژیک رایج است، اما در سال های اخیر مشکلاتی برای کشاورزان ذرت کار بواسطه ی تنزل کیفیت منابع آب و خاك ایجاد شده است. هرچند که بور یک عنصر غذایی کم مصرف ضروری محسوب می شود، ولی بواسطه نزدیک بودن آستانه سمیّت و کمبود غلظت آن در خاک برای گیاه آن، مقادیر بیش از حد آن در محیط رشد مسمومیت گیاه را در پی خواهد داشت. از کل منابع موجود تأمین بور، آب آبیاری مهم ترین عامل تجمع بور در خاک بوده و در بسیاری از موارد غلظتهای بالایی از آن بویژه در خاکهای شور دیده می شود (Nable et al., ۱۹۹۷). بنابراین، مدیریت اثرات زیان آور غلظت زیادی بور در محیط رشد گیاه ضروری به نظر می رسد. برای مقابله با سمیّت بور راه های متفاوتی از جمله آبشویی خاك های با غلظت زیاد بور پیشنهاد شده که سبب می گردد مقدار قابل توجهی از این عنصر از خاك خارج گردد. اما این روش نیاز به مقدار قابل توجهی آب با غلظت نسبتا کمتر بور دارد و چندان عملی و اقتصادی نیست (Keren and Bingham., ۱۹۸۵). راه دیگر انتخاب ارقام و ژنوتیپ هایی است که از مقاومت نسبی بالایی نسبت به غلظت زیاد بور در خاك برخوردار می باشند (Nable et al., ۱۹۹۷). و روش سوم که اخیرا مورد توجه قرار گرفته کاهش سمیّت بور در گیاهان با مصرف بعضی از عناصر غذایی ضروری مانند نیتروژن و کلسیم می باشد (Gupta et al., ۱۹۸۵). گفته شده که کاربرد زیاد نیتروژن شدت سمیّت بور در غلات را کاهش می دهد و تأثیر فسفر و پتاسیم در این راستا کمتر از نیتروژن است (Gupta et al., ۱۹۷۶). کلسیم یکی دیگر از عناصر غذایی حیاتی برای گیاه است که توسط سیستم ریشه به صورت کاتیون از محلول خاك جذب میشود و توسط آوندهای چوبی به ساقه هدایت میشود. این عنصر وظایف بسیار مهمی در گیاه بر عهده دارد. پژوهشگران معتقدند کلسیم و بور بر روی جذب یکدیگر تأثیر دارند (Gupta et al., ۱۹۸۵). کلسیم در رشد گیاه و تعدیل تنشهای محیطی نقش بسزایی دارد (سنگتراشی و همکاران، ۱۳۹۰). در تحقیق حاضر، تاثیر کاربرد دو ترکیب نیتروژن دار (اوره و نیترات کلسیم) بر تعدیل سمیت بور در گیاه ذرت در منطقه ارزوئیه استان کرمان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار به صورت گلدانی واقع در دشت ارزوئیه استان کرمان اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح نیتروژن (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع اوره)، چهار سطح بور (آب منطقه، ۵/۳، ۷، ۵/۱۰ میلی‌گرم در لیتر به صورت اسید بوریک همراه با آبیاری) بر روی دو رقم ذرت دیر رس (رقم ۷۰۴) و زود رس (۷۰۴) اعمال گردیدند. با توجه به تجزیه اولیه خاك مقادیر لازم از عناصر غذایی(به جز بور) و یك دهم نیتروژن تیمار مربوطه، به صورت محلول به خاکی که قبلا درون کیسه پلاستیک ریخته شده بودند، اضافه گردیدند. خاک درون هر گلدان به صورت فیزیکی و به طور یکنواخت مخلوط و سپس با رعایت مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک منطقه، در گلدانهای اصلی ریخته شدند. سپس ۶

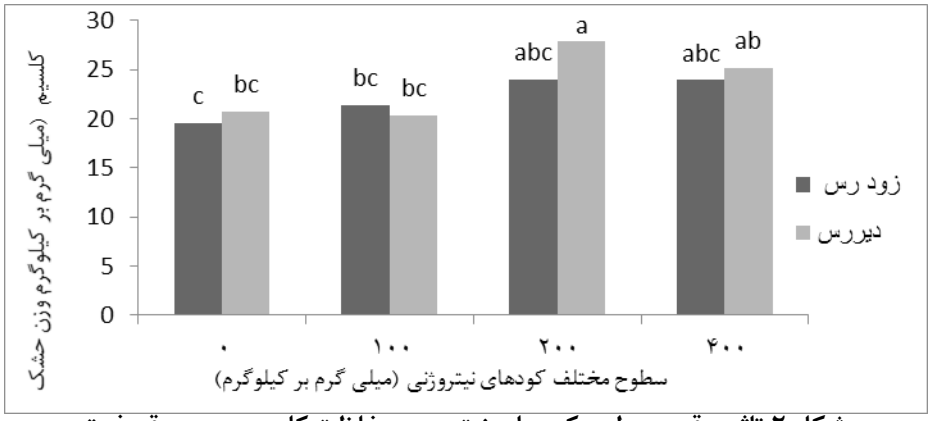
عدد بذر ذرت که قبلا ضد عفونی و برای کشت آماده شده بود، در عمق ۲ تا ۳ سانتی متری در هر گلدان کشت گردید و پس از دو هفته سپس به یک بوته تنک گردید. در تمام طول آزمایش مقدار رطوبت در حدود ظرفیت مزرعه حفظ شد. مقادیر باقیمانده نیتروژن در ۹ تقسیط مساوی زمانی با توجه به مدت زمان برداشت ذرت، به گلدان ها اضافه گردید. پس از هشت هفته بخش هوایی برداشت و غلظت کلسیم (علی احیایی، ۱۳۷۶) در بخش هوایی گیاه تعیین شد. داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC و EXCEL تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها نیز با کمك آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس دادهها نشان داد، اثرات اصلی رقم، بور، سطوح نیتروژن و اثرات متقابل رقم و بور، رقم و سطوح کودهای نیتروژن بر غلظت کلسیم در گیاه معنی دار شده است. مقایسه میانگین داده ها نشان داد بیشترین غلظت کلسیم در تیمارترکیبی عدم مصرف بور و رقم دیررس (شکل ۱) و تیمار ۲۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و رقم دیررس (شکل ۲)، معادل ۹۹/۳۲ و ۸۹/۲۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک می باشد.



شکل ۱ تاثیر رقم و سطوح بور بر غلظت کلسیم در دو رقم ذرت



شکل ۲ تاثیر رقم و سطوح کودهای نیترون بر غلظت کلسیم در دو رقم ذرت

در پژوهشی ملاحظه گردید که افزایش غلظت کلسیم از طریق کاربرد نیتروژن باعث افزایش غلظت این عنصر در بافتهای گیاه گردید (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰). با مصرف نیتروژن در تمام سطوح بور غلظت کلسیم افزایش می یابد که علت ان مربوط به افزایش حلالیت کلسیم در محیط اطراف ریشه به سبب افزایش نیتروژن به خاک است (کوهکن و همکاران، ۱۳۸۶).

منابع

سنگتراشی، ا. طباطبایی، س.ج. بلند نظر، ص. ۱۳۹۰. تاثیر کلسیم و پتاسیم بر خصوصیات رویشی و غلظت پتاسیم برگ گوجه فرنگی آلبالویی در شرایط شوری کلرید سدیم. دوازدهمین کنگره علوم خاک، ایران تبریز.
فتحی، ق. ا. ۱۳۷۸. رشد و تغذیه گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ایران، ۳۷۲ صفحه
علی احیایی، م. ۱۳۷۶. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. جلد دوم، موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۱۰۲۴. تهران ، ایران. صفحه ۴۵. کریمی، و.،حاتم زاه، ع.، پور اصیل، م.ح.، و سمیع زاده، ح.الف. ۱۳۹۰. بررسی تغذیه نیترات کلسیم وتنظیم کننده رشد IBA یر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم سوسن. بررسی سطوح مختلف بور بر عملکرد و درصد روغن کلزا. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز.
کوهکن، ه. مفتون، م و امام، ی. ۱۳۸۷. اثر متقابل نیتروژن و بور بر رشد و غلظت نیتروژن و بور در برنج. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم. شماره چهل و چهار. صفحه ۲۴-۲۶.

Gupta, U. C., Macleod, J. A., and Sterling, J. D. E. ۱۹۷۶ Effects of boron and nitrogen on grain yield and boron and nitrogen concentrations of barley and wheat. Soil Sci. Soc. Am. J. ۴۰: ۷۲۳-۷۲۶.
Gupta, U. C., Jame, Y. W., Campbell, C. A., and Leyshon, A. J. ۱۹۸۵ Boron toxicity and deficiency: A Review. Can. J. Soil Sci. ۶۵: ۳۸۱-۳۸۴.
Nable, R. O., Banuelos, G. S., and Paull, J. G. ۱۹۹۷ Boron toxicity. Plant and Soil. ۱۹۳:۱۸۱-۱۹۸.

Abstract

The pot experiment to study the interactions between cultivars, different values and different concentrations of nitrogen and boron concentration in irrigation water shoot two varieties of corn ۷۰۴, a factorial experiment in a completely randomized design with three replications in the city of Sirjan in Kerman province run was. Treatments consisted of four nitrogen levels (۰, ۱۰۰, ۲۰۰ and ۴۰۰ mg kg of nitrogen in the soil) and four levels of boron (irrigation district, ۳.۵, ۷, ۱۰.۵ mg of boron per liter, a boric acid with water), respectively.

اثر کاربرد لجن فاضلاب برعملکرد و جذب فلزات سنگین در اسفناج در شرائط مزرعه

اکبر گندمکار [۱] ، حمیدرضا رحمانی [۱]
عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی -۱

چکیده
جهت بررسی اثرات باقیمانده لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین توسط اسفناج، یک سال پس از اضافه کردن لجن به خاک و کشت گندم و ذرت بررسی مزرعه ای در همان کرتهای آزمایشی با سطوح مختلف لجن شامل صفر(شاهد)، ۲۵، ۵۰، و ۱۰۰ تن لجن در هکتار در سه تکرار و به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی در ایستگاه کبوتر آباد مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان اجرا گردید. اثرات باقیمانده تیمارهای لجن موجب کاهش سله خاک، افزایش جوانه زنی و افزایش معنی دار بیومس اسفناج شد. عناصر کبالت، سرب، کادمیم برگ اسفناج در حد تشخیص دستگاه جذب اتمیک به میلیگرم در کیلوگرم نبودند. کاربرد لجن موجب افزایش معنی دار نیتروژن ، فسفر، پتاسیم، روی، منگنز، آهن و مس برگ اسفناج گردید. غلظت عناصر کم نیاز و عناصر سنگین لجن مورد استفاده بنابر استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران و USEPA کمتر از سطح محدود کننده می باشند، از اینرو لجن بعنوان یک کود آلی در زمان های محدود قابل استفاده در اراضی کشاورزی می باشد.
کلمات کلیدی: لجن فاضلاب، کود آلی، اسفناج، عناصر سنگین

مقدمه
فقر مواد آلی خاک در مناطق خشک سبب شده است ترکیبات آلی تحت عناوین مختلف از جمله لجن فاضلاب شهری، کمپوست زباله شهری و سایر پسماندهای آلی حاصل از فعالیت های انسانی وارد عرصه کشاورزی شوند. این ترکیبات دارای مواد و عناصر مفیدی چون کربن آلی، فسفر، ازت، پتاس و ... می باشند که جهت رشد و نمو گیاه لازمند اما با داشتن ترکیبات مضر از جمله آلودگی میکروبی و عناصر سنگین (کادمیم، سرب و ...) می توانند محیط زیست را از این ترکیبات آلوده ساخته و سبب ورود این ترکیبات به زنجیره غذایی شوند. بدلیل توانایی بالای اسفناج در جذب عناصر سنگین، این گیاه از گیاهان شاخص جهت بررسی آلودگی خاک به عناصر سنگین توسط مواد مختلف می باشد. بخاطر احتمال آلودگی میکروبی، از کاشت سبزیجات جهت مصارف خوراکی در خاک های تیمار شده با لجن و پساب فاضلاب بایستی اکیدا خودداری نمود. در یک بررسی فلزات سنگین در خاک تحت تیمار لجن فاضلاب، آبشوئی شده و انتقال یافتند. بطوریکه در تیمار ۱۰۰ تن لجن در هکتار، میانگین غلظت کادمیم بیش از ۱۲ برابر شاهد، میانگین غلظت روی ۵/۳۴ برابر شاهد، میانگین غلظت سرب ۷/۳ برابر شاهد و میانگین غلظت مس قابل جذب ۳/۴۲ برابر شاهد بود. تحقیقی در یک نمونه لجن فاضلاب ۱۲۱ میکرو گرم در گرم سرب و درنمونه دیگر در آمریکا ۷۴۳۲-۵۴۵ میکرو گرم در گرم سرب در لجن گزارش شده است. گزارش گردید ۳۰ درصد ازت آلی لجن در سال اول ، ۱۰ درصد سال دوم و ۵ درصد در سال سوم کاربرد در خاک معدنی و در اختیار گیاه قرارمیگیرد. میانگین عملکرد اسفناج در مزارع شرق اصفهان ۳۰ - ۲۵ تن در هکتار(وزن تر) گزارش شده است.

بینا و همکاران(۱۳۸۳) گزارش نمودند که میانگین مقادیر pH، رطوبت، جامدات کل، مواد آلی، مواد معدنی، ازت، فسفر، پتاسیم و ۱۱ فلز سنگین نمونه های لجن فاضلاب در سه تصفیه‌خانه فاضلاب اصفهان، و میانگین مقادیر کلیفرم مدفوعی و تخم انگل‌ها در دو تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب اصفهان و شاهین‌شهر، در محدوده معمول و یا استاندارد واقع هستند. اما میانگین مقادیر سدیم، کربن آلی و C/N در هر سه تصفیه‌خانه و کلیفرم مدفوعی و تخم انگل در تصفیه‌خانه شمال اصفهان از حداکثر مقادیر معمول و مجاز فراتر رفته و لذا کاربرد آن‌ها برای مصارف مختلف مناسب نمی‌باشد و نیاز به تجدید نظر در فرایندهای تصفیه لجن و سیستم بهره‌برداری از این تصفیه‌خانه دارد و چون میانگین مقادیر کلیفرم مدفوعی و تخم انگل در لجن دو تصفیه‌خانه دیگر با توجه به مقررات قسمت ۵۰۳ آئین‌نامه CFR۴۰ وضع شده توسط EPA در کلاس B مقررات پاتوژن واقع می‌شوند، بنابراین رعایت محدودیت‌های مصرف آن‌ها در کشاورزی از نظر نوع محصول و زمان برداشت ضروری است. هم‌چنین با توجه به خاصیت تجمع‌پذیری فلزات سنگین و نداشتن اثرات حفاظتی لازم استانداردهای EPA، در کاربرد این لجن‌ها برای مصارف کشاورزی باید احتیاط و دقت لازم به عمل آید. اما برای سایر مصارف لجن‌ها محدودیتی وجود ندارد.

در بررسی دیگر درگیاه شنبلیله با کاربرد لجن فاضلاب مشخص گردید مقدار کادمیم و سرب در کلیه تیمارها و در اندام هوایی و ریشه شنبلیله کمتر از حد مجاز بود اما سرب به مقدار بیشتر از کادمیم جذب شده بود. بررسی میزان فلزات سنگین کل و قابل جذب در لجن فاضلاب و ورمی کمپوست نشان داد که غلظت عناصر در محصول نهایی نسبت به شاهد بالاتر اما از حد مجاز کمتر بود. در تعیین غلظت عناصر سنگین در کودهای کمپوست و لجن فاضلاب در بررسی های مزرعه‌ای مشخص گردید میزان عناصر سنگین در خاك در همان مراحل اولیه اجرای طرح در بیشتر تیمارها نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود و گذشت زمان بر میزان غلظت عناصر سنگین در تیمارها افزود و جذب عناصر سنگین در کود لجن فاضلاب بیشتر از کود کمپوست شهری بود. استفاده از لجن فاضلاب می تواند در آزادسازی فسفر خاک نقش ایفاء کند. در یک بررسی دامنه مقادیر تجمعی فسفر آزاد شده طی مدت زمان ۱۵۶۰ ساعت(۶۵ روز) در خاکهای شاهد برابر ۱/۶ - ۵۵/۰ میلی گرم در کیلوگرم و در خاکهای تیمار شده با لجن

فاضلاب فعال برابر ۹/۱۵ - ۳/۱ میلی گرم در کیلوگرم بود. اهداف پژوهش حاضر بررسی اثرات باقیمانده لجن فاضلاب برعملکرد و جذب فلزات سنگین توسط گیاه اسفناج بود.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثرات باقیمانده لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین توسط اسفناج، یک سال پس از اضافه کردن لجن به خاک و کشت گندم و ذرت بررسی مزرعه ای در همان کرتهای آزمایشی با سطوح مختلف لجن شامل صفر(شاهد)، ۲۵، ۵۰، و ۱۰۰ تن لجن در هکتار در سه تکرار و به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی در ایستگاه کبوتر آباد مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان اجرا گردید. لجن فاضلاب از تصفیه خانه شاهین شهر اصفهان تهیه گردید. کشت اسفناج رقم سیحان صورت گرفت. نمونه های خاک(پس از برداشت محصول) و لجن مورد تجزیه کامل شیمیایی قرار گرفتند. جهت اندازه گیری عملکرد بیولوژیک بوته های اسفناج(وزن اندام هوایی) از طوقه قطع و در آون با دمای ۷۵درجه سانتیگراد بمدت ۴۸ ساعت خشک گردید. لجن فاضلاب مورد استفاده از تصفیه خانه فاضلاب شاهین شهر اصفهان تهیه گردیده بود. طرز تصفیه این فاضلاب، روش تصفیه ثانویه با لاگونهای هوادهی میباشد. نمونه های خاک، لجن ، برگ و اسفناج مورد تجزیه کامل شیمیایی قرار گرفتند. داده ها تجزیه و تحلیل آماری و تجزیه واریانس شدند.

نتایج و بحث

خصوصیات و ارزش کودی لجن: لجن دارای ۲۳ درصد مواد آلی است که می تواند اثرات مطلوبی بر تمامی خصوصیات خاک داشته باشد. لجن حاوی سه درصد نتیروژن کل، ۵/۱ درصد فسفر کل، ۵/۰ درصد پتاسیم محلول و مقادیری عناصر ریزمغذی است. از اینرو در تیمار ۵۰تن در هکتار لجن، ۱۵۰۰کیلوگرم نیتروژن(۱۵۰کیلوگرم بصورت محلول)، ۱۵۰کیلوگرم پتاسیم محلول و ۴۵۰کیلوگرم فسفر به خاک اضافه میگردد. بخش عمده نیتروژن و فسفر بشکل آلی بوده که طی فرایندهای زیستی به مرور آزاد شده و در اختیار گیاه قرار میگیرند. در کاربرد لجن بعنوان کود غلظت عناصر سنگین و ریزمغذی مورد توجه بیشتری قرار دارند، چرا که استفاده درازمدت لجن میتواند سبب تجمع عناصر فوق و آلودگی آب ، خاک ، گیاه و نهایتا محصولات غذایی گردد. بنابر استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا میزان عناصر فلزی موجود در لجن مورد استفاده در دامنه مجاز جهت کاربرد در اراضی کشاورزی قرار دارد. اثرات باقیمانده تیمارهای لجن سبب افزایش معنی دار بیومس اسفناج شد و اختلاف قابل توجهی مابین تیمارها بدست آمد(جدول ۱). مشاهدات مزرعه ای نیز نشان دهنده ی رشد بسیار و بیومس بیشتر بوته های اسفناج در کرت های تیمار شده بود.

جدول۱- مقایسه میانگین اثر باقیمانده تیمارها بر عملکرد اسفناج

تیمار لجن (تن در هکتار)	۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
وزن (کیلوگرم در مترمربع)	C۲۹/۰	B۳۵/۰	A۴/۰	A۴۵/۰
درصد افزایش	-	۲۱	۳۸	۲/۵۵

لجن فاضلاب حاوی مواد آلی و عناصر معدنی مورد نیاز گیاه است که با اثر بر خصوصیات شیمیایی ، فیزیکی ، بیولوژیک و حاصلخیزی خاک میتواند سبب افزایش عملکرد گیاه گردد. بهبود خصوصیات فیزیکی و دانه بندی خاک با اضافه نمودن لجن به آن سبب افزایش نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب خاک، جریان مناسب تر اکسیژن و کربن دی اکسید در خاک ، جوانه زنی و استقرار بهتر گیاهچه، توسعه ریشه ها و ... گردید. با توجه به نتایج این تحقیق اثرات فوق حداقل برای دو سال در خاک باقی مانده است.

ترکیب شیمیایی برگ: تجزیه برگ اسفناج نشان داد که عناصر کبالت، سرب، کادمیم در حد تشخیص دستگاه جذب اتمیک به میلیگرم در کیلوگرم نبودند. کاربرد لجن موجب افزایش معنی دار نیتروژن ، فسفر، پتاسیم، روی، منگنز، آهن و مس در برگ اسفناج گردید(جدول ۲). خاک محل آزمایش آهکی(۴۵درصد) و رسی(۳۸درصد) بوده و از ظرفیت تامپونی بالایی برای تثبیت عناصر سنگین برخوردار است. پ هاش قلیایی خاک(۷/۷) نیز میتواند موجب رسوب و غیر قابل جذب شدن عناصر فلزی شود. لجن مورد آزمایش دارای مقادیر قابل توجه از عناصر مورد نیاز گیاهان است که می تواند در حاصلخیزی خاک و تامین نیاز گیاهان زراعی مفید باشد. غلظت عناصر کم نیاز و عناصر سنگین لجن مورد استفاده بنابر استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران و USEPA کمتر از سطح محدود کننده می باشند و از نظر پارامترهای اندازه گیری شده قابل استفاده در کشاورزی می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارها بر غلظت برخی از عناصر برگ اسفناج

عنصر	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	روی	منگنز	آهن	مس
تیمار	%					mg kg^{-1}			
۱	A۹/۲	A۲۹/۰	A۰/۳	A۳۲/۱	A۴۶/۰	A۵۰	A۵۴	A۲۹۰	A۱۴
۲	A۴/۳	A۳۷/۰	A۳۳/۳	A۸۲/۱	A۶۵/۰	A۷۴	A۶۶	A۳۱۲	A۱۶

۳	A۱۸	A۳۴۴	B۷۴	B۹۶	B۸۳/۰	B۴۴/۲	A۶/۳	B۴۸/۰	A۶/۳
۴	B۲۲	B۴۴۶	C۹۲	C۱۱۲	B۳۳/۱	C۸/۲	B۷/۳	C۵۵/۰	B۶/۴

عناصر کبالت، سرب، کادمیم در حد تشخیص دستگاه جذب اتمیک به میلیگرم در کیلوگرم نبودند

منابع

بوستانی، ح. ر. و رونقی، ع. م. ۱۳۹۰. مقایسه اثر کاربرد لجن فاضلاب و کود شیمیایی بر عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی در سه بافت یك خاك آهکی (Spinosa olerace L.) گیاه اسفناج ، علوم و فنون کشت های گلخانه ای،سال دوم، شماره ششم.

Hemmat A., Aghilinategh N., Rezainejad Y. and Sadeghi M. ۲۰۱۰. Long-term impact of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in central Iran. Soil and Tillage Research, ۱۰۸:۴۳-۵۰.

Mcintosh M.S., Foss J.E.,Wolf D.C., Brandt K.R. and Darmody R.۲۰۰۰.Effect of composted municipal sewage sludge on growth and elemental composition of white pine and hybrid poplar.J. Environ. Qual. ۱۳(۱): ۶۰-۶۲.

Hooda, P.S. and Alloway B.J.۲۰۱۰. The effect of liming on heavy metal concentrations in wheat, carrots and spinach grown on previously sludge-applied soils, The Scottish Agricultural College, Biochemical Sciences Department, Auchincruive, Ayr KA۶ ۵ HW, Scotland, UK.

Sillanppa M. and Jansson H.۱۹۹۲. Status of cadmium, lead, cobalt and selenium in soils and plant of thirty coountries. FAO soils Bulletin ۶۵. Rome. Italy.

Abstract

A large volume of sewage sludge is produced in the process of urban sewage treatment.The sludge contains relatively large amounts of organic matter , plant nutrients , soluble salts as well as small amounts of some heavy metals. Spinach is a indicator for plant heavy metals uptake. The effects of urban sewage sludge on growth and yield of spinach and heavy metals and nutrients concentrations in plant were studied in field trial conducted in Esfahan Agri Res Ctr (Kabutar-Abad station)central Iran. The treatments included applications of ۰ , ۲۵, ۵۰ and ۱۰۰ metric tons of sludge/ha in a randomized complete block design. Application of the sludge decreased crust formation and greatly improved germination and growth of spinach. Biological yield of spinach increased from ۲۹۰ to ۳۵۰ , ۴۰۰ and ۴۵۰ gr/$m^۲$ for ۲۵ ,۵۰ and ۱۰۰ tons/ha of sludge applications (as compared to the control field),respectively. Uptakes of N , P , K , Fe , Mn , Zn and Cu by spinach increased as a result of sludge application.Concentrations of Fe , Mo , Zn , Cu and Cr in plant tissues also increased but no toxic symptoms were observed in plants.Concentrations of Pb, Cd, Cr, Co , and Ni in aerial tissues of corn did not increase as a result of sludge application. It is concluded that sewage sludge has the potential to be used as an organic fertilizer and soil amendment to improve soil productivity at least for a limited period of time(Iran Env Pro org and USEPA standard).

روند تغییرات غلظت عناصر غذایی در تبدیل پوست نرم پسته به ورمی کمپوست

مژده حیدری صالح آباد [۱]، رضا عسکری [۱]، محسن اسلامی ۲
۱-عضو مؤسسه تحقیقات پسته کشور،۲- اداره هواشناسی رفسنجان

چکیده
تبدیل ضایعات پسته به ورمی‌کمپوست مناسبترین روش تبدیل مواد زائد به کودهای آلی است. برای تهیه ورمی‌کمپوست، چهار تیمار شامل، پوست نرم با کود حیوانی به نسبت مساوی، پوست نرم با ۴/۱ کود حیوانی، پوست نرم و اوره، پوست نرم به تنهایی در جعبه‌های چوبی ریخته شد. سپس کرمهای خاکی به هر جعبه اضافه گردید. توده‌ها همیشه مرطوب نگه داشته شدند. دمای محیط بین ۲۰ تا ۳۰ درجه بود. هر ماه تا هفت ماه نمونه‌برداری از تیمارها انجام شد. نمونه‌های برداشت شده تجزیه و عناصر غذایی آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد، تغییرات غلظت پتاسیم، منیزیم، سدیم و آهن غیرمعنی دار است ولی غلظت پتاسیم روند کاهشی و غلظت آهن روند افزایشی دارد. غلظت فسفر، کلسیم، روی و منگنز با گذشت زمان افزایش یافت بطوریکه این عناصر، در ماه هفتم، بیشترین غلظت را دارند. غلظت عنصر مس در ماه‌های سوم تا ششم تقریباً برابر و بیشترین مقدار و در ماه هفتم کاهش یافته است.

واژه های کلیدی: پوست نرم پسته، ورمی کمپوست، کرم خاکی، کود حیوانی، اوره.

مقدمه
ورمی کمپوست نوعی کمپوست تولید شده به کمك کرم های خاکی می باشد که در نتیجه هضم بقایای آلی ضمن عبور از دستگاه گوارش کرم ها بوجود می‌آید. ورمی‌کمپوست باعث متعادل ساختن مواد در خاك می‌شود و به علت تشدید هوادهی، فعالیتهای میکروارگانیسم ها را در خاك افزایش می دهد که در حاصلخیزی و افزایش محصول موثر خواهد بود.
تحقیقات اولیه نشان داده است که در طول فرایند تولید ورمی کمپوست جمعیت موجودات ریز بیماریزا به مقدار بیشتری کاهش می یابد و بعد از ۶۰ روز فعالیت کرمهای خاکی، افزایش می یابد (دومینگوئیز، ۱۹۹۷). همچنین بدلیل فرایندهای هوازی تجزیه، معدنی شدن نیتروژن آلی در ورمی کمپوست سریعتر از روشهای متداول تهیه کمپوست صورت گرفته و در تیمار با کرمهای خاکی میزان نیترات سازی ۵۰ الی ۶۵ درصد بیشتر است. فرایند هوموسی شدن که در طول دوره بلوغ کمپوست صورت می گیرد در ورمی کمپوست سریعتر و بیشتر انجام شده و درصد اسیدهای هیومیك نسبت به اسیدهای فولیك افزایش می یابد (ادوارد، ۱۹۹۸). میزان ترکیبات هوموسی در ورمی کمپوست ۴۰ الی ۶۰ درصد بیشتر از کمپوست است (دومینگوئیز، ۱۹۹۷). کاهش قابلیت استفاده بیولوژیکی فلزات سنگین و حضور ترکیبات شبه هورمونی که سرعت رشد گیاهان را افزایش می دهند از دیگر مزایای ورمی کمپوست بشمار می رود. با وجود اینکه مقدار کل برخی از فلزات سنگین مانند مس و روی در ورمی کمپوست در اثر خروج کربن در هنگام تجزیه مواد افزایش می یابد ولی قابلیت استفاده بیولوژیکی آنها کاهش می یابد (مبا[۱۴۹]، ۱۹۹۶). وجود ترکیبات شبه هورمونی در ورمی کمپوست توسط محققین زیادی گزارش شده است (آتیه و همکاران، ۲۰۰۲، کاسناو و همکاران، ۱۹۹۰ و چِن و همکاران، ۲۰۰۰).
پرورش و همکاران (۱۳۸۳)، با استفاده از لجن فاضلاب شهری ورمی کمپوست تولید کردند و بیان نمودند که لجن خام فاضلاب شهری، از نظر مواد آلی، آب و فاضلاب نسبت به لجن خام و مخلوط لجن خام و عامل حجیم کننده، پایدار تر (تثبیت شده تر) می باشد. همچنین بیان کردندکه لجن خام و مخلوط لجن خام با عامل حجیم کننده، به ترتیب دارای نسبت های C/N بسیار پائین و نسبتاً بالا می باشند، در حالیکه C/N ورمی کمپوست حاصل از لجن در حد مطلوب بود. همچنین، ورمی کمپوست حاصل از نظر مواد مغذی قابلیت رقابت با کودهای حیوانی را داشت که با توجه به فقر اکثر خاك های کشاورزی از نظر مواد آلی (کمتر از ۱ درصد) محصول حاصل، اصلاح کننده مناسبی برای حاصلخیزی خاك های کشاورزی می باشد.
نادی (۱۳۸۴)، با استفاده از پوست نرم پسته، ورمی کمپوست تولید کرد، وی اظهار داشت که خواص مواد زائد در فرایند تولید ورمی کمپوست دستخوش تغییرات قابل توجهی گردید. مواد شیمیایی اندازه گیری شده در ضایعات اولیه و ورمی کمپوست های تولید شده کاملاً متفاوتند به نحوی که میزان هدایت الکتریکی، کربن آلی و نسبت کربن به نیتروژن پس از فرایند تولید ورمی کمپوست در مواد کاهش یافت. وی بیان کرد، میزان عناصر قابل جذب موجود در مواد شامل ازت، فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و مس در طی فرآیند ورمی کمپوست افزایش یافت. ولی میزان پتاسیم و روی در ورمی کمپوست ها کمتر از ضایعات اولیه بود.
با توجه به اینکه هر ساله مقدار زیادی از ضایعات پسته دور ریخته می شوند، تصمیم گرفته شد با استفاده از پوست نرم پسته و کودهای حیوانی و اوره و نیز کرمهای خاکی، کودی آلی و با کیفیت بالا تولید کرد و تغییرات غلظت عناصر غذایی آن در مقایسه با پوست نرم اولیه بررسی گردد.

---

[۱۴۹]- Mba

مواد و روشها

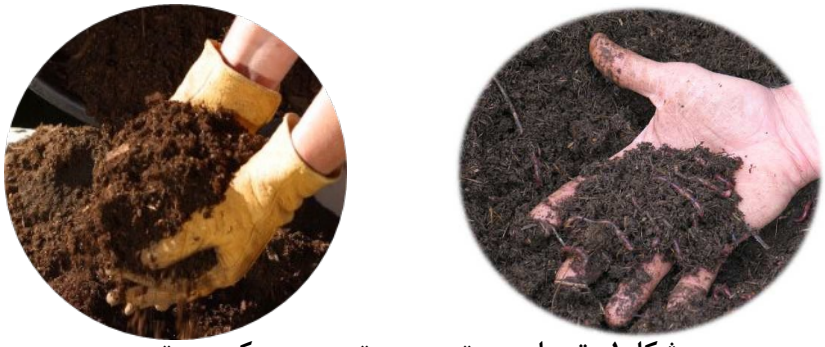
برای انجام این تحقیق، ابتدا در زمان برداشت پسته، ضایعات پسته که شامل پوست سبز و خوشه های پسته می باشد در محل ایستگاه شماره ۲ مؤسسه تحقیقات پسته کشور در رفسنجان (محل اجرای طرح)جمع آوری گردیدند. بعد از گذشت حدود یک ماه که ضایعات پسته سیاه و پوسیده شدند و تا حدی فنل آنها بصورت گاز آزاد شد، ضایعات پسته با حجم زیادی آب شسته شدند تا فنل و مواد حلقوی آنها شسته شده و قابل تجزیه توسط میکروارگانیسمها گردد.

C/N	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	Fe ppm	Mg %	Ca %	K %	P %	TN %	OC %	pH	EC (dS/m)
۷/۴۲	۷/۴	۲۹	۴/۱۳	۱۶۸۸	۸/۰	۹/۱	۵/۲	۱۹/۰	۲/۱	۲/۵۱	۹/۵	۵/۱۳

:جدول ۱- غلظت عناصر پوست سبز پسته قبل از کمپوست شدن بصورت زیر می باشد

برای تهیه ورمی کمپوست، چهار تیمار شامل ۱- پوست سبز میوه پسته+ کود حیوانی (به نسبت مساوی)، ۲- پوست سبز میوه پسته + مقدار کمی کود حیوانی (۴/۱ پوست سبز پسته)، ۳- پوست سبز میوه پسته + اوره (نسبت C:N مخلوط با اضافه کردن اوره به پوست سبز روی ۱:۲۰ تنظیم گردید)، ۴- پوست سبز میوه پسته به تنهایی، در جعبه های چوبی به ابعاد ۴/۰ متر عرض، ۶/۰ متر طول و ۴/۰ متر ارتفاع پر شدند. در مرحله بعد کرمهای خاکی به تعداد تقریبی ۴۰۰ عدد به هر جعبه اضافه شد. توده ها بوسیله آبیاری همیشه مرطوب نگه داشته شدند. رطوبت برای فعالیت کرمها مناسب است. دمای محیط گلخانه بین ۲۰ تا ۳۰ درجه بود. در هر ماه سه تکرار نمونه برداری از هر توده ورمی کمپوست تا هفت ماه انجام شد(شکل ۱).

در این نمونه ها عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن، روی، منگنز و مس اندازه گیری گردید. در آزمایشگاه ازت به روش کجلدال، فسفر به روش زرد وانادات و با دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم و سدیم به روش نشر اتمی و بوسیله دستگاه فلیم فتومتر و کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس و منگنز به کمک دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد (امامی، ۱۳۷۵). در نهایت تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم افزار MSTATC انجام شد. سپس میانگین داده ها با کمک آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با یکدیگر مقایسه گردیدند.



شکل۱- تبدیل پوست سبز پسته به ورمی کمپوست

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می دهد، عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس در تیمارهای مختلف و زمانهای نمونه برداری متفاوت در سطح ۰۱/۰ دارای اختلاف معنی دار هستند. سدیم در تیمارهای مختلف غیر معنی دار و در زمانهای مختلف نمونه برداری در سطح ۰۱/۰ معنی دار است.

جدول ۲- تجزیه واریانس فاکتورهای اندازه گیری شده طی هفت ماه نمونه برداری ورمی کمپوست

فاکتور	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu

تیمار	۳	۰۳۳/۰ **	۳۴/۱۸ **	۹۹/۲۹ **	۹۳/۲ **	۰۱۳/۰ ns	۷۵۷۱۵۸۸**	۲/۷۵۶ **	۷۷۵۳۷* *	۴/۳۴۸**
زمان نمونه برداری	۶	۷۴۲/۱ **	۹۷/۱۲ **	۵/۳۳۷ **	۲۶/۵ **	۴۴۳/۱ **	۱۰۰۷۶۸۲۵* *	۰/۸۸۳۷ **	۱۳۰۶۵* *	۵/۱۳۸۷**
تیمار * زمان	۱۸	۲۰۸/۰ **	۵۸/۶۳ **	۰/۱۶۴ **	۹/۲۵ **	۰۲۵/۰ ns	۵۹۵۹۱۸۵۷* *	۹/۳۸۴۹ **	۳۸۵۸۳۶* *	۱/۴۲۷۰**
خطای آزمایش	۴۸	۰۲۱/۰	۹۲/۶	۰۳۹/۶	۰۷/۴	۱۱۱/۰	۵۴۰۰۱۸۸	۳۲۹/۱۰۷	۱۰۹۳	۸/۸۷
CV	-	۵۸/۶	۴/۲۰	۴۸/۶	۶۴/۱۸	۰۶/۴۳	۹۱۰۸	۸۶/۳	۸۹/۱	۰۸/۳

** در سطح ۰۱/۰ معنی دار * در سطح ۰۵/۰ معنی دار ns : غیر معنی دار

جدول مقایسه میانگین زمانهای مختلف نمونه برداری (جدول ۳) نشان می دهد، تغییرات غلظت پتاسیم، منیزیم، سدیم و آهن غیر معنی دار است ولی غلظت پتاسیم روند کاهشی و غلظت آهن روند افزایشی دارد. غلظت فسفر، کلسیم، روی و منگنز با گذشت زمان افزایش یافته بطوریکه این عناصر، در ماه هفتم بیشترین غلظت را دارند. غلظت عنصر مس در ماه های سوم تا ششم تقریباً برابر و بیشترین مقدار و در ماه هفتم کاهش یافته است. نادی (۱۳۸۴)، با استفاده از پوست سبز پسته و اوره، ورمی کمپوست تولید کرد، نتایج وی تا حد زیادی با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. وی بیان کرد، غلظت عناصر فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن ، منگنز و مس در طی فرایند ورمی کمپوست افزایش یافت و میزان پتاسیم در ورمی کمپوست ها کمتر از ضایعات اولیه بود. در این تحقیق، غلظت روی با گذشت زمان افزایش یافت در حالیکه در تحقیق نادی (۱۳۸۴)، غلظت روی روند کاهشی دارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین فاکتورهای اندازه گیری شده زمانهای مختلف ورمی کمپوست

زمان نمونه برداری	عناصر اندازه گیری شده								
	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
ماه اول	AB ۳۹/۰	A ۴/۲	D۱/۳	A ۸/۱	A ۲/۰	۳۵۰۰A	C۹/۲۷	۲۰۴ B	AB ۹/۴۲
ماه دوم	B۱۶/۰	A ۲/۲	D۳/۳	A ۱/۱	A ۳/۰	۳۱۶۰ A	C۵/۲۵	۱۸۱ B	B ۶/۳۵
ماه سوم	B ۱۵/۰	A ۲/۲	CD۱/۴	A ۶/۱	A ۲/۰	۴۱۶۰ A	B ۱/۴۲	۲۷۲ A	A ۹/۴۸
ماه چهارم	AB۲۲/۰	A ۵/۱	B ۴/۶	A ۳/۱	A ۲/۰	۳۳۹۹ A	C۱/۳۱	۲۷۱ A	A ۲/۴۴
ماه پنجم	AB ۳۵/۰	A ۵/۱	BC۹/۵	A ۶/۱	A ۲/۰	۳۹۶۶ A	B ۹/۳۹	۲۶۶ A	A ۶/۴۶
ماه ششم	AB ۳۱/۰	A ۵/۱	BC۰/۶	A ۹/۱	A ۲/۰	۳۶۹۵ A	A ۶/۵۰	۲۸۹ A	A ۸/۴۶
ماه هفتم	AB ۴۰/۰	A ۵/۱	A ۲/۷	A ۴/۱	A ۲/۰	۳۸۷۵ A	A ۰/۵۴	۲۸۷ A	AB ۷/۴۱

*** در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترك هستند، در سطح ۰۵/۰ اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.**

مقایسه میانگین تیمارهای مختلف (جدول ۴) نشان میدهد، اختلاف غلظت عناصر فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، آهن و مس در تیمار های مختلف غیرمعنی دار است و مقایسه غلظت عناصر مختلف بیانگر این است که تهیه ورمی کمپوست با کود حیوانی (در هر دو تیمار) بهتر از ورمی کمپوست اوره و بدون کود است.

جدول ۳- مقایسه میانگین فاکتورهای اندازه گیری شده زمانهای مختلف ورمی کمپوست

تیمار	عناصر اندازه گیری شده								
	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
ورمی کمپوست ۲/۱کود حیوانی	A۳۲/۰	A ۷/۱	A ۲/۶	A ۶/۱	A ۱۰/۰	۳۴۷۸ A	A ۱/۴۳	۲۵۹B	۴۱ A
ورمی کمپوست	A ۳۴/۰	A ۲/۱	AB۷/۵	A ۵/۱	A ۱۰/۰	۴۱۹۵ A	B۳/۳۶	۲۹۵ A	۴۵ A

۴/۱ کود حیوانی ورمی کمپوست اوره	A ۲۸/۰	A ۸/۱	B۷/۴	A ۷/۱	A ۱۰/۰	۳۶۵۹ A	B۷/۳۵	۲۴۸B	۴۶ A
ورمی کمپوست پوست سبز	A ۳۱/۰	A ۵/۱	AB۱/۵	A ۲/۱	A ۱۳/۰	۳۴۴۵ A	AB۸/۳۹	۲۱۰C	۴۲ A

منابع

امامی، عاکفه ، روش های تجزیه گیاه، جلد اول، نشریه شماره ۹۸۲، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاك و آب، ۱۲۸ صفحه. ۱۳۷۵.

پرورش، عبدالرحیم. موحدیان عطار، حسین. و حمیدیان، لیلا. ۱۳۸۳. بررسی کیفیت شیمیایی و ارزش کودی ورمی کمپوست تهیه شده از لجن فاضلاب شهری اصفهان. مجله آب و فاضلاب [اصفهان]، شماره : ۵۰، ص. ۲۹ تا ۳۳.

نادی، ماریه، ۱۳۸۴. بررسی تأثیر سطوح مختلف چند نوع ورمی کمپوست بر رشد و ترکیب شیمیایی نهال پسته، دانشگاه زنجان، زنجان، ۱۴۰ صفحه، ۱۳۸۴.

Atiyeh, R. M. Lee, S. Edwards, C. A. Arancon, N. Q. and Metzger, J. D. ۲۰۰۲. The influence of Humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioressource Technology ۸۴:۷-۱۲.

Casenave, D. Sanfilipo, E. Arguello, J. A. Abdala G. and Orioli, G. A. ۱۹۹۰. Content of Auxin-inhibitor and Gibberellin-like substance in humic acids. Biologia Plantarum ۳۲ : ۳۴۶-۳۵۱..

Chen, L. and Warren, A. and Streeter, G. ۲۰۰۰. Production of Aerobactin by microoraganisms from a compost enrichment culture and soybean utilization. Plant Nutrition. ۲۳ : ۲۰۴۷-۲۰۶۰.

Dominguez, J., Edwards C. A. and Subler, S. ۱۹۹۷. A Comparison of vermicomposting and composting. Biocycles ۳۸ : ۵۷-۵۹.

Edwards., C.A. and Fletcher. K. E. ۱۹۸۸. Interaction between earthworms and microorganisms in organic matter breakdown. Agric Ecosyst Environ, ۲۰ :۲۳۵-۲۴۹.

Mba. C. ۱۹۹۶. Treated-Cassava peel vermicomposts enhanced earthworm activities and cowpea growth in field plots. Resource Conversation and Recycling. ۱۷ : ۲۱۹-۲۲۶.

Abstract

Pistachio convert waste into vermicompost most appropriate method for converting waste into organic fertilizer.To produce vermicompost, four patients, Soft skin with manure in equal proportions, soft skin with ۱/۴ manure, urea skin soft, smooth skin was placed alone in a wooden box. The earthworms were added to each box. The masses always be kept moist. Temperatures between ۲۰ and ۳۰ degrees, respectively. Samples were taken every month to seven months. The samples were measured nutrient analysis. The results showed that, Changes in potassium, magnesium, sodium and iron insignificant, But decreased potassium and iron concentration is increased. Phosphorus, calcium, zinc and manganese concentration increased with time, Among these elements, in the seventh month, have the highest concentration. The concentration of Cu in the third and sixth months and the highest in almost seven months has decreased.

مقایسه سطوح ونحوه کاربرد مکانیزه کود فسفره در زراعت کلزا

محمدعلی خودشناس [۱] ، جواد قدبیک لو [۱]، ابوالفضل هدایتی پور [۱]
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

چکیده
در سالهای اخیر سطح زیر کشت کلزا در استان مرکزی رو به گسترش می باشد. فسفر از عناصر ضروری پرمصرف مورد نیازاین گیاه می باشد که عمدتا به روش پخش سطحی مصرف می شود. بنابراین آگاهی از نیاز غذایی و روشهای کاربرد فسفر به روش نواری و مکانیزه در این زمینه ضروری است. مقدار مصرف فسفر و عمق جایگذاری توسط دستگاه خطی کار در ۸ تیمار و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار بررسی گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آزمایش بر پارامترهای وزن ماده خشک ، عملکرد دانه ، تعداد غلاف در بوته ، غلظت و جذب کل فسفر دانه و کاه در سطح ۱ درصد و روی ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در پارامترهای وزن ماده خشك و جذب کل فسفر تیمار کاربرد ۷۰ درصد فسفرتوصیه شده وفاصله کود وبذر ۵ سانتیمتر، به ترتیب با ۲۱۰۷۰ و ۳/۳۹ کیلوگرم در هکتار، و عملکرد دانه، تعداد غلاف وکارایی مصرف کود تیمار کاربرد ۷۰ درصد فسفرتوصیه شده وفاصله کود وبذر ۱۰ سانتیمتر ، به ترتیب با مقادیر ۵۴۴۱ کیلو گرم در هکتار ، ۱۲۶ کیلو گرم در هکتار و ۲/۲۳ ، حداکثر شده اند. حد اکثر ارتفاع گیاه با ۷/۱۰۱ سانتیمتر از تیمار پخش سطحی بدست آمد. می توان گفت که به جز ارتفاع گیاه ، مقدار حداکثر در سایر پارامترها از روش مصرف نواری فسفر بدست آمد. عمق جایگذاری تاثیر معنی داری روی پارامترها نداشت. بنابراین روش مصرف نواری کود فسفر به دلیل افزایش عملکرد دانه و کارایی مصرف در مزارع کلزا قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: کلزا، فسفر، روش جایگذاری

مقدمه
فسفر یکی از عناصر ضروری پر نیاز برای کلزا می‌باشد.غلظت پایین (۳۰۰۰-۱۰۰ میلی گرم فسفر در خاك) و حلالیت کم (کمتر از ۰۱/۰ میلی گرم فسفر در لیتر) این عنصر را در خاك تبدیل به عنصر محدود کننده رشد گیاه کرده است .در اکوسیستمهای طبیعی ، حلالیت فسفر توسط مکانیزمهای جذب ، واجذب ، رسوب و رها سازی حین فرایند هوازدگی و حل شدن بطئی از سنگها و کانیهایی با حلالیت پایین کنترل می شود . افزایش سطح زیر کشت این محصول در سالهای اخیر در استان مرکزی و کمبود اطلاعات منطقه ای در مورد واکنش ، مقادیر مورد نیاز و روشهای بهینه مصرف این کود از سویی و نیاز بالاترکلزا به فسفر(معمولاً در مقایسه با سایر غلات این مقدار ۲ برابر است) زراعین را به طرف مصرف بیشتر کودهای فسفاته سوق می‌دهد. روش متداول پخش سطحی سبب کاهش راندمان مصرف کود، کاهش جذب عناصر کم مصرف، کاهش فعالیت میکوریزا و جذب بیشتر عناصر سنگین همراه با کود فسفر در گیاه میشود. کاربرد صحیح مصرف فسفر ، مشکلات یاد شده را کاهش می دهد.
ماهلر،۲۰۰۲ عنوان کرد که تحت شرایط که فراهمی فسفر کم است مصرف فسفر بصورت نواری در مقایسه با روش پخش موثرتر می‌باشد. در خاکهائی که مقدار فسفر پایین است, قرار دهی فسفر بصورت نواری, موثرترین روش مصرف می‌باشد.
ساندر و همکاران،۱۹۹۹ یافتند که کارایی مصرف در گندم زمستانه از ۲درصد در روش پخش سطحی تا ۱۸درصد در روش جایگذاری نواری افزایش می یابد. پیترسون وهمکاران، ۱۹۸۱ نشان دادند وقتی فسفر به صورت سطحی مصرف شود نسبت به روش جایگذاری نواری کود بیشتری مورد احتیاج است,که البته هر چه سطح فسفراولیه خاک کمتر باشد,این میزان افزایش می یابد.
این تحقیق با هدف بررسی پاسخ کلزا به سطوح مختلف کود فسفر ، تعیین سطح بهینه مصرف کود فسفرو بررسی راندمان مصرف کود در روشهای مکانیزه جایگذاری کود فسفرانجام گردید.

مواد و روش‌ها
در این آزمایش دو ساله از ماشین خطی کاربا شیار بازکن ها (از نوع بیلچه ای) استفاده شدکه یك درمیان کود وبذر را از طریق لوله های سقوط به بسترهای مجزا هدایت می کردند. قبل از کاشت ماشین کالیبره، و فاصله بین واحدهای کارنده ۲۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد. نوع رقم کلزا ، اوکاپی ومیزان بذر مصرفی ۸ کیلو گرم در هکتار بود. تیمارهای کودی شامل ۱) ۷۰ درصد توصیه شده(فاصله کود وبذر ۵ سانتیمتر), ۲) مصرف کود فسفر به روش پخش سطحی بر اساس ازمون خاک ۳) ۳۰ درصد توصیه شده(فاصله کود وبذر ۵ سانتیمتر) ۴) ۵۰ درصد توصیه شده (فاصله کود وبذر ۵ سانتیمتر), ۵) ۷۰ درصد توصیه شده(فاصله کود وبذر ۱۰ سانتیمتر) ,۶) شاهد ۷) ۳۰ درصد توصیه شده(فاصله کود وبذر ۱۰ سانتیمتر)۸) ۵۰درصد توصیه شده (فاصله کود وبذر ۱۰ س). فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل تامین گردید. برای مقایسه تیمارها از طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار استفاده شد.

نمونه برداری پس از حذف حاشیه‌ها از سطح ۴۰ متر مربع صورت گرفت. عملکرد دانه, وزن خشك انـدام هـوائی ، تعـداد غلاف در بوته ، تعداد دانه در غلاف ، وزن هزار دانه ، کارائی زراعی کود فسفر، جذب کل و غلظت فسفردر دانه و کاه اندازه گیری و نتایج توسط نرم افزارهای آماری تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

نتایج دو ساله تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آزمایش بر پارامترهای وزن ماده خشک ، عملکـرد دانـه ، تعـداد غلاف در بوته ، و جذب کل فسفر دانه در سطح ۱ درصد و روی ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است.

نتایج نشان داد که حداکثر وزن ماده خشك از تیمار ۱ با ۲۱۰۷۰ کیلو گرم در هکتار به دست آمد که با تیمار های ۲و ۵ تفـاوت معنی داری ندارد .حداقل وزن ماده خشك مربوط به تیمار شاهد بود که با تیمارهای ۳ و ۷ تفاوت آماری نشان نداد . سایر تیمارهـا بـا شاهد اختلاف معنی دار ندارند. بر اساس نتایج به دست آمده میتوان چنین اظهار نمود که تیمـار مصـرف ۷۰ درصـد فسـفر توانسـته معادل روش پخش سطحی ماده خشك تولید نماید.

نتایج تاثیر تیمارها روی عملکرد دانه نشان داد که حداکثر عملکرد از تیمار ۵ (۷۰ درصد مصرف فسفر با روش نـواری بـا عمـق ۱۰ سانتیمتر) با مقدار ۵۴۴۱ کیلو گرم در هکتار به دست آمد که با تیمار های ۲و ۱ تفاوت معنی داری نداشت.

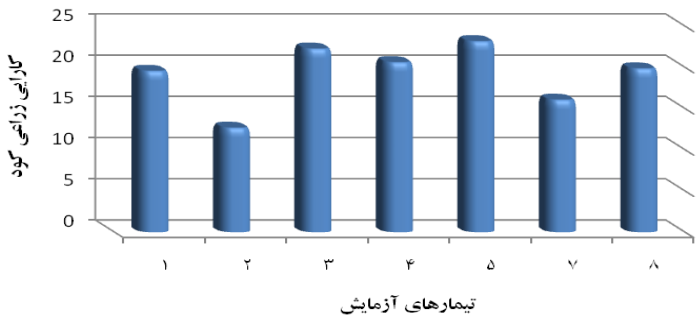
ارتفاع گیاه بطور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت . حداکثر ارتفاع از تیمار ۲ با ۷/۱۰۱ سانتیمتر و حـداقل در تیمار شاهد (۸۵/۸۸ سانتیمتر) مشاهده شد . البته سایر سطوح مصرف کود فسفر (تیمارهای ۱، ۳، ۴، ۵ و ۸) با تیمار حداکثر تفاوت معنی دار ندارند . می توان گفت که حداقل سطح مصرف فسفر (تیمار ۳) توانسته نیاز گیاه را جهت دسـتیابی بـه ارتفـاع لازم تامین کند .

مقایسه میانگین تعداد غلاف نشان داد که این صفت بطور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای آزمایش واقع شده است بطـوریکه حداکثر تعداد غلاف از تیمار ۵ با ۲/۱۲۶ غلاف و حداقل از تیمار شـاهد بـا ۸۳/۷۹ غلاف بـه دسـت آمـده اسـت . تیمـار حـداکثر بـا تیمارهای ۱ و ۸ تفاوت معنی دار ندارد . تیمار پخش سطحی فسفر از لحاظ آماری پس از تیمارهای ماکزیمم قرار دارد که این موضوع می تواند به دلیل کمتر بودن قابلیت استفاده فسفر در این روش تلقی شود .

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر روی جذب کل فسفر نشان داد کـه اختلاف معنـی داری بیـن تیمارهـای آزمایشـی دیده می شود حداکثر جذب کل فسفر از تیمار ۱ با مقدار ۳۳/۳۹ و حداقل از تیمار ۶ با مقدار ۸۲/۱۷ کیلو گرم در هکتـار بـه دسـت آمد. بررسی این پارامتر نشان داد که همراه با افزایش مصرف کود جذب کـل فسـفر رونـد افزایشـی داشـته کـه ایـن موضـوع ناشـی از افزایش قابلیت استفاده فسفر با مصرف کود می باشد .

در نمودار ۱ کارایی زراعی کود فسفر در تیمارهای آزمایشی مختلف نشان داده شده است . نتایج نشـان مـی دهـد کـه کـارایی زراعی فسفردر روش جایگذاری کود بصورت نواری در تمام تیمارها از روش پخش سطحی (تیمار ۲) بیشـتر بـوده بطـوریکه حـداکثر کارایی از تیمار ۵ (۷۰ درصد توصیه و عمق ۱۰ سانتیمتر) با مقدار ۲/۲۳ و حداقل در تیمار ۲ با مقدار ۷/۱۲ به دست آمده است . محققین کانادایی ،۲۰۰۲ در تحقیقی در آلبرتا عنوان نمودند که راندمان استفاده از کود فسفره بصورت نواری ۲ برابـر روش پخشـی است بطوریکه از ۱۲ تا ۱۵ درصد به ۳۰ الی ۳۵ درصد می رسد . دلیل این موضوع اینست که در روش پخش سطحی ،کـود بـا سـطح بیشتری از خاك در تماس بوده که این امرباعث می شود میزان تثبیت بیشـتر و از قـابلیت اسـتفاده و بـه تبـع آن کـارایی زراعـی کـود کاسته می شود .

نمودار ۱ – مقایسه کارایی زراعی کود فسفر بین تیمارهای مختلف



تیمار	ماده خشک (کیلوگرم درهکتار)		عملکرد (کیلوگرم درهکتار)		جذب کل فسفر (کیلوگرم در هکتار)		ارتفاع (سانتیمتر)		تعداد غلاف	
۱	۲۰۱۷۰	*A	۵۰۶۱	AB	۳۳/۳۹	AB	۰۵/۹	AB	۰/۱۲	A
۲	۱۸۸۷۰	A	۴۹۰۶	AB	۵۳/۳۳	BC	۷/۱۰	A	۰/۱۰	B
۳	۱۵۴۱۰	BC	۳۹۷۹	CD	۲۶/۲۵	D	۶۸/۹	AB	۳۳/۹	C
۴	۱۷۰۰۰	B	۴۵۵۳	B	۹۲/۳۴	ABC	۵۵/۹	ABC	۵۰/۹	BC
۵	۱۹۸۴۰	A	۵۴۴۱	A	۹۷/۳۴	A	۳۲/۹	AB	۲/۱۲	A
۶	۱۳۹۸۰	C	۳۰۰۸	E	۸۲/۱۷	E	۸۵/۸	C	۸۳/۷	D
۷	۱۵۳۷۰	BC	۳۶۷۰	D	۹۷/۲۲	D	۶۷/۹	BC	۰۰/۹	C
۸	۱۶۱۳۰	B	۴۴۹۹	BC	۰۲/۳۰	C	۸۸/۹	ABC	۵/۱۲	A
LSD	۱۵۷۳		۶/۵۲۸		۵۰۶/۳		۸۳/۷		۰۹/۱۰	

.اعدادی که با حروف مشترك نشان داده شده اند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند*

نتیجه گیری

این تحقیق نشان داد که قابلیت استفاده فسفر خاك درتیمار مصرف کود تا ۷۰ درصد توصیه شده با روش جایگذاری نواری به سبب افزایش عملکرد دانه و کارایی مصرف کود نسبت به روش معمول (پخش سطحی) بهبود می یابد اگرچه پیشنهاد می گردد که آزمایشات مشابه در خاکهایی با مقادیر فسفر بومی مختلف و سطوح بیشتری از کود فسفر بررسی گردد.

منابع

Mahler, R. L., and S. O. Guy. ۲۰۰۲. Spring Canola. Northern Idaho Fertilizer guide. Current information Series No. ۱۰۱۲.

OMAF Staff. ۲۰۰۲. Spring and Winter Canola: Fertility. [on Line] Available: * http // WWW. Gov. on. Ca/ OMAFRA/ index. Html

Peterson, G.A., D.H.Sander, P.H.Grabouski, and M.L.Hooker.۱۹۸۱.A new look at row and broadcasting phosphate recommendation for winter wheat.Agron. J. ۷۳:۱۳-۱۷

Sander, D.H., E.J.Penas, and D.T.Walters.۱۹۹۹.Winter wheat phosphorous fertilization as influenced by glacial till and losses soils.Soil.Sci.Soc.Am.J.۵۵:۱۴۷۷-۱۴۷۹.

Abstract

Canola vegetation area growing in markazi province in the recent years. Phosphorus is one of the essential macro nutrient for plant . it can be generally applicated by broadcasting method.determination of P requirnment and application method is nesesary. Level and depth of P banding application studied as RCBD with ۸ treatment and ۳ replication.Analysis of variance showed that treatments had significant effect on canola growth parameters. The results of comparison of mean showed that application of ۷۰ % P recommendation at ۵ centimeter depth was maximum in dry matter weight and P uptake and ۷۰ % P recommendation at ۱۰ centimeter depth was maximum in grain yield, pod number and fertilizer use efficiency. Plant height was maximum in broadcasting treatment. Overlay , it can be consider that P banding application method could be recommend in canola cultivation due to increasing of grain yield and fertilizer use efficiency.

بررسی گیاه‌پالایی خاک‌های آلوده به عناصر سنگین وآلاینده‌های نفتی در اراضی کشاورزی (مطالعه موردی: استان بوشهر)

مرتضی پوزش شیرازی [۱] ، رسول میرخانی [۲]
۱-عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، ۲- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
توسعه سریع صنایع نفت و گاز در استان بوشهر و سوختن و پراکنش مواد حاصل از فرایند مشتقات نفتی در منطقه، منابع خاك و آبی این مناطق را به شدت تحت تاثیر قرار داده است. غلظت زیاد آلاینده های نفتی و عناصر سنگین در خاك علاوه بر تأثیر گسترده بر اکوسیستم منطقه، باعث جذب بیشتر این آلاینده ها توسط گیاه شده و می تواند با ورود به زنجیره غذایی سبب بروز بیماری های مختلف برای انسان و سایر موجودات زنده گردد. جهت مشخص نمودن میزان اثرات نامطلوب مواد فوق در محصولات کشاورزی، طرح تحقیقاتی در ایستگاه علوم دامی شهرستان تنگستان به اجرا درآمد. تیمارهای این طرح عبارت بودند از ۵ رقم گیاهان زراعی و مرتعی غالب در منطقه شامل: گندم، گوجه فرنگی، یونجه، اسفند و کرچك. نتایج حاصل از تجزیه نمونه های گیاهی بیانگر تجمع زیاد نیکل در دانه محصولات زراعی بخصوص کرچک و گندم بود. همچنین مقدار قابل توجهی کادمیوم نیز در اندام هوایی و میوه گوجه فرنگی تجمع یافته بود که با توجه به اهمیت این محصول در استان، این مسئله بایستی مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: گیاه‌پالایی، آلودگی، عناصر سنگین، آلاینده‌های نفتی، محصولات زراعی، استان بوشهر.

مقدمه
امروزه آلودگی محیط زیست یکی از مشکلات اساسی به شمار می‌رود که جوامع بشری با آن روبرو هستند. افزایش جمعیت، توسعه شهر ها، توسعه کشاورزی و صنعت و مدیریت نادرست آنها و دخالت بی رویه بشر در طبیعت در بسیاری از مناطق، کیفیت آب و خاک را به گونه‌ای فزاینده تخریب و تنوع وسیعی از آلودگی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی را در ارتباط با عناصر سنگین در برداشته است. همچنین استفاده از منابع نفتی در مقیاس وسیع در حال افزایش است (دبیری، ۱۳۷۹). که موجب افزایش آلاینده های نفتی می گردد. انتشار آلاینده‌های نفتی و به دنبال آن افزایش غلظت این مواد در خاك و گیاه به شکل مستقیم در اطراف تأسیسات اکتشاف، پالایش و مسیرهای انتقال نفت (و یا مواد نفتی) و به شکل غیرمستقیم از طریق سوختن گازهای همراه نفت و حتی آتش سوزی در چاه‌های نفت صورت می‌گیرد. پالایش بسیاری از آلاینده‌ها، بدلیل پرشمار بودن انواع مواد شیمیایی، پیچیده و دشوار است(Glick، ۲۰۰۳). زیرا خاک ممکن است به یک یا چند فلز(سرب، روی، سلنیم، کرومیوم، کبالت، مس، نیکل و جیوه)، ترکیبات رادیواکتیوی(اورانیوم، سزیوم و یا استرانسیوم)، ترکیبات غیرآلی(آرسنیک، سدیم، نیترات، آمونیوم یا فسفات) و یا ترکیبات آلی(تری‌کلرواتیلن، تری‌نیتروتولوئن (TNT) ، بنزن و آفت‌کشها مانند اترازین و بنترازون) آلوده شده باشد.
از میان آلاینده‌ها، فلزات سنگین به دلیل غیرقابل تجزیه بودن و آثار زیان بار فیزیولوژیک بر جانداران در غلظتهای کم، اهمیتی ویژه دارند(Alloway، ۱۹۹۰). کادمیم، سرب، نیکل و وانادیم از جمله فلزات سنگینی هستند که از منابع گوناگون به آب و خاك، گیاه و نهایتاً به زنجیره غذایی انسان و حیوانات راه می‌یابند و خسارتهایی جدّی به بار می‌آورند. لذا، انجام پژوهشهایی در راستای زدودن آنها از محیط زیست ضروری است.
عنصر کادمیم در سال ۱۸۱۷ در آلمان توسط Friedrich Stromeyer کشف شد. وی این عنصر جدید را درون یک ناخالصی در کربنات روی پیدا کرد (کالامین). کادمیم به شکل سولفید یا ترکیب با عناصر دیگر به صورت ناخالصی در معادن سنگ روی، مس و سرب یافت می‌شود. غلظت کادمیم در مواد غذایی غیرآلوده کمتر از ۱/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر است. این مقدار در فراورده‌های لبنی، تخم‌مرغ، گوشت ماهی و گوساله کمتر از ۰۱/۰ و در سبزیها، میوه‌ها و دانه‌ها بیش از ۱/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹). غلظت مجاز کادمیم از ۱ تا ۵ و برای سرب از ۵۰ تا ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است (Cariny, ۱۹۹۵). کادمیم از معدود عناصری است که هیچگونه نقش ساختاری و بیولوژیکی در بدن انسان ندارد. این عنصر و محلول ترکیبات آن حتی به میزان بسیار کم سمی هستند.
میزان جذب کادمیم بوسیله گیاه به تحرّک و فراهمی آن در محیط ریشه و آن نیز به نوبه خود به گونه شیمیایی کادمیم در خاک بستگی دارد. ویژگیهای خاک مانند ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، pH و ماده آلی خاک بر تجمع کادمیم در گیاه و حلالیت و تحرّک آن در خاک تاثیر می‌گذارند. برخی گیاهان مانند کاهو، اسفناج، کلم و کرفس تمایل بیشتری به جذب کادمیم داشته و آن را با غلظتی بسیار بیشتر از سایر گیاهان در پیکره خود می‌اندوزند(Sajwan, et al. ، ۱۹۹۶).
جذب کادمیم بوسیله گیاه و ورود آن به زنجیره غذایی سلامت انسانها و حیوانات را به گونه‌ای جدّی تهدید می‌کند. کادمیم نسبتاً به آسانی بوسیله دستگاه گوارش و یا ریه انسان جذب می‌شود ولی دفع کادمیم بسیار کند است. نیمه‌عمر بیولوژیکی آن در بدن انسان ۳۰-۱۰ سال است. تقریباً نیمی از کادمیم جذب شده در کبد و کلیه‌ها انباشته می‌شود (Lin و ۱۹۹۷ ،Schorr).

مواد و روش‌ها

در ابتدا از خاك تمام ایستگاههای تابعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر که در سطح استان پراکنده می‌باشند، نمونه برداری صورت گرفت و جهت تجزیه در آزمایشگاه معتبر مورد تأیید مؤسسه محترم تحقیقات خاك و آب کشور به آن مؤسسه ارسال گردید. با توجه به نتایج به دست آمده، خاك ایستگاه علوم دامی اهرم بعلت بالا بودن مقادیر مواد آلاینده نفتی نسبت به سایر ایستگاهها، جهت اجرای طرح گیاه پالایی انتخاب گردید.

منطقه مورد نظر کاملاً دست نخورده بوده و در خاك آن قبلاً کشاورزی صورت نگرفته بود و از اینرو نیازمند جمع آوری سنگها و خروج آنها از محل بود. طرح گیاه پالا یی در کرتهایی به ابعاد ۳×۳ متر با فاصله ردیف ۵/۰ متر از هم و فاصله یك متر بین تکرارها در زمینی به مساحت تقریبی ۵۰۰ متر مربع بر روی زمین اصلی اجرا گردید. تیمارهای این طرح عبارت بودند از ۵ رقم گیاهان زراعی و مرتعی غالب در منطقه شامل: گندم، گوجه فرنگی، یونجه، اسفند و کرچك. نتایج حاصل از تجزیه نمونه های گیاهی بیانگر تجمع زیاد نیکل در دانه محصولات زراعی بخصوص کرچک و گندم بود.

با توجه به حساس بودن بذور برخی از گیاهان به شرایط نامناسب محیطی مانند گرما و شوری آب و خاك، بذر این گیاهان در گلخانه کشت شد تا در زمان مناسب به زمین اصلی انتقال یابد. در آبان ماه به تدریج نشاهای تولید شده در گلخانه به زمین اصلی منتقل شده و کشت گردیدند. عملیات آبیاری، سم‌پاشی و کوددهی نیز بر اساس دستورالعمل پروژه تحقیقاتی برای تمام تیمارها صورت پذیرفت. کلیه موارد مورد نیاز تیمارها از جمله ایجاد پوشش پلاستیکی جهت جلوگیری از سرمازدگی گیاه گوجه فرنگی نیز فراهم گردید.

پس از اتمام مراحل رشد رویشی و زایشی گیاهان کشت شده در طرح، بر اساس زمان لازم برای هر کدام از آنها برداشت صورت گرفته و پس از تقسیم اندام هوایی به برگ و ساقه و محصول و شستشوی آنها، نمونه‌ها در آون ۶۰ درجه خشك شده و جهت ارسال به آزمایشگاه مؤسسه خاك و آب در کرج آماده شدند. نمونه‌های خاك نیز از عمق توسعه ریشه در هر کدام از تیمارها تهیه شده و پس از انجام عملیات آماده سازی نمونه‌ها به محل مؤسسه ارسال گردید.

نتایج و بحث

نمونه‌های تهیه شده از گیاهان مختلف در هشت گروه تقسیم بندی شدند که عبارت بودند از: گندم (اندام هوایی - دانه) ، یونجه ، اسفند ، گوجه فرنگی (اندام هوایی - میوه) ، کرچك (اندام هوایی - دانه).

بر اساس نتایج به دست آمده، میزان آلاینده‌های نفتی در نمونه‌های گیاهی مختلف کمتر از ۱/۰ میکروگرم بر کیلوگرم برای اکثر آن‌ها بوده است. تنها میزان Benzo[a]pyrene در دو گیاه گندم و گوجه فرنگی تا حد چشمگیری (حداکثر ۳/۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم) افزایش یافته است.

مقدار عناصر سنگین مانند وانادیوم و سرب نیز در تیمارهای مختلف بسیار ناچیز اندازه‌گیری شد. البته، مقدار سرب در اندام هوایی گیاه گندم به میزان ۷/۳۲ میکروگرم بر کیلوگرم بالغ گردید.

میزان نیکل و کادمیوم موجود در اندام گیاهی تیمارهای مختلف بیش از سایر عناصر بوده که جدول تجزیه واریانس آن بصورت جدول (۱) می‌باشد:

جدول ۱- تجزیه واریانس عناصر سنگین در نمونه‌های گیاهی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		نیکل	کادمیوم
تکرار	۲	ns ۱/۳۶۷	ns ۷/۷۳۰
تیمار	۷	ns ۵/۶۰۸	۶۹۰۸۳ **
خطا	۱۴	۱/۹۰۴	۱۰۳۷۲
کل	۲۳	۱۵۴۹۲	۸۰۱۸۶

ns و ** به ترتیب فاقد اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح یك درصد

مقایسه میانگین تیمارها با روش دانکن نشان داد که بیشترین تجمع کادمیوم در اندام هوایی و میوه گیاه گوجه فرنگی به ترتیب با ۵/۱۷۵ و ۳/۱۰۵ میکروگرم بر کیلوگرم بود.

مقایسه میانگین تیمارها با روش دانکن نشان داد که بیشترین تجمع نیکل در دانه گیاه کرچك و همچنین در دانه گیاه گوجه فرنگی به ترتیب با ۳/۱۷۹۳ و ۷/۹۱۶ میکروگرم بر کیلوگرم بود. جدول (۲):

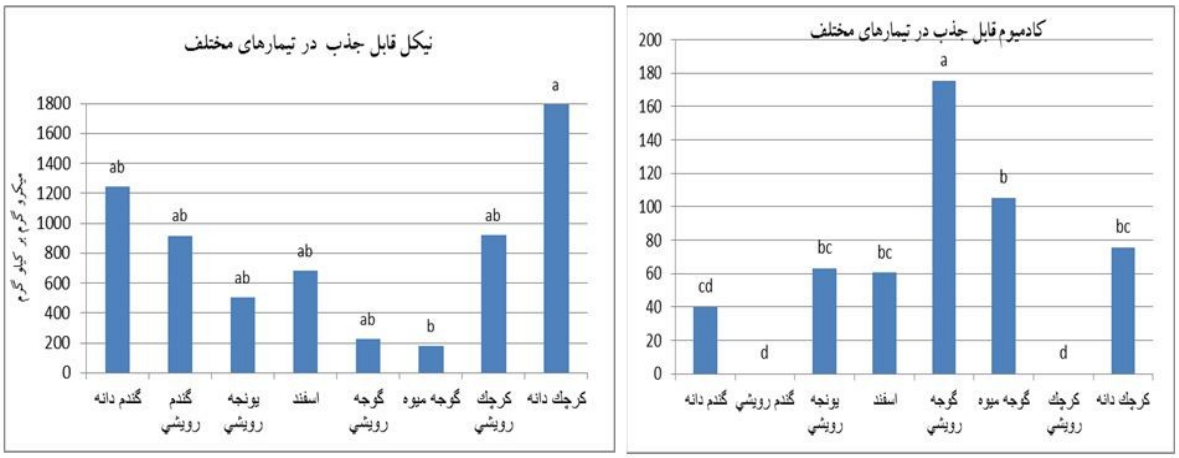
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر گیاهان مختلف بر میزان نیکل و کادمیوم

تیمار / عنصر سنگین	گندم (دانه)	گندم (اندام هوایی)	یونجه	اسفند	گوجه (اندام هوایی)	گوجه (میوه)	کرچك (اندام هوایی)	کرچك (دانه)
کادمیوم	cd۲/۴۰	d۰/۰	bc۱/۶۳	bc۵/۶۰	a۵/۱۷۵	b ۳/۱۰۵	d۰/۰	bc۵/۷۵
نیکل	ab ۱۲۴۵	ab ۷/۹۱۶	ab ۴/۵۰۱	ab ۷/۶۸۱	ab ۳/۲۲۶	b ۶/۱۸۰	ab ۳/۹۲۰	a ۳/۱۷۹۳

میانگین هایی که دارای حرف کوچك مشترك هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵% تفاوت معنی داری ندارند.

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید که محل تجمع نیکل عمدتاً در دانه محصولات زراعی می باشد به گونه ای که دانه کرچک و دانه گندم به ترتیب بیشترین مقدار نیکل تجمعی را به خود اختصاص داده اند (نمودار زیر سمت راست). نتایج حاصل از تجزیه گیاهان مختلف در تیمارها نشان داد که گیاه گوجه فرنگی بیشتر از سایر گیاهان قادر به تجمع کادمیوم بوده و از اینرو خطر آلودگی این محصول به عنصر آلوده کننده کادمیوم به مراتب بیشتر از سایر گیاهان است. این امر با توجه به آنکه گیاه گوجه فرنگی از مهمترین و اقتصادی ترین محصولات زراعی استان در فصل زمستان به شمار می رود، از حساسیت بالاتری برخوردار است (نمودار زیر سمت چپ). دانه گیاه روغنی کرچک دارای قدرت جذب نیکل و کادمیوم بالایی بوده و از اینرو در مناطقی که خطر آلودگی به عناصر سنگین فلزی وجود دارد، استفاده از این گیاه در اعمال گیاه پالایی از اهمیت خاصی برخوردار است.

نمودار ۱ - میزان کادمیوم و نیکل جذب شده در تیمارهای مختلف



نتایج حاصل از مقایسه میانگین خاکهای مختلف پس از اعمال تیمارها نشان داد که گیاه گندم توانسته است بیشترین جذب کادمیوم را از خاک صورت دهد به گونه ای که کمترین مقدار این عنصر آلاینده را می توان در خاک رویش یافته گندم مشاهده کرد. با روشی مشابه مشاهده گردید که گیاه یونجه بیشترین جذب سرب و نیکل را داشته است. از میان انواع آلاینده های هیدروکربنی ، تنها فلورن (Fluorene) دارای تغییرات معنی دار در خاک تیمارهای مختلف بوده و گیاه کرچک بیشترین جذب این ماده را از خاک داشته است. سایر مواد هیدروکربنی در خاک دارای جذب یکسانی توسط ریشه گیاهان بوده و ازاینرو تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نگردید.

منابع

ملکوتی، م.ج.، م. ترابی و س. ج. طباطبایی. ۱۳۷۹. اثرات سوء کادمیم و روشهای کاهش غلظت آن در محصولات کشاورزی (قسمت اول). نشر اموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنّی شماره ۸۷، ۲۵صفحه.
دبیری، م.۱۳۷۹. الودگی محیط زیست ۰هوا،آب، خاک،صوت) انتشارات اتحاد.

Alloway, B.J. ۱۹۹۰. Heavy metals in soils: Lead. Blackie and Glasgow. Ltd. London. Pp.۱۷۷-۱۹۶.
Cariny, T. ۱۹۹۵. The re-use of contaminated land. John Wiely and Sons Ltd. Publisher. pp. ۲۱۹.
Glick, B.R. ۲۰۰۳. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment. Biotechnology Advances. ۲۱:۳۸۳-۳۹۳.
Lin, J. and M. Schorr. ۱۹۹۷. A challenge for the phosphate industry: Cd removal. Phosphorus and Potassium. No. ۲۰۸:۲۷-۳۱.
Sajwan , K. S., W. H. Ornes, T. V. Youngblood and A. K. Alva. ۱۹۹۶. Uptake of soil applied Cadmium, Nickel and Selenium by Bush Beans. Journal of Water, Air and Soil Pollution. ۹۱:۲۰۹-۲۱۷.

Abstract

High concentration of oil contaminant in soils besides a devastated effect on ecosystems caused more uptakes of them by plants and then entrance to human and other live organisms food chains in addition to underground water consequently occurrence of diseases in their environment.One survey consist of five provincial projects which four

of them in order to investigate of the capability of phytoremediation of heavy metals and oil contaminated soils in Bushehr province in a randomized complete blocks design were conducted. province one cereal crop (wheat), one vegetable crop (tomato) , one privilege range plants (alfalfa) and two local plants (Castorbean and Peganum harmala) on experimental field in three replications were selected.After sending the soils samples of five stations to soil and water research institute for analysis, one heavy metal and oil contaminated region was chosen. Heavy metals and oil contaminants in soil and plants were measured and collected data were analyzed by Mstatc statistical softwear. Results showed that high concentrations of Nickel were collected in the seeds of Castorbean and wheat. Also, more Cadmium was measured in Tomato leaves and fruits in compare with other crops.

تاثیر زغال زیستی بر حاصلخیزی خاک و رشد ذرت

بهروز گلیج [۱]، حسین شریعتمداری [۲]، محسن سلیمانی [۲]، مهران شیروانی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
زغال زیستی، زغال تهیه شده از بافت‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که در حضور مقدار کم و یا عدم حضور اکسیژن و در دمای نسبتا بالا تولید می‌شود. هدف از این پژوهش بررسی تاثیر استفاده از زغال زیستی پوسته شلتوک برنج در مقایسه با دو نوع ورمی‌کمپوست به عنوان اصلاح‌کننده زیستی برای بهبود بخشیدن وضعیت حاصلخیزی خاک و رشد گیاه ذرت بود. در یک آزمایش انکوباسیون کاربرد زغال زیستی و هر دو نوع ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک شدند. از بین تیمارها تنها ورمی‌کمپوست ضایعات چای+کود حیوانی باعث افزایش معنی‌دار نیتروژن کل، روی قابل جذب و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شد. تاثیر مواد اصلاحی بر پارامترهای گیاهی تنها در افزایش وزن خشک و تر اندام هوایی معنی‌دار بود. به طور کلی تاثیر ورمی‌کمپوست نسبت به زغال زیستی بر حاصلخیزی خاک و رشد گیاه به دلیل داشتن مواد غذایی بیشتر بهتر بود.

مقدمه
پسماندهای آلی از قبیل کود دامی و بقایای محصولات کشاورزی به عنوان اصلاح‌کننده و منبع عناصر غذایی در خاک‌های کشاورزی از دیر باز مورد توجه بوده‌اند. این کودهای آلی به سبب بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باعث ارتقا کیفیت خاک می‌شوند. به علاوه احتمال آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از این کودها در مقایسه با کودهای شیمیایی کمتر است. در راستای مدیریت صحیح و مدرن بقایا و نیز مدیریت پایدار خاک استفاده از زغال زیستی در سطح جهان در حال گسترش است. در سال‌های اخیر در کشورهای مختلف دنیا به زغال زیستی به دلیل پتانسیل آن در ترسیب کربن در خاک و به منظور جلوگیری از اثرات نامطلوب روش‌های سنتی مدیریت بقایا و از طرفی افزایش حاصلخیزی به همراه سلامت خاک برای تولید عملکرد بیشتر و محصول سالم و باکیفیت توجه زیادی شده است. در واقع زغال زیستی می‌تواند باعث افزایش عناصر غذایی خاک، بهبود تامین مواد مغذی برای گیاهان، بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی خاک و بنابراین باعث افزایش رشد گیاه شود. صرف نظر از ارزش تجاری، کاربرد زغال زیستی در خاک می‌تواند راهکاری مناسب برای بازگشت عناصر مغذی از دست رفته در طی عملیات حذف زیست توده توسط فرایند پیرولیز باشد. طبق گزارش محققین زغال زیستی پتانسیل بالایی برای افزایش قابلیت دسترسی عناصر مغذی برای گیاهان دارد (لهمان و همکاران ۲۰۰۳). افزایش قابلیت دسترسی عناصر مغذی می‌تواند با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، تغییر pH خاک و یا به طور مستقیم از دخیره عناصر مغذی در زغال زیستی ایجاد شود. از دیدگاه کشاورزی یکی از مزایای زغال زیستی، مدیریت ضایعات کشاورزی می‌باشد. گسترش کشاورزی ارگانیک از یک سو و آلودگی‌های جوی از سوی دیگر باعث شده تا استفاده از این نوع کود در دنیا روز به روز افزایش پیدا کند ولی متاسفانه این ماده در ایران تا حدود زیادی ناشناخته باقی مانده است. در شمال کشور ضایعات آلی از قبیل پوسته شلتوک برنج، ضایعات کارخانه تولید چای و کود حیوانی به مقداری زیادی تولید می‌شود که علاوه بر اشغال فضا، باعث آلودگی زیست محیطی می‌شود. لذا در این تحقیق تبدیل این ضایعات که محصول فرعی و کم ارزش تلقی می‌شوند، به زغال زیستی و ورمی‌کمپوست، به عنوان اصلاح‌کننده خاک مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
مواد آزمایشی شامل پوسته شلتوک برنج، ضایعات چای، کود حیوانی و کرم ورمی‌کمپوست بودند. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل شاهد(co)، سطح دو درصد زغال زیستی (ch)، سطح دو درصد ورمی‌کمپوست ضایعات چای + کود حیوانی (vt) و سطح دو درصد ورمی‌کمپوست کود حیوانی (vc) در یک خاک آهکی بودند. به منظور تولید زغال زیستی، پوسته شلتوک برنج در شرایط پیرولیز در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد و به مدت یک ساعت و شرایط عدم حضور اکسیژن در کوره الکتریکی قرار گرفت [راجکوویچ ۲۰۱۱]. یک نمونه ورمی‌کمپوست از اختلاط ضایعات کارخانه چای با کود حیوانی با نسبت ۱:۱ و نمونه‌ی دیگر ورمی‌کمپوست از کود حیوانی تنها و افزودن کرم خاکی (*Eisenia foetida*) به مدت ۴۵ روز تولید شد. نمونه خاک مورد آزمایش در این مطالعه به صورت مرکب از عمق ۰ تا ۱۵ سانتیمتر مزرعه تحقیقاتی لورک، دانشگاه صنعتی اصفهان برداشته شد. نمونه خاک هوا خشک شده و بعد از کوبیدن از الک(mm)۲ جهت استفاده در آزمایشگاه و از الک (mm)۴ جهت استفاده در گلدان عبور داده شد. برای تعیین خصوصیات شیمیایی خاک، pH و هدایت الکتریکی در عصاره ۲:۵/۱ با استفاده از الکترود [کارتر ۲۰۱۴]، درصد آهک خاک با روش تیتراسیون [کارتر ۲۰۱۴]، نیتروژن کل با دستگاه اتوکلتک مدل ۳۲۰۰، فسفر قابل جذب به روش اولسون، پتاسیم قابل جذب با روش فلیم‌فتومتری و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با اشباع سدیم و جایگزینی استات آمونیوم اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین خصوصیات شیمیایی اصلاح‌کننده‌ها نیز، pH و EC در عصاره ۱:۱۰ و سایر پارامترها به روش ذکر شده برای خاک اندازه‌گیری شد. جهت اعمال تیمار، سطوح معین زغال زیستی و ورمی‌کمپوست به خاک اضافه و تیمار شاهد نیز بدون افزودن زغال زیستی و ورمی‌کمپوست در نظر گرفته شد. خاک‌های تیمار شده به داخل گلدان‌های ۵ کیلویی جهت انکوباسیون ۴۵ روزه در گلخانه قرار گرفتند. در دوره ۴۵ روزه انکوباسیون، رطوبت خاک‌ها در ۵۰ درصد ظرفیت نگهداری رطوبت خاک حفظ شد و بعد از اتمام این دوره، یک نمونه خاک از تمام گلدان‌ها جهت اندازه‌گیری برخی خصوصیات

خاک از جمله: درصد نیتروژن کل، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و ظرفیت تبادل کاتیونی برداشته و به داخل آزمایشگاه منتقل شد. در این تحقیق از ذرت دانه‌ای سینگل گراس ۷۰۴ به عنوان گیاه آزمایشی استفاده شد. بدین منظور، بعد از اتمام دوره انکوباسیون، بذور تهیه و پس از جوانه دار شدن به تعداد ۳ بذر در داخل هر گلدان کشت شد. بعد از گذشت تقریبا دو ماه و در شروع گلدهی صفات رویشی از جمله قطر ساقه و طول گیاه اندازه‌گیری و جهت سایر اندازه‌گیری‌ها، گیاه برداشت و در پاکت کاغذی قرار داده شد. ضمناً در طول دوره رشد مقدار ۱۰ گرم نیتروژن به صورت کود اوره در آب آبیاری حل و در دو نوبت به عنوان کود سرک به طور یکسان به همه گلدان‌ها اضافه شد. پارامترهای گیاهی اندازه‌گیری شده شامل: وزن خشک و تر اندام هوایی، وزن تر ریشه و مقدار جذب نیتروژن توسط اندام هوایی بودند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک مورد مطالعه قبل از اعمال تیمار در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک مورد مطالعه

pH عصاره ۵/۱:۲	EC عصاره ۵/۱:۲	$CaCO_3$	N	P	K	Zn	CEC
-	$dS\ m^{-1}$	(%)		$mg\ kg^{-1}$			$cmol_+\ kg^{-1}$
۷/۷	۵۱/۰	۵/۴۰	۱/۰	۳۹	۴۱۶	۵/۲	۷/۱۵

$CaCO_3$ اهک، N نیتروژن کل، P فسفر قابل جذب، Kپتاسیم قابل جذب، Zn روی قابل جذب و CEC ظرفیت تبادل کاتیونی می‌باشند.

برخی ویژگی‌های شیمیایی مواد اصلاحی به کار رفته در تیمارهای آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی مواد اصلاحی آزمایشی

تیمارها	pH عصاره ۱:۱۰	EC عصاره ۱:۱۰	N	P	K	Zn	CEC
	-	$dS\ m^{-1}$	(%)		$mg\ kg^{-1}$		$cmol_+\ kg^{-1}$
ch	۲/۷	۱۸۶/۰	۵۵/۰	۳۸	۳۵۳	۳	۵۹
vt	۲/۷	۷۵۰/۰	۴۸/۲	۴۳	۲۷۱۵	۴۰	۲۹۱
vc	۳/۷	۹۰۵/۰	۹۵/۰	۷۲	۷۶۰۶	۱۰	۲۱۵

ch زغال زیستی، vt ورمی‌کمپوست (ضایعات چای+کود حیوانی)، vc ورمی‌کمپوست کود حیوانی، N نیتروژن کل، P فسفر قابل جذب، Kپتاسیم قابل جذب، Zn روی قابل جذب و CEC ظرفیت تبادل کاتیونی می‌باشند.

هدایت الکتریکی ورمی‌کمپوست‌ها به دلیل املاح موجود در کود حیوانی زیادتر از زغال زیستی بود. مقدار عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب) به همراه ظرفیت تبادل کاتیونی ورمی‌کمپوست‌ها نیز بیشتر از زغال زیستی می‌باشد. به همین دلیل انتظار می‌رود ورمی‌کمپوست در مقایسه با زغال زیستی تاثیر بیشتری بر حاصلخیزی خاک داشته باشد..(به نظر اطلاعات خاصی اضافه نمی کند، بنابراین می تواند حذف شود، ریفرنس نیز حذف شود) تحقیقات نشان داده است در تبدیل ضایعات سبزیجات به ورمی‌کمپوست گونه ایزنیا فوتیدا با تبدیل مواد آلی به موادی پایا، باعث افزایش عناصر مغذی، کاهش pH، افزایش نیتروژن کل و افزایش فسفر و پتاسیم قابل جذب می‌شود [سوتار ۲۰۰۶].

تاثیر مواد اصلاحی بر خصوصیات خاک

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر مواد اصلاحی بر مقدار نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم و روی قابل جذب خاک و نیز ظرفیت تبادل کاتیونی در سطح ۰۱/۰ معنی‌دار شد. تاثیر تیمارهای اصلاحی بر میانگین این پارامترها در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. تاثیر مواد اصلاحی مختلف بر میانگین خصوصیات اندازه‌گیری شده خاک

تیمار	N	P	K	Zn	CEC
	(%)		$mg\ kg^{-1}$		$cmol+\ kg^{-1}$
co	b۱۰۴/۰	d۸/۳۷	d۴۱۶	b۶/۲	b۸۸/۱۵
ch	b۱۱۱/۰	c۲/۴۲	b۴۷۶	b۶/۲	b۴۵/۱۶
vc	b۱۱۵/۰	b۴/۵۳	a۵۵۳	b۷۵/۲	b۴۳/۱۶
vt	a۱۴۴/۰	a۶/۶۰	c۴۵۹	a۳/۳	a۳۹/۱۸

ورمی‌کمپوست (ضایعات چای+کود vt ،ورمی‌کمپوست کود حیوانی vc ،زغال زیستی پوسته شلتوک برنج ch ،شاهد co در سطح آماری ۰۵/۰ دارای اختلاف LSD حیوانی). در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت براساس آزمون .معنی‌دار می‌باشد

نیتروژن کل خاک: زغال زیستی تاثیر قابل توجهی بر مقدار نیتروژن کل خاک نداشت. تنها ورمی‌کمپوست ضایعات چای+کود حیوانی نیتروژن کل خاک را به طور معنی‌دار نسبت به شاهد افزایش داد. تاثیر زغال زیستی و ورمی‌کمپوست بر افزایش نیتروژن کل خاک می‌تواند به دلیل ماهیت این مواد و نسبت کربن به نیتروژن آن‌ها و نیز تاثیر آن‌ها بر فعالیت موجودات خاکزی که مسئول معدنی شدن نیتروژن هستند، باشد. از طرفی تاثیر ورمی‌کمپوست بر نیتروژن کل به دلیل پایداری کمتر این ترکیب نسبت به زغال زیستی و محتوای بیشتر نیتروژن آن می‌تواند باشد. محققین گزارش کردند با افزایش پایداری سوبسترا معدنی شدن نیتروژن کاهش می‌یابد [راسیا ۱۹۹۵].

فسفر قابل جذب: زغال زیستی و هر دو نوع ورمی‌کمپوست اثر افزایشی بر مقدار فسفر قابل جذب خاک داشتند. تاثیر ورمی‌کمپوست ضایعات چای+کود حیوانی بر افزایش فسفر قابل جذب خاک بیشتر از زغال زیستی و ورمی‌کمپوست کود حیوانی بود. تاثیر تمام تیمارهای اصلاحی بر فسفر قابل جذب معنی‌دار بود. شاید این تاثیر به دلیل محتوای فسفر قابل جذب مواد اصلاحی اضافه شده به خاک باشد. گر چه بر هم‌کنش مواد اصلاحی با خاک نیز ممکن است باعث افزایش قابلیت جذب فسفر خاک گردد. فضولات کرم‌های خاکی حاوی مقدار زیادی فسفر در دسترس و آنزیم فسفاتاز می‌باشند که به تغذیه این عنصر در خاک‌هایی که ورمی‌کمپوست دریافت کرده‌اند کمک می‌کند [دومنکیوز ۲۰۰۰].

پتاسیم قابل جذب: زغال زیستی و ورمی‌کمپوست باعث افزایش پتاسیم قابل جذب خاک شدند. در این رابطه تاثیر زغال زیستی نسبت به ورمی‌کمپوست ضایعات چای+کود حیوانی بیشتر و نسبت به ورمی‌کمپوست کود حیوانی کمتر بود. افزایش پتاسیم قابل جذب ممکن است به مقدار پتاسیم قابل جذب اصلاح‌کننده‌ها یا تاثیر اصلاح‌کننده‌ها بر آزادسازی پتاسیم از خاک مربوط باشد. تاثیر ورمی‌کمپوست بر غلظت عناصر مغذی خاک از جمله پتاسیم توسط سایر محققین نیز گزارش شده است [ماتوس ۲۰۰۳].

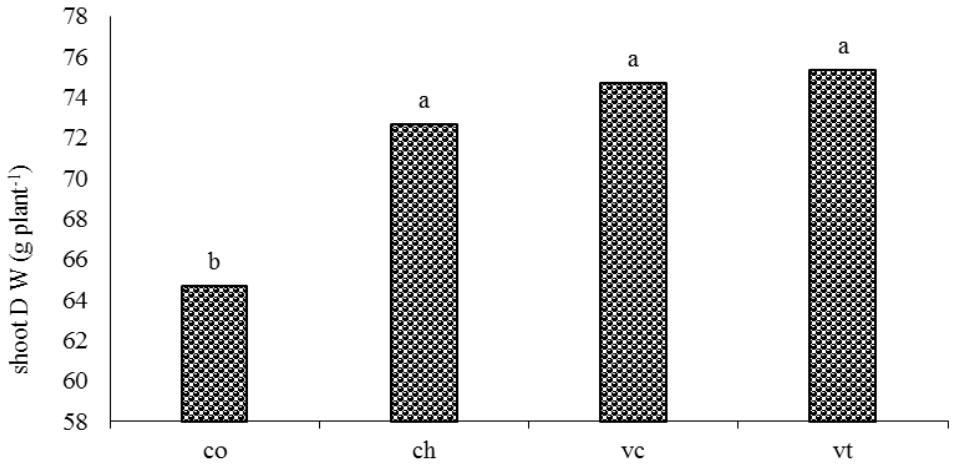
روی قابل جذب: تاثیر زغال زیستی بر میانگین روی قابل جذب خاک معنی‌دار نبود. در بین تیمارها تنها ورمی‌کمپوست ضایعات چای+کود حیوانی روی قابل جذب خاک را به طور معنی‌دار نسبت به شاهد افزایش داد. افزایش روی قابل جذب در خاک تیمار شده با ورمی‌کمپوست ضایعات چای+کود حیوانی می‌تواند به دلیل مقدار بالای روی قابل جذب آن باشد.

ظرفیت تبادل کاتیونی: زغال زیستی و ورمی‌کمپوست باعث افزایش نسبی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شدند. گرچه. در بین تیمارها تنها ورمی‌کمپوست ضایعات چای+کود حیوانی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد. افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در اثر مواد اصلاحی می‌تواند به دلیل اکسیداسیون و تجزیه سطح در اثر گذشت زمان، رطوبت و یا تاثیر ریز جانداران موجود در خاک باشد که باعث ایجاد بار منفی در سطح و افزایش ظرفیت جذب کاتیون‌ها توسط کلوئیدهای خاک شده است. ورمی‌کمپوست ضایعات چای+کود حیوانی نسبت به دو تیمار دیگر نیز به دلیل داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتر مقدار این پارامتر در خاک را بیشتر تحت تاثیر قرار داد. بر هم‌کنش متفاوت زغال زیستی و ورمی‌کمپوست با کلوئیدهای خاک نیز ممکن است ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش دهند.

تاثیر تیمارها بر عملکرد وزن خشک و تعدادی از پارامترهای گیاهی

تجزیه واریانس نتایج نشان داد اثر تیمارها بر عملکرد وزن خشک و تر اندام هوایی معنی‌دار و بر وزن تر ریشه، جذب نیتروژن توسط اندام هوایی، ارتفاع گیاه و قطر ساقه، معنی‌دار نشد.

تاثیر تیمارهای اصلاحی بر میانگین وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. تاثیر تیمارهای اصلاحی بر میانگین وزن خشک اندام هوایی ذرت
ورمی‌کمپوستضایعات چای+کود حیوانی vt ،ورمی‌کمپوست کود حیوانی vc ،زغال زیستی پوسته شلتوک برنج ch ،شاهد co

تیمارهای اصلاحی باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت شدند. تاثیر ورمی‌کمپوست نسبت به زغال زیستی بر افزایش وزن خشک اندام هوایی بیشتر بود. بیشترین مقدار وزن خشک اندام هوایی از ورمی‌کمپوست ضایعات چای+کود حیوانی حاصل شد که این مقدار نسبت به شاهد معنی‌دار بود گرچه با زغال زیستی و ورمی‌کمپوست کود حیوانی به لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نشان نداد. افزایش عملکرد در اثر کاربرد زغال زیستی در خاک می‌تواند به دلیل اثرات مستقیم و غیر مستقیم آن باشد. اثرات مستقیم این ماده به عناصر مغذی موجود در زیست توده که طی فرایند تجزیه حرارتی (پیرولیز) آزاد شده، مربوط می‌شود و اثرات غیر مستقیم به دلیل تاثیر زغال زیستی در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی خاک می‌باشد. افزایش وزن خشک اندام هوایی در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست نیز می‌تواند به دلیل افزایش ورود عناصر مغذی به خاک و بهبود شرایط رشد گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد باشد. محققین نشان دادند عملکرد ذرت در خاک تیمار شده با ورمی‌کمپوست کود آلی و کود معدنی نسبت به شاهد افزایش یافت. در واقع وقتی نیتروژن و سایر عناصر غذایی برای بیومس میکروبی فراهم شود به طور غیر مستقیم سبب افزایش رشد گیاه خواهد شد. افزایش وزن خشک اندام هوایی توسط اصلاح‌کننده‌ها همچنین می‌تواند به دلیل افزایش رشد ریشه و کمک به افزایش جذب آب باشد. به طور کلی تاثیر ورمی‌کمپوست‌ها احتمالاً به دلیل دارا بودن مواد مغذی بیشتر و سهل الوصول بودن این مواد در خاک نسبت به زغال زیستی، بر حاصلخیزی خاک و به تبع رشد گیاه بیشتر می‌باشد، گرچه زغال زیستی نیز با توجه به محتوای کربن بالا و احتمالاً پایداری بیشتر در خاک به عنوان یک اصلاح‌کننده مناسب می‌تواند مورد توجه باشد.

منابع

[۱] Carter, M. R. and E. G. Gregorich. ۲۰۱۴. Soil Survey Field and laboratory Methods Manual, Soil Survy Investigation Report, No. ۵۱, Version ۲, ۴۸۷ p.

[۲] Dominguez, J., C. A. Edwards and M. Webster. ۲۰۰۰. Vermicomposting of sewage sludge: Effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei*. *Pedobiologia*. ۴۴: ۲۴-۳۲.

[۴] Matos, G. D. and M. A. Z. Arrunda. ۲۰۰۳. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Proc. Biochem*. ۳۹: ۸۱-۸۸.

[۵] Rajkovich, S., A. Enders., K. Hanley., C. Hyland., A. R. Zimmerman and J. Lehmann. ۲۰۱۱. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. *Biol. Fertil. Soils*. ۴۸(۳): ۲۷۱-۲۸۴.

[۶] Rasiah, V. ۱۹۹۵. Comparison of pedotransfer functions to predict nitrogen mineralization parameters of one and two-pool models. *Commun Soil Sci. Plant Anal*. ۲۶: ۱۸۷۳-۱۸۸۴.

[۷] Suthar, S. ۲۰۰۶. Potential utilization of guar gum industrial waste in vermicompost production. *Biores. Technol*. ۹۷: ۲۴۷۴-۲۴۷۷.

Abstract

Biochar is a byproduct of plant tissues and crop residues pyrolysis under relatively high temperature and absence of oxygen. The objective of this work was to investigate the effects of application of rice husk biochar as compared with two vermicompost samples as soil amendments on soil fertility and corn growth. In an incubation experiment, the biochar and the vermicomposts treatments increased available P and K of soil, significantly; however, only vermicompost of tea-wastes+manure increased the soil total N, available Zn and cation exchange capacity. Shoot dry and wet yield were the only plant parameters increased significantly, by the means of the experimental amendments. In general; the vermicompost samples showed better results in improving the soil fertility and plant growth. This might be due to the higher nutrients content of vermicomposts as compared with biochar.

بررسی روند تغییرات زمانی کیفیت آب زیرزمینی دشت تبریز از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲

رضا حسن‌پور ۱ ، عباس احمدی ۲
۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز، ۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز

چکیده
این تحقیق با هدف بررسی روند تغییرات زمانی کیفیت آب زیرزمینی دشت تبریز صورت گرفت. بنابراین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده مرتبط با کیفیت آب زیرزمینی شامل سولفات، کلر، بی‌کربنات، pH، کل جامدات محلول، نسبت جذب سدیم، هدایت الکتریکی و سختی آب مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اغلب ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به جز pH، از سال ۸۲ تا ۸۶ روند کاهشی داشته سپس تا سال ۹۲ افزایش یافته‌اند. به نظر می‌رسد روند تغییرات کیفی آب زیرزمینی دشت تبریز با وضعیت نرمال سطح آب دریاچه ارومیه رابطه نزدیکی داشته و هر گونه پیشروی و یا پسروی دریاچه سبب کاهش کیفیت آبهای زیرزمینی منطقه شده است. تغییرات pH آب زیرزمینی در طی سال‌های ۸۲ تا ۹۱ افزایشی بوده که این مسئله می‌تواند با راه یافتن بیکربنات سدیم موجود در آب دریاچه به آبهای زیرزمینی در اثر پیشروی آب دریاچه در ارتباط باشد. کاهش pH خاک در سال ۹۲ می‌تواند با اکسیداسیون لجن موجود در بستر دریاچه در اثر پسروی آب دریاچه اتفاق افتاده باشد.

واژه های کلیدی: آبخوان، دریاچه ارومیه، تغییرات کیفی

مقدمه
آب به‌عنوان یک منبع قابل تجدید همواره به‌عنوان یک رکن اصلی توسعه مطرح بوده است. با افزایش جمعیت و افزایش نیاز به آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت، شرب و بهداشت، فشار زیادی به منابع آب زیرزمینی وارد شده است (صداقت، ۱۳۸۷). مقایسه سرانه کل منابع آب شیرین قابل دسترس در بین مناطق جهان متفاوت است، به‌طوری که بیش از یک میلیارد نفر از جمعیت جهان آب سالم ندارند و منشأ ۸۰ درصد بیماری‌ها در کشورهای در حال توسعه، آب ناسالم و بی‌کیفیت می‌باشد (ملکوتیان و کریمی، ۲۰۰۴). در کشور ایران، منابع آب زیرزمینی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تأمین آب مورد نیاز برای بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. کشاورزی با اختصاص سهم ۹۵ درصدی و برداشت بیش از ۸۰ درصد از منابع آب زیرزمینی نقش عمده‌ای در تغییرات کمی و کیفی آبخوان‌ها دارد (احمدی و صدق‌آمیز، ۲۰۰۷). وجود برخی از املاح در آب برای سلامتی انسان ضروری است ولی مقدار بیش از حد مجاز برخی از آنها سلامتی انسان را به خطر می‌اندازد (سمایی و همکاران، ۱۳۸۶).

در زمینه روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی مطالعات متعددی صورت پذیرفته است. کمپل و همکاران (۲۰۰۳) کیفیت آب زیرزمینی اطراف دریاچه تکسوما[۱۵۰] را برای ۵۵ حلقه چاه در فاصله زمانی اکتبر و اوت سال ۲۰۰۰ مطالعه و گزارش کردند که غلظت یون‌های نیترات، فسفات، آمونیوم، نیتروژن و کلراید در طول دوره‌های خشکی افزایش یافت. هولز (۲۰۰۹) تغییرات فصلی کیفیت آب زیرزمینی حوضه آبریز مونتگو[۱۵۱] واقع در شمال غرب تاسمانیا را برای ۱۰ چاه و ۲ پیطومتر در ۷ ایستگاه در سال ۲۰۰۴ بررسی و مشاهده کردند که میزان غلظت نیترات برای تمام ایستگاه‌ها قبل از شروع بارش‌های زمستانی از ۲۰ تا ۱۰۰۰ برابر افزایش یافت. در این ناحیه غلظت یون آمونیوم بالا و بیش از حد مجاز برای آشامیدن بود. مواد معدنی نیز از خود روندی نشان ندادند. دانشور وثوقی و دین‌پژوه (۱۳۹۱) تغییرات کیفیت آب زیرزمینی ۳۲ حلقه چاه دشت اردبیل را در دوره آماری ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۷ مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که روند تغییرات غلظت همه متغیرها در همه ایستگاه‌ها افزایشی بوده است؛ به‌طوری که بیشترین روند مثبت معنی‌دار متعلق به متغیر TDS بوده است.

کیفیت آب‌های زیرزمینی در مقیاس‌های زمانی و مکانی عمل کرده و نمی‌توان خواص آن را در طول زمان و مکان ثابت فرض کرد. پی بردن به تغییرات مکانی و زمانی مقادیر کمی و کیفی آب زیرزمینی می‌تواند در توسعه استراتژی‌های منابع آب بسیار مهم باشد. لذا این تحقیق با هدف بررسی روند تغییرات زمانی کیفیت آب زیرزمینی دشت تبریز صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها
دشت تبریز در استان آذربایجان‌شرقی و در حد فاصل طول جغرافیایی ۲۰ , ۴۸ , ۴۵ تا ۲۵ , ۵۱ , ۴۵ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ , ۴۵ , ۳۷ تا ۲۵ , ۲۸ , ۳۸ شمالی قرار دارد. این منطقه در حوضه آبریز دریاچه ارومیه قرار گرفته که وسعت آن در حدود ۱۰۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. آب و هوای منطقه مورد مطالعه بر اساس سیستم‌های تقسیم‌بندی دومارتن و آمبرژه به‌ترتیب

[۱۵۰]. Texoma
[۱۵۱]. Montagu

نیمه خشک و خشک سرد می‌باشد. در این منطقه میانگین دما و بارش سالانه بر طبق آمار سینوپتیک به‌ترتیب برابر ۵/۹ درجه سانتی‌گراد و ۳/۲۷۹ میلی‌متر است.

جهت اندازه‌گیری کیفیت آب زیرزمینی دشت تبریز، نمونه‌برداری از چاه‌ها در دو نوبت خرداد و شهریور در هر سال انجام می‌شود. در این تحقیق از داده‌های مربوط به خرداد ماه از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ استفاده شد. بدین ترتیب جهت بررسی تغییرات غلظت متغیرهای کیفی مورد نظر از طرح کاملا تصادفی نامتعادل استفاده شد. دلیل استفاده از این طرح این بود که در تمامی سال‌ها از ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ از همه چاه‌ها نمونه‌برداری به عمل نیامده و در برخی سال‌ها تعداد چاه مورد مطالعه کم و در برخی زیاد است. به‌طور کلی تعداد چاه‌های مورد مطالعه از ۵۰ تا ۷۶ حلقه چاه متغیر بود. متغیرهای مربوط به کیفیت آب زیرزمینی شامل سولفات (SO_4^{2-})، کلر (Cl^-)، بی‌کربنات (HCO_3^-)، pH، کل جامدات محلول (TDS)، نسبت جذب سدیم (SAR)، هدایت الکتریکی (EC) و سختی آب (TH) می‌باشد که داده‌های همه متغیرها از شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان‌شرقی اخذ شده است. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SPSS، مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

در جداول ۱ و ۲ آماره‌های توصیفی متغیرهای کیفی آب زیرزمینی دشت تبریز در سال ۱۳۸۲ (ابتدای دوره آماری) و ۱۳۹۲ (انتهای دوره آماری) آورده شده است.

جهت تفسیر روند تغییرات خصوصیات کیفی آب زیرزمیی نیاز به اطلاعات اقلیمی از جمله بارش منطقه است که نمودار مربوط به آن در شکل ۱ ارائه شده است.

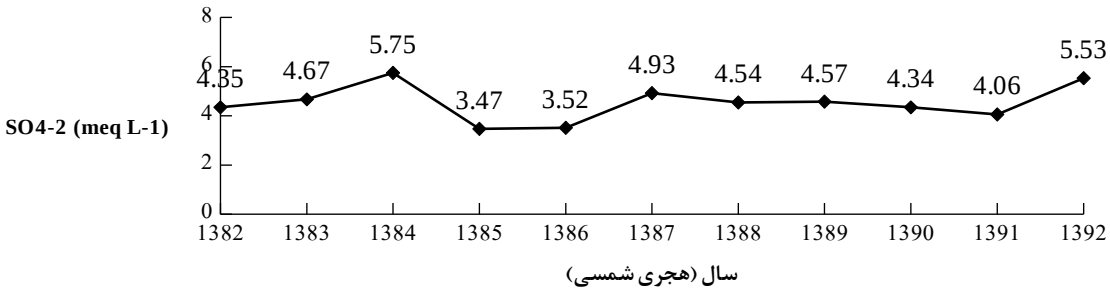
همانطور که در شکل‌های ۲ تا ۹ هم ملاحظه می‌شود در سال‌های ۸۴ و ۹۲ همه پارامترها به جز pH بیشترین مقدار را دارند. در مورد اکثر پارامترها به جز pH، ابتدا از سال ۸۲ تا سال ۸۶ روند کاهشی داشته و از ۸۶ تا ۹۲ اکثر پارامترها روند صعودی داشتند. مقدار pH از قاعده خاصی پیروی نکرده و روند کاهشی و افزایشی به صورت یک سال در میان دیده می‌شود. pH از سال ۸۸ تا ۹۱ به‌صورت معنی‌داری افزایش یافته ولی در سال ۹۲ با کاهشی معنی‌دار به کمترین مقدار خود رسیده است.

به نظر می‌رسد روند تغییرات کیفی آبهای زیرزمینی دشت تبریز با وضعیت نرمال سطح آب دریاچه ارومیه (شکل ۱۰) رابطه نزدیکی داشته و هر گونه پیشروی و یا پسروی دریاچه سبب کاهش کیفیت آبهای زیرزمینی منطقه شده است. تغییرات pH آب زیرزمینی در طی سال‌های ۸۲ تا ۹۱ افزایشی بوده که این مسئله می‌تواند با راه یافتن بیکربنات سدیم موجود در آب دریاچه به آبهای زیر زمینی در اثر پیشروی آب دریاچه در ارتباط باشد. کاهش pH خاک در سال ۹۲ می‌تواند با اکسیداسیون لجن موجود در بستر دریاچه در اثر پسروی دریاچه مرتبط باشد.

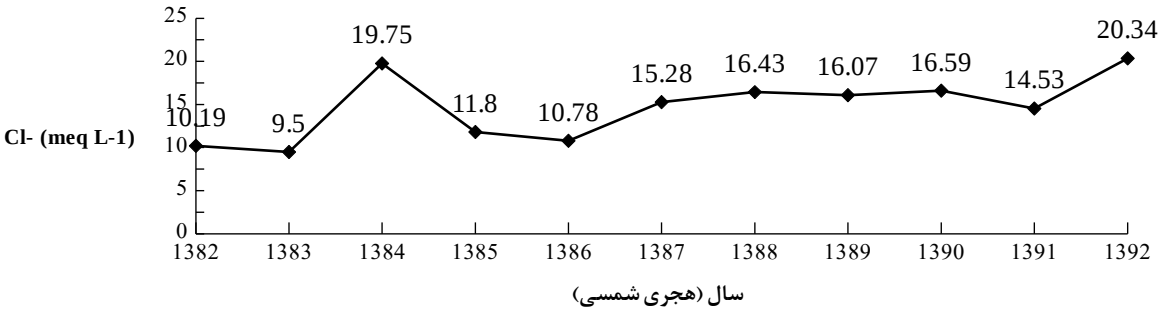
جدول ۹- خلاصه آماری متغیرهای کیفیت آب زیرزمینی دشت تبریز در سال ۱۳۸۲ و ۱۳۹۲

متغیر	واحد	سال	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
سولفات (SO_4^{2-})	میلی‌اکی‌والان در لیتر	۸۲	۷۶	۰۰/۰	۷۴/۲۴	۳۴/۴	۱۴/۵	۹۸/۱	۲۱/۴
		۹۲	۶۷	۱۰/۰	۰۰/۲۴	۵۲/۵	۰۴/۵	۶۷/۱	۳۶/۳
کلر (Cl^-)	میلی‌اکی‌والان در لیتر	۸۲	۷۶	۲۰/۰	۶۳/۱۱۴	۱۹/۱۰	۳۹/۱۸	۳۸/۳	۳۷/۱۴
		۹۲	۶۷	۴۰/۰	۰۰/۱۲۰	۳۴/۲۰	۷۷/۲۶	۹۵/۱	۲۸/۴
بی‌کربنات (HCO_3^-)	میلی‌اکی‌والان در لیتر	۸۲	۷۶	۰۰/۱	۷۰/۸	۷۸/۳	۵۸/۱	۸۷/۰	۹۱/۰
		۹۲	۶۷	۹۰/۱	۳۰/۱۳	۴۵/۵	۴۲/۲	۰۰/۱	۱۵/۱
pH	-	۸۲	۷۶	۷۰/۶	۱۰/۹	۹۸/۷	۵۴/۰	۴۹/۰-	-۵۱/۰
		۹۲	۶۷	۲۰/۶	۳۰/۸	۲۹/۷	۴۱/۰	۲۸/۰	-۱۱/۰
کل جامدات محلول (TDS)	میلی‌گرم بر لیتر	۸۲	۷۶	۳۷/۱۵۱	۵۲/۸۶۱۸	۵۲/۱۱۸۱	۴۰/۱۳۷۴	۹۱/۲	۳۸/۱۱
		۹۲	۶۷	۱۰/۱۶۵	۵۰/۸۹۵۰	۶۵/۲۰۳۳	۸۳/۱۹۹۳	۵۹/۱	۷۲/۲
نسبت جذب سدیم (SAR)	$^{0.5}$(میلی‌اکی‌والان در لیتر)	۸۲	۷۶	۹۰/۰	۴۰/۳۰	۳۱/۴	۵۳/۵	۱۲/۳	۶۳/۱۰
		۹۲	۶۷	۵۵/۰	۳۹/۲۸	۳۳/۵	۶۷/۵	۹۵/۱	۹۵/۳
هدایت الکتریکی (EC)	میکروموس بر سانتی‌متر	۸۲	۷۶	۰۰/۲۰۳	۰/۱۴۴۳۰	۲۴/۱۸۴۵	۴۹/۲۳۱۰	۹۹/۲	۸۱/۱۱
		۹۲	۶۷	۰۰/۲	۰/۱۳۷	۸۳/۳۱	۵۶/۳۰۶۱	۵۹/۱	۷۵/۲

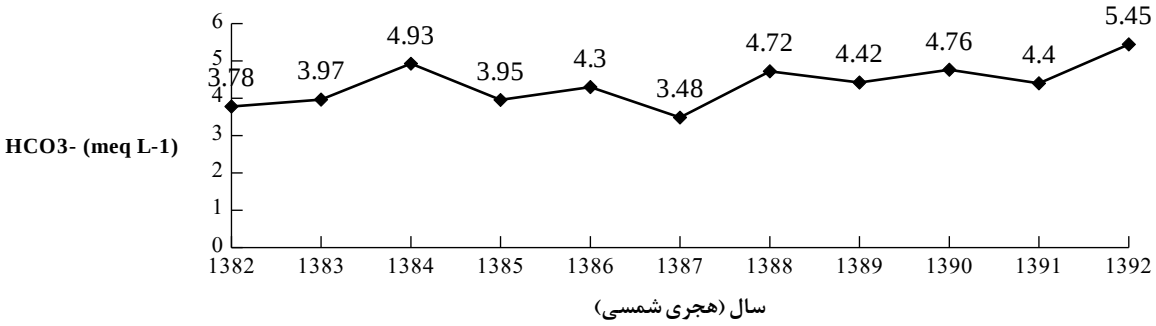
سختی آب (TH)	میلی‌گرم بر لیتر	۸۲	۷۶	۰۰/۵ ۸	۰۰/۲۴ ۰۰	۱۷/۴۳ ۶	۵۲/۴۹۶	۲۹/۲	۴۵/۵
		۹۲	۶۷	۰۰/۹ ۰	۰۰/۴۳ ۷۰	۵۴/۷۶ ۸	۷۵/۷۵۷	۴۰/۲	۹۰/۷



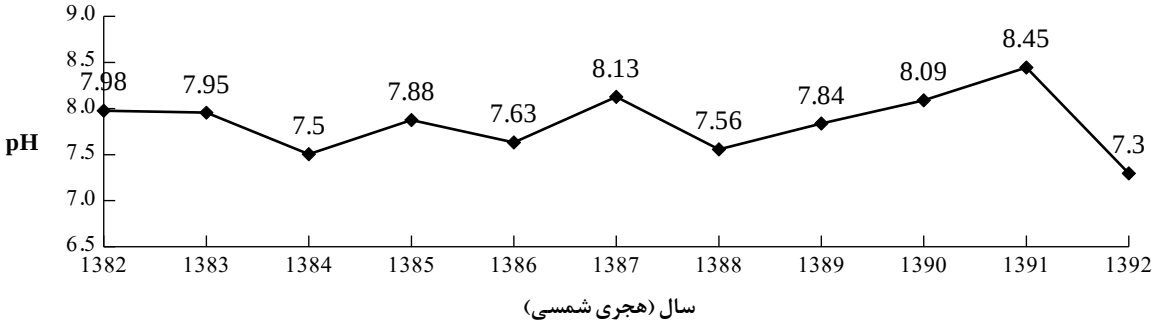
شکل ۹- مجموع بارش سالانه شهر تبریز در سال‌های مختلف



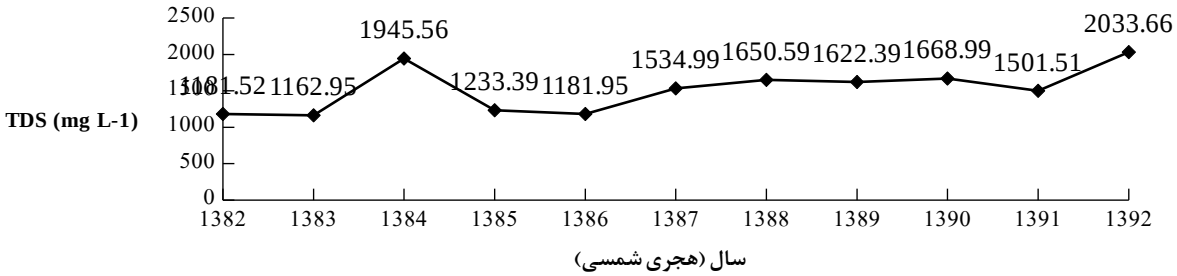
شکل ۲- تغییرات غلظت سولفات در آب زیرزمینی دشت تبریز در سال‌های مختلف



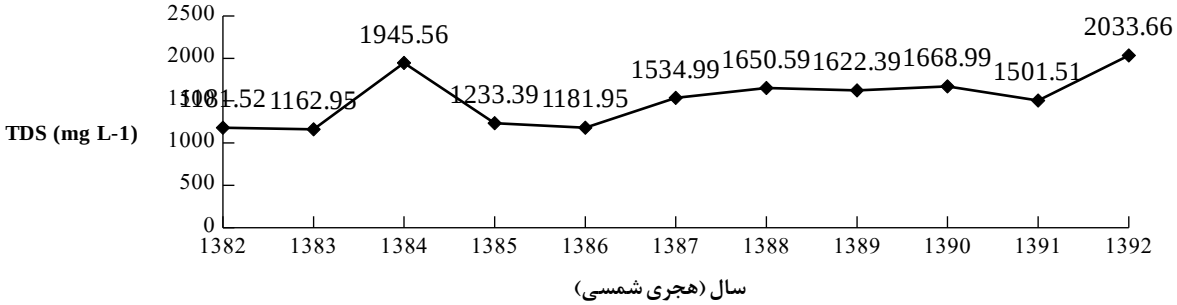
شکل ۳- تغییرات غلظت کلر در آب زیرزمینی دشت تبریز در سال‌های مختلف



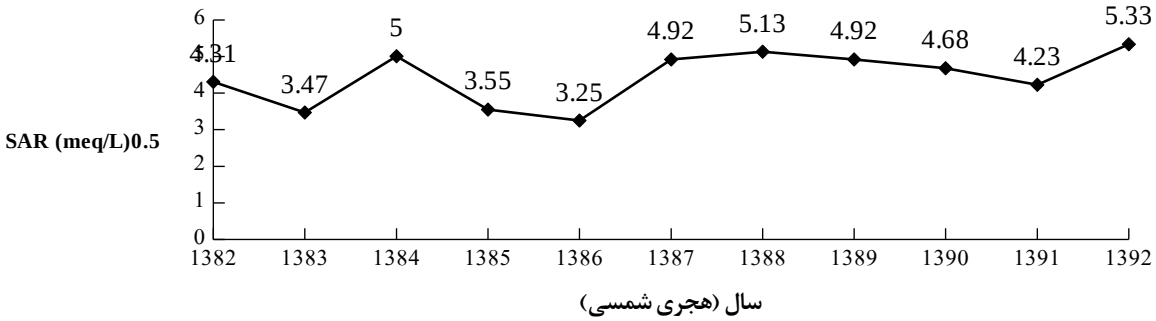
شکل ۴- تغییرات غلظت بی‌کربنات در آب زیرزمینی دشت تبریز در سال‌های مختلف



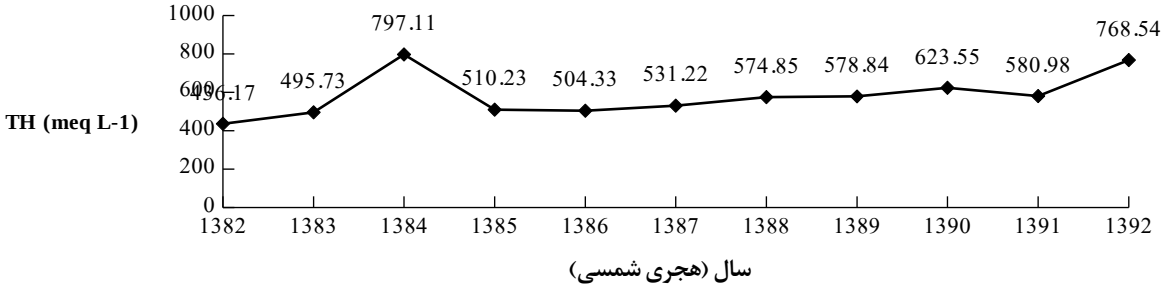
آب زیرزمینی دشت تبریز در سال‌های مختلف pH شکل ۵- تغییرات



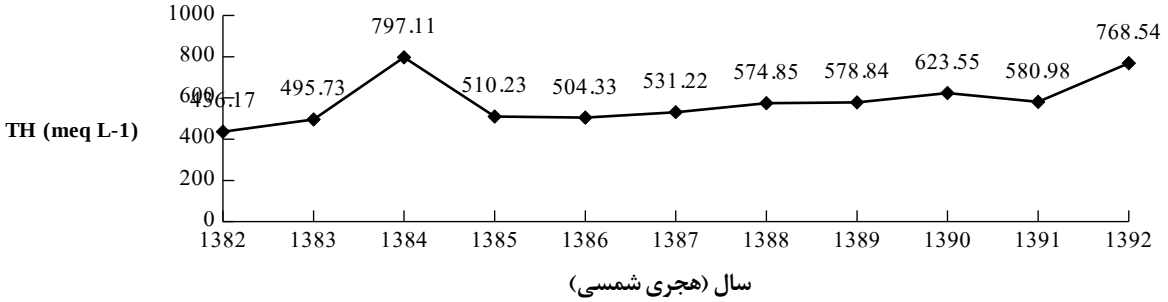
آب زیرزمینی دشت تبریز در سال‌های مختلف TDS شکل ۶- تغییرات



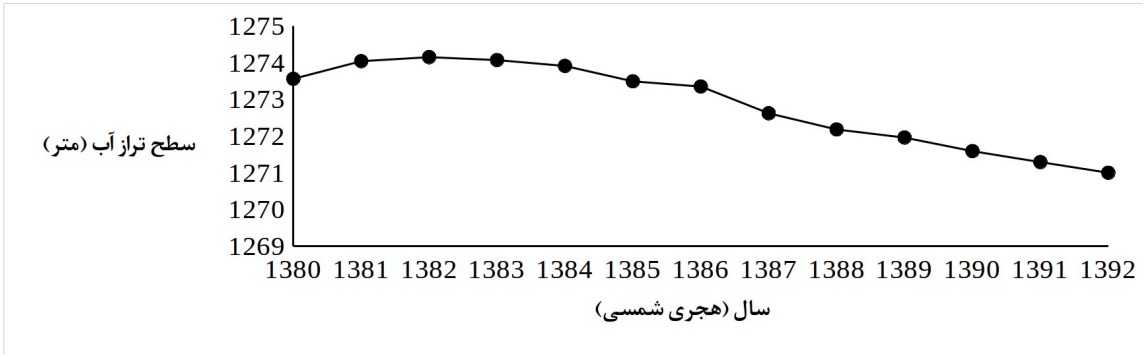
آب زیرزمینی دشت تبریز در سال‌های مختلف SAR شکل ۷- تغییرات



آب زیرزمینی دشت تبریز در سال‌های مختلف EC شکل ۸- تغییرات



شکل ۹- تغییرات سختی آب زیرزمینی دشت تبریز در سال‌های مختلف



شکل ۱۰- تغییرات سطح تراز آب دریا چه ارومیه در سال‌های مختلف (اقتباس داده‌ها از پژوهشکده مطالعات دریاچه ارمیه)

منابع

دانشور وثوقی، ف. و دین‌پژوه، ی. ۱۳۹۱. بررسی روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت اردبیل با استفاده از روش اسپیرمن. مجله‌ی محیط‌شناسی، سال ۳۸، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۱۷ تا ۲۸.

سمائی، م.ر.، ابراهیمی، ا.، احرامپوش، م.ح.، طالبی، پ.، خلیلی، م.ح. و مروتی، ر. ۱۳۸۶. بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر یزد. مجله‌ی طلوع بهداشت، سال ۶، شماره ۲، صفحه‌های ۵۰ تا ۵۷.

صداقت، م. ۱۳۸۵. زمین و منابع آب (آبهای زیرزمینی). انتشارات دانشگاه پیام نور.

Ahmadi S.H. and Sedghamiz A. ۲۰۰۷. Geostatistical analysis of spatial and temporal variations of groundwater level. Environmental Monitoring and Assessment, ۱۲۹: ۲۷۷-۲۹۴.

Holz G.K. ۲۰۰۹. Seasonal variation in groundwater levels and quality under intensively drained and grazed pastures in the Montagu catchment, NW Tasmania. Agricultural Water Management, ۹۶: ۲۵۵-۲۶۶.

Kampbell D.H., An Y.J, Jewell K.P., Masoner J.R. ۲۰۰۳. Groundwater quality surrounding Lake Texoma during short-term drought condition. Journal of Environmental Pollution, ۱۲۵: ۱۸۳-۱۹۱.
Malakotian M. and Karami A. ۲۰۰۴. Chemical quality change of the underground water resources of Bam and Baravat plain between ۱۹۹۷-۲۰۰۳. Hormozgan Medical Journal, ۸ (۲): ۱۰۹-۱۱۶.

Abstract

This research was conducted to investigate temporal variations of ground water quality in Tabriz plain. So ground water quality indicators such as Sulfate, Chloride, Bicarbonate anions, pH, total dissolved solids, sodium adsorption ratio, and electrical conductivity and water hardness were used. Results showed that almost all of the measured parameters except pH, were decreasing trend from ۲۰۰۳ to ۲۰۰۸, and increased again from ۲۰۰۸ to ۲۰۱۲. It seems the quality decline of Tabriz plain groundwater had a closed relation with Uremia Lake water level fluctuations, and any shoreline fluctuation caused to diminish of groundwater quality in Tabriz plain. The pH of the groundwater was increased from ۲۰۰۳ to ۲۰۱۲, this caused by increases of sodium carbonate, and sodium bicarbonate in groundwater due to landward shift of the shoreline. Decreases of groundwater pH in ۲۰۱۳ could be caused by lakebed sludge oxidation due to lake drying.

برآورد هدایت هیدرولیکی پرکلرواتیلن در سیستم دو فازی

منصور چترنور [۱]، مهدی همایی [۲] و محمد محمودیان شوشتری [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاک‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس، ۲-استاد گروه خاک‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس، ۳-استاد گروه عمران، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
آلاینده‌های نامحلول در آب، تحت عنوان فاز مایع غیرآبی (*NAPL*)[۱۵۲] به دلیل اثرات باقیمانده سبب از بین رفتن موجودات زنده می‌شوند. در این پژوهش هدایت هیدرولیکی پرکلرواتیلن به روش بار ثابت در خاکی با بافت *SiL* تعیین و با آب مقایسه گردید که مقدار آن برای پرکلرواتیلن و آب به ترتیب ۹۴/۳۲ و ۳۱/۳۲ سانتی متر بر روز بدست آمد. هدایت هیدرولیکی غیر اشباع دو سیال هم به عنوان تابعی از پتانسیل ماتریک خاک بر پایه‌ی مدل‌های معلم-ون‌گنوختن، معلم- بروکس-کوری و معلم-کوسوگی بدست آمد. مقدار پارامترهای توزیع تخلخل(و) و پتانسیل ورود هوا به خاک ( ) در مدل‌های معلم- بروکس-کوری و معلم-کوسوگی برای پرکلرواتیلن از آب بیشتر است. در هر سه مدل منحنی هدایت هیدرولیکی پرکلرواتیلن در قسمتهای بیشتر نمودار، بالاتر از آب قرار گرفته است. پرکلرواتیلن به دلیل هدایت هیدرولیکی بیشتری که نسبت به آب دارد در صورت ورود به خاک حرکت سریع تری را به سمت آبهای زیر زمینی خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: آلودگی محیط زیست، پرکلرواتیلن، فاز مایع غیر آبی، هدایت هیدرولیکی

مقدمه
هدایت هیدرولیکی قدرت و توان خاک را در انتقال آب و آلاینده نشان می‌دهد. به طور عمده عوامل مؤثر بر هدایت هیدرولیکی بر منحنی نگهداشت خاک نیز اثر می‌گذارند. از جمله روش‌های پاک‌سازی محیط متخلخل، خروج مواد آلاینده از طریق زهکشی خاک است. پس از زهکشی، مقداری آلاینده تحت تأثیر نیروهای مویینگی به صورت لایه‌ای نازک در سطح ذرات خاک و نیز روی سطح آب منفذی موجود در خاک قرار می‌گیرند . در میان آلاینده‌های نامحلول، کلرواتان‌ها به عنوان آلاینده‌های مهم آبهای زیر زمینی هستند و از جمله کلرواتان‌های رایج می‌توان به پرکلرواتیلن و تری‌کلرواتیلن اشاره نمود .لازمه مطالعه رفتار مواد آلاینده در خاک، آگاهی از ویژگی‌های این ترکیبات و نیز ویژگی‌های هیدرولیکی خاک است. ون‌گنوختن (Van Genuchten, ۱۹۸۰) با تلفیق مدل منحنی رطوبتی ون‌گنوختن و مدل بروکس-کوری با استفاده از مدل معلم معادلاتی را به صورت زیر بدست آورد.

$$K_r = S_e^{(2.5+\frac{2}{\lambda})} \qquad (۱)$$

$$K_r = S_e^{0.5}\{1-[1-S_e^{\frac{1}{m}}]^m\}^2 \qquad (۲)$$

مدل معلم- کوسوگی که با ترکیب مدل معلم (Mualem, ۱۹۷۸) با مدل کوسوگی(Kosugi,۱۹۹۴) بدست آمده است؛ به شرح زیر است:

$$K(S_e) = \begin{cases} K_s S_e^{l}\left\{\frac{1}{2}erfc\left(\frac{\ln(h/a)}{\sqrt{2n}}+\frac{n}{\sqrt{2}}\right)\right\}^2 & h<0 \\ K_s \end{cases} \qquad (۳)$$

ون‌گل و روی از روابط فشار- اشباع (*S-P*) اشباع باقی مانده‌ی *NAPL*ها و بدست آوردن مدلی مناسب برای پیش بینی رفتار آن‌ها در محیط‌های متخلخل استفاده کردند و نتیجه گرفتند هنگامی که تمامی NAPL محیط، شامل *NAPL* باقی مانده و محصور شده باشد نفوذپذیری نسبی *NAPL* به سمت صفر میل خواهد کرد. پارکر و لنهارد ، مدل‌های ون‌گنوختن و معلم-

[۱۵۲]. Nonaqueous Phase Liquids

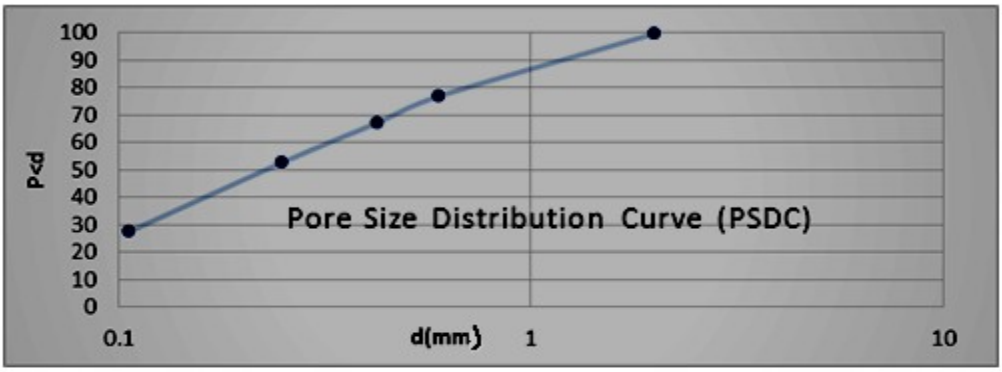
ون‌گنوختن را برای سیستم سه فازی هوا-آب-*NAPL* و سیستم دو فازی *NAPL*-هوا در یک خاک شنی اصلاح کردند. این محققان فرض نمودند که قابلیت خیس‌کنندگی آب بیشتر از *NAPL* و *NAPL* بیشتر از هوا است. هدف از این پژوهش تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع در سیستم دو فازی پرکلرواتیلن-هوا و برآورد هدایت هیدرولیکی غیراشباع توسط مدل‌های معلم-ون‌گنوختن، معلم-بروکس‌وکوری، و مدل معلم -کوسوگی، در سیستم‌های دوفازی *NAPL*-هوا است.

مواد و روش ها

ویژگی‌های فیزیکی و منحنی توزیع اندازه ذرات محیط متخلخل مورد مطالعه در این پژوهش به ترتیب در جدول ۱ و شکل ۱ ارائه شده است. پارامترهای فیزیکی g و dg به ترتیب انحراف معیار هندسی و میانگین هندسی قطر ذرات خاک می‌باشند.

جدول ۱. ویژگی¬های فیزیکی خاک مورد استفاده در پژوهش

بافت	تخلخل حجمی (%)	$_b$ (g.cm^{-3})	$_p$ (g.cm^{-3})	dg)mm(	$_g$
PGS	۴۷/۰	۲۲/۱	۲۹/۲	۰۶۶/۱	/۵۸۳



شکل ۱ منحنی توزیع اندازه‌ی ذرات خاک *SiL*

پرکلرواتیلن با نام اختصاری (*PCE*)، از گروه ترکیبات آلیفاتیک کلردار با فرمول شیمیایی آن (C_2CL_4) و دارای جرم مولکولی و چگالی به ترتیب ۸/۱۶۵ g/ml و ۶/۱ g/ml است. این ترکیب به صورت مایعی فرار، به شدت پایدار و اغلب غیر قابل اشتعال می‌باشد. میزان حلالیت پرکلرواتیلن به میزان ۱۱۵۰ mg/l در ۲۰ ^oC است . پرکلرواتیلن تحت شرایط بی هوازی از طریق فرایند هالوژن زدایی احیایی[۱۵۳] به تری کلرواتن (*TCE*)، ایزومرهای دی‌کلرواتان (*DCE*) و سایر ترکیبات همچون وین‌کلرید[۱۵۴] و اتن تبدیل می‌شود (Amin *et al*, ۲۰۰۱).

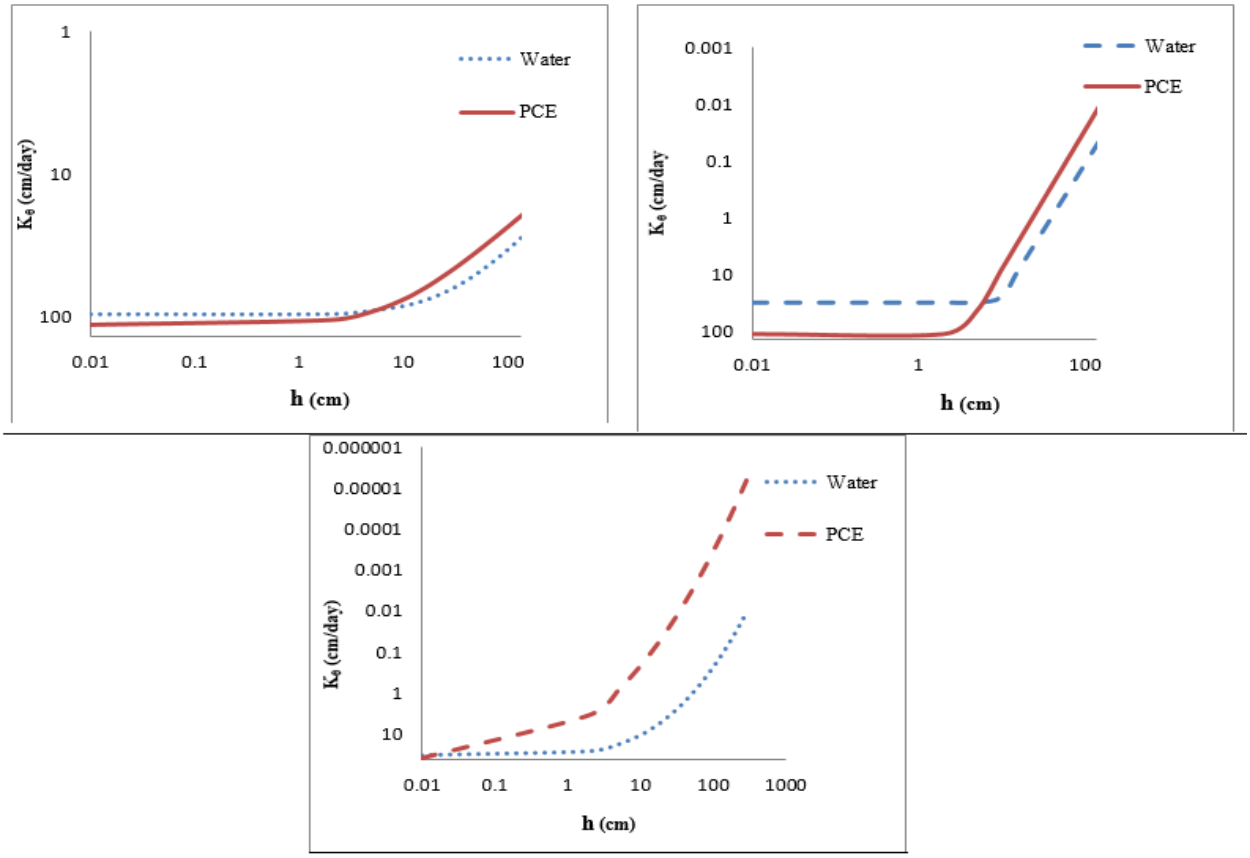
برای تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع از روش بار پایا یا ثابت[۱۵۵] استفاده شد. مقدار مشخصی از خاک مورد مطالعه در درون استوانه با ابعاد مشخص ریخته شد، عمل فشرده سازی خاک درون استوانه به منظور اعمال جرم مخصوص ظاهری انجام شد. پس از برقراری جریان تحت فشار بار ثابت، دبی سیال عبوری از خاک در مدت زمان مشخص اندازه گیری شد و در نهایت مقدار هدایت هیدرولیکی محیط بدست آمد.

نتیجه گیری و بحث

شکل ۲ برآورد هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک *SiL* بر مبنای مدل‌های معلم-ون‌گنوختن، معلم-بروکس‌وکوری و معلم-کوسوگی را برای سیالات آب و پرکلرواتیلن نشان می‌دهد. با توجه به شکل می‌توان دریافت که در مورد مدل معلم-ون‌گنوختن و معلم-بروکس- کوری، هدایت هیدرولیکی آب در مکش‌های صفر و نزدیک به اشباع (کمتر از ۱۰ سانتی‌متر) بیشتر از پرکلرواتیلن و در مکش‌های بیشتر(بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر) هدایت هیدرولیکی خاک برای پرکلرواتیلن با شدت بیشتری نسبت به آب افزایش می‌یابد و به صورت پرکلرواتیلن> آب است. جداول (۲) پارامترهای مدل‌های هدایت هیدرولیکی معلم-ون‌گنوختن، معلم-بروکس -کوری و

[۱۵۳]. Dehalorespiration
[۱۵۴]. Viny chloride
[۱۵۵].Constant Head Method

معلم- کوسوگی را نشان می‌دهد؛ در بیشتر موارد، پارامترهای توزیع تخلخل (n) در مدل هیدرولیکی معلـم- ون‌گنـوختن بـرای آب از پرکلرواتیلن بیشتر است، در مدل معلم- بروکس-کوری پارامتر برای پرکلرواتیلن بیشترین است و در مدل معلم- کوسوگی هم پارامتر برای پرکلرواتیلن بیشتر است که به رفتار نگهداشت این سیالات در محیط متخلخل مربـوط می‌شـود. پارامترهـای نقطـه مکـش ورود هوا ( ) برای پرکلرواتیلن نسبت آب بیشتر است. همچنین، پارامترهای توزیع تخلخل خاک کمتر از پارامترهای نقطـه مکـش ورود هـوا به خاک تغییر می‌کنند.



شکل ۲. منحنی‌های هدایت هیدرولیکی خاک *SiL* در سیستم‌های دو فازی برای سیالات آب و پرکلرواتیلن

جدول ۲. پارامترهای مدل های منحنی نگهداشت و هدایت هیدرولیکی خاک *SiL*

سیال	مدل										
	پارامترهای مشترک		LN		M-BC و BC,			VG-M و VG			
	K_s (cm.day^{-1})	θ_s	δ	α^*	θ_r	λ	α^*	ℓ	α'	m	n
پرکلرواتیلن	۳۹/۹۴	۰/۴۱	۳/۱۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۱۵	۰/۲۹۵	۰/۵	۰/۱۲۷	۰/۱۱	۱/۱۲
آب	۳۲/۳۱	۰/۴۱	۲/۲۶	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۵	۰/۰۲۹	۰/۲۵	۱/۲۵

معلم در مدل کوسوگی، . ۴.پارامتر .در مدل بروکس-کوری، ۳ .در مدل ون گنوختن، ۲ .۱

منابع

Amin, M.M., Faraji, M., Momenbeik, F. and Hasanzadeh, A. ۲۰۱۱. Biodegradation of Perchloroethylene (PCE) in the Synthetic Industrial Wastewater Using Anaerobic Migrating Blanket Reactor (AMBR). *Health System Research,*۷.

Huling, S.G. and Weaver, J.W. ۱۹۹۱. *Dense nonaqueous phase liquids*: Superfund Technology Support Center for Ground Water, Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory.

Kaseros, V.B., Sleep, B.E. and Bagley, D.M. ۲۰۰۰. Column studies of biodegradation of mixtures of tetrachloroethene and carbon tetrachloride. *Water Research*, ۳۴(۱۷): ۴۱۶۱-۴۱۶۸.

Kosugi, K. ۱۹۹۴. Three-parameter lognormal distribution model for soil water retention. *Water Resources Research*, ۳۰(۴): ۸۹۱-۹۰۱.

Mualem, Y. ۱۹۷۸. Hydraulic conductivity of unsaturated porous media: generalized macroscopic approach. *Water Resources Research*, ۱۴(۲): ۳۲۵-۳۳۴.

Parker, J. and Lenhard, R. ۱۹۸۷. A model for hysteretic constitutive relations governing multiphase flow: ۱. Saturation-pressure relations. *Water Resources Research*, ۲۳(۱۲): ۲۱۸۷۲۱۹۶

Schwille, F. and Pankow, J.F. ۱۹۸۸. Dense chlorinated solvents in porous and fractured media- model experiments

Van Geel, P. and Roy, S. ۲۰۰۲. A proposed model to include a residual NAPL saturation in a hysteretic capillary pressure-saturation relationship. *Journal of contaminant hydrology,* ۵۸(۱): ۷۹-۱۱۰.

van Genuchten, M.T. ۱۹۸۰. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J*, ۴۴(۵): ۸۹۲-۸۹۸.

Abstract

The water-insoluble contaminants such as Nonaqueous Phase Liquids, destroy the organisms due to residual effects. In this study, the hydraulic conductivity of Perchloroethylene in clay textured soil was determined by constant head method and compared tothat of water. The value of hydraulic conductivity was measured to be ۳۲.۹۴ and ۳۲.۳۱ cm. day$^{-۱}$ for Perchloroethylene and water, respectively. The unsaturated hydraulic conductivity for both fluids as function of matric potential obtained based on Mualem-Brooks-Corey, Mualem-van Genuchten and Mualem-Kosugi models was larger than that of water. The value of pore size distribution perameters (i.e. and) and air entry value parameter ( ) in Mualem-Brooks-Corey and Mualem-Kosugi models for Perchloroethylene was larger than water. In most places of the chart, the hydraulic conductivity curve of Perchloroethylene in three models, is located above the water, due to the different physical properties of the fluids. Perchloroethylene has more hydraulic conductivity compared to water and it would move much faster to the groundwater if entered into the soil.

اثر استفاده از شیرابه کمپوست زباله بر قابلیت جذب روی در خاک

علی غلامی [۱]، حدیث رضایی میرقاید [۲]، شهرام احمدی [۲]
هیات علمی دانشگاه آزاد سلامی اهواز، ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اهواز

چکیده
این تحقیق در قالب یک طرح آماری اسپیلت پلات با تیمارهای اصلی شامل B: آبیاری با آب چاه منطقه به عنوان شاهد،R: تناوب آبیاری با شیرابه و آب چاه. تیمارهای فرعی شامل S۱: آبیاری قطره‌ای سطحی و S۲: آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بود. عملیات اعمال تیمار ۲ ماه پس از استقرار نهالهای کاج و سرو دو ساله آغاز شد.نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصدآزمون دانکن بین تیمارهای تناوب با شاهد از نظر کاهش pH، همچنین افزایش غلظت روی قابل جذب خاک وجود داشته و این افزایش متناسب با مقدار شیرابه اضافه شده بود. با گذشت زمان و کاربرد شیرابه متوسط pH، ۴۶/۰ کاهش و همچنین متوسط Zn قابل جذب در خاک ۴۳/۵ میلی گرم بر کیلوگرم افزایش نشان داد. لیکن با کاربرد شیرابه به دلیل کاهش موضعی pH خاک، قابلیت جذب روی خاک افزایش معنی‌داری را با تیمار شاهد داشت.

واژه های کلیدی:تناوب، نوع آبیاری،شیرابهکمپوست زباله، قابلیتجذب روی

مقدمه
از آنجا که روز به روز برای یافتن و بهره‌برداری از منابع جدید آب لازم است هزینه بیشتری پرداخت شود، لذا استفاده مجدد از آن یك اصل قابل توجه است (جوهرزاده، ۱۳۸۰). ایران از جمله کشورهای خشك و نیمه‌خشك دنیا به حساب مي‌آید. میزان مصرف آب در کشاورزی بالاترین سهم را در بین کلی مصارف به خود اختصاص داده است (افیونی و همکاران، ۱۳۷۷) .شیرابه در مراحل مختلف انتقال زباله به کارخانه و تبدیل آن به کود کمپوست تولید مي‌شود که اگر به نحو احسن جمع‌آوری و کنترل نشود، مشکلات زیست محیطی زیادی را به بوجود خواهد آورد (پناهپور،۱۳۸۸). آبیاری با پساب کارخانه کودآلی مستلزم تصفیه پیش از استفاده است (اقلی و همکاران، ۱۳۸۱).استفاده از این منابع آبی در کشاورزی فاریاب سابقه دیرینه دارد و چین قریب به بیش از ۳۳/۱ میلیون‌هکتار از اراضی تحت آبیاری با فاضلاب تصفیه شده (قریشی،۱۳۸۵). ترکیب شیمیایی و فیزیکی شیرابه حاصل از فرآیندهای تبدیل زباله شهری به کود کمپوست تابع ترکیب زباله تحویل شده به کارخانه است. لذا طبیعی است که ترکیب شیرابه حاصل و از جمله مقدار آب آن با فصل و ماه تغییر نماید(پناهپور ،۱۳۸۸). هدف از این تحقیق بررسی استفاده از تناوب آبیاری با شیرابه و آب در وضعیت غلظت عنصر روی در خاك بود.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در مزرعه‌ای واقع در شرق اصفهان و در محدوده طول جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه انجام شد.ارتفاع از سطح دریا ۱۵۵۵ متر می‌باشد،متوسط بارندگی در این منطقه حدود ۱۲۰ میلی‌متر، متوسط دمای سالیانه آن ۱۶ درجه سانتی‌گراد است. خاک منطقه از سری گلشهر و با بافت لومی است و در منطقه مورد مطالعه همه خاک‌ها در رده‌ی Aridisols قرار گرفته‌اند(شریفیان‌پور، ۱۳۸۷)و آزمایش با طرح اسپیلت پلات با دو تیمار اصلی و دو تیمار فرعی و کاشت دو گونه درخت شامل نهال‌های دو ساله‌ی کاج و سرو انجام گرفت.
حدود ۲۰۰ لیتر از شیرابه با آب چاه مزرعه تا هدایت الکتریکی ds/m۴ شد.متوسط دبی خروجی قطره‌چکان‌ها ۱۰ لیتر در ساعت و دور آبیاری با توجه به بافت خاك به صورت یك روز در میان بود. در هر دور حدود ۲۰ لیتر شیرابه به هر درخت داده مي‌شد. بنابراین حجم شیرابه مصرفی برای تیمار تناوب(I)، ۱۵۰ لیتر در ماه بود. مدت زمان هر دور آبیاری دو ساعت و دبی آن ۱۷/۰ لیتر در دقیقه بود.تیمارهای اصلی شامل آبیاری با آب چاه مزرعه به عنوان شاهد(N) و تناوب آبیاری، یك دور آبیاری با شیرابه‌ای که EC آن به ds/m۴ رسیده است و یك دور با آب چاه مزرعه(I).تیمارهای فرعی شامل آبیاری قطره‌ای سطحی(S۱)،آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، که قطره‌چکان‌ها در عمق ۳۰ سانتي‌متری قرار گرفته‌اند(S۲).

I	N	I	N	I	N	N	I	I	I	N	N
S۱	S۲	S۲	S۱	S۲	S۲	S۲	S۲	S۱	S۱	S۱	S۱

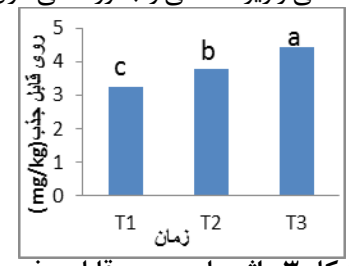
شکل ۱- نقشه طرح آماری

S۱: آبیاری قطره‌ای سطحی، S۲: آبیاری قطره‌ای زیر سطحی، N: آبیاری با آب چاه به عنوان شاهد، I: تناوب آبیاری با شیرابه و آب چاه، : نهال سرو، : نهال کاج

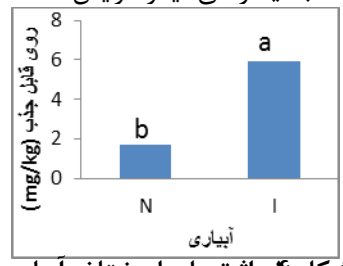
در این تحقیق هدایت الکتریکی و اسیدیته (APHA,۱۹۹۸) و همچنین غلظت روی در شیرابه هضم شده، توسط دستگاه جذب اتمی مدل پرکین-المر مدل ۳۰۳۰ اندازه‌گیری شد (Nelson and Sommers,۱۹۸۷).پ‌هاش نمونه‌های خاک در گل اشباع و هدایت الکتریکی آن در عصاره گل اشباع (Page and Keeney,۱۹۸۶) و مقدار روی قابل جذب خاک از روش عصاره‌گیری با DTPA۰۰۵/۰ مولار و قرائت با دستگاه جذب اتمی پرکین المر مدل ۳۰۳۰ ((Lindsay and Norvell,۱۹۷۸اندازه‌گیری شد.تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل و بدست آوردن ضرایب همبستگی با استفاده از نرم‌افزار MSTATC، تعیین سطوح معنی‌دار ی توسط آزمون دانکن و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

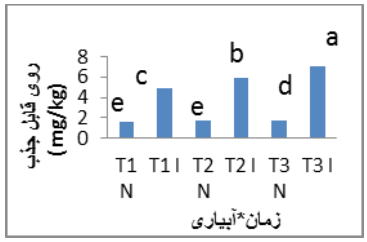
شیرابه می‌تواند به عنوان یک کود آلی مایع در اراضی کشاورزی استفاده شود. هدایت الکتریکی شیرابه ۲۴ دسی‌زیمنس بر متر بود که خود معرف وجود مقدار زیادی املاح محلول در شیرابه و شوری بالای آن است.pHشیرابه نیز به علت وجود اسیدهای آلی و معدنی موجود در آن اسیدی و برابر با ۵ بود. غلظت روی شیرابه ۲۳/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر بود.مقایسه میانگین اثرات معنی‌دار شیرابه زباله بر غلظت روی قابل جذب، در تیمارهای مختلف آزمایشی و نیز اثرات متقابل معنی‌دار این تیمارها بر یکدیگر در اشکال(۳تا ۹) نشان داده شده است. چنانچه ملاحظه می‌شود با گذشت زمان، متوسط غلظت روی قابل جذب از ۵۸/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در شروع آزمایش به ۲۶/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در پایان دوره اول (۶۸/۱ واحد افزایش)، در پایان دوره دوم به ۷۷/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۵۱/۰ واحد افزایش) و در پایان دوره سوم متوسط مقدار آن به ۴۳/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۶۶/۰ واحد نسبت به دوره‌ی قبل) افزایش نشان داد. گذر زمان و کاربرد شیرابه باعث افزایش مقدار روی قابل جذب خاک شد. متوسط غلظت روی در اثر کاربرد شیرابه در لایه زیر سطحی خاک بیشتر از لایه سطحی بدست آمد. لذا با توجه به اینکه حد قابل قبول روی بین ۲ تا ۶ میلی‌گرم برکیلوگرم می‌باشد، هر دو تیمار تناوب توانسته‌اند این نیاز را برآورده نمایند. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و زمان (شکل ۵) نشان داد که تیمار تناوب با گذشت زمان روی قابل جذب خاک را بطور معنی‌داری نسبت به تیمارهای شاهد افزایش داد.مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و عمق (شکل ۸) نشان داد که تیمار های تناوب غلظت روی قابل جذب خاک سطحی و زیر سطحی را بطور معنی‌داری نسبت به تیمارهای دیگر افزایش داد.



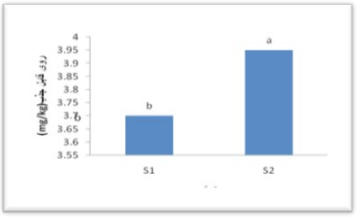
شکل ۳- اثرزمان برروی قابل جذب خاک



شکل ۴- اثرتیمارهایمختلف آبیاری برروی قابل جذب خاک



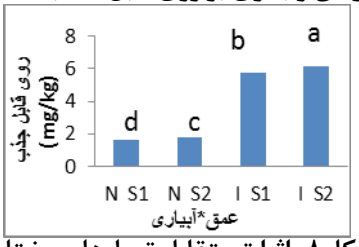
شکل ۵- اثراتم تقابل تیمارهای مختلف .زمان وآبیاری بر روی قابل جذب خاک



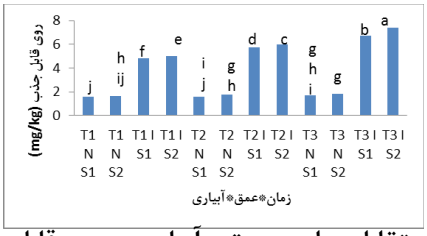
شکل۶- اثر شیرابه درعمق‌های مختلف برروی قابل جذب خاک



شکل۷- اثرمتقابل عمق وزمان برروی قابل جذب خاک



شکل۸-اثرات متقابل تیمارهای مختلف .عمق و آبیاری بر روی قابل جذب خاک



شکل۹-اثر متقابل زمان و عمق و آبیاری بر روی قابل جذب خاک

مقایسه میانگین اثراتم تقابل تیمارهای مختلف آبیاری وعمق وزمان (شکل ۹) نشان دادکه تیمارهای تناوب باگذشت زمان دردوعمق غلظت رویقابل خاک رابطورمعنی دارافزایش داد.

شیرابه زباله علاوه براضافه کردن مقدارزیادی روی به خاک با کاهش pHوافزایش ماده آلی خاک،موجب افزایش غلظت روی قابل جذب خاک شد (ملکوتیوهمایی، ۱۳۸۳). گزارشات محمدی‌نیا (۱۳۷۴) وگندمکار (۱۳۷۵) نشان دادکه دراثراستفاده ازشیرابه مقدار روی قابل جذب خاک افزایش یافت. نتایج برخی گزارشات نشان داد رابطه معکوس ومعنی‌داری بین pHخاک وغلظت روی قابل استفاده وجود داشته و با کاهش pH،مقدار روی قابل استفاده خاک افزایش می‌یابد (پناهپور،۱۳۸۸).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

حفظ باروری خاک‌ها و در عین حال آلوده نکردن آن‌ها یک امر ضروری جهت تولید دراز مدت محصولات کشاورزی در این خاک‌هاست.از این‌رو استفاده درست از پسماندها نظیر شیرابه زباله و شیرابه کمپوست می‌تواند خاک را بارور و حاصلخیز نگه دارد،چرا که شیرابه دارای ۳۵ تا ۸۵ درصد ماده آلی در ماده خشک و مقادیر قابل توجه عناصر غذایی است که در باروری خاکها بسیار مهم‌اند،همچنین شیرابه دارای قدرت اسیدی بالایی است که در بالا بردن قابلیت جذب عناصر ریز مغذی نظیر روی نقش بسزایی دارد. با گذشت زمان، غلظت قابل جذب روی خاک به طور غیرمعنی‌داری افزایش یافتبا توجه به محدوده کفایت و قابل قبول غلظت روی در خاک و فراهم شدن این محدوده‌ی غلظت برای این عنصر توسط تیمار تناوب، لذا بکارگیری شیرابه زباله بصورت متناوب با آب آبیاری در عمق ۳۰-۶۰ بهترین تیمار شناخته شد.البته لازم به ذکر است چون ترکیب زباله‌های شهری و در نتیجه شیرابه حاصل از آن با زمان تغییر می‌کند،لذا جهت استفاده از شیرابه زباله به عنوان کود در خاکهای کشاورزی ،کنترل ترکیب شیمیایی شیرابه ضروری است. در این تحقیق از شیرابه‌ای که به نسبت ۱به ۴ رقیق شده بود استفاده گردید،توصیه می‌شود غلظت‌های دیگر شیرابه نیز در خاک انجام گیردو برای این گیاهان غلظت‌های مختلف شیرابه مورد آزمون قرار گرفته و بهترین نسبت آب و شیرابه با توجه به کیفیت آب منطقه به دست آید.پیشنهاد می‌شود این آزمایش برای سایر گونه‌های گیاهی و نیز سایر سری های خاک با بافتهای مختلف نیز انجام پذیرد.

منابع

افیونی، م. و رضائی نژاد، ی و خیام باشی، ب. ۱۳۷۷. اثر لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین به کاهو و اسفناج .مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ، جلد دوم،شماره ۱،صفحه های ۱۹تا ۳۰.

اقلی،حسن. و لیاقت، ع. و میراب زاده،م. ۱۳۸۱. تغییرات میزان مواد آلی خاک در نتیجه آبیاری با فاضلاب های خانگی و خودپالایی آن. مجله ی آب و فاضلاب، شماره ۴۲،صفحه های ۲تا ۱۱.

پناهپور، ا.۱۳۸۸. بررسی تاثیر شیرابه کمپوست بر کیفیت خاک و روند حرکت املاح آن ، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

جوهر زاده ، م. ۱۳۸۰. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی ، مجموعه مقالات همایش بهره برداری از منابع جدید شونده و بازیافت در کشاورزی. صفحه های ۲۷۵تا ۲۶۵.

شریفیان پور، گ. ۱۳۸۷. اثر شیرابه کمپوست بر اصلاح خصوصیات کیفی خاک ها منطقه شرق اصفهان ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

قریشی، س.م. ۱۳۸۵. بررسی اثرات استفاده از پساب ذوب روی اصفهان در شرایط آبیاری و کاربرد لجن، پایان نامه کارشناسی ارشدخاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز.

گندمکار، ا. ۱۳۷۵. اثر شیرابه ی زباله و شیرابه ی کمپوست بر خصوصیات خاک و رشد و عملکرد گیاه ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

محمدی نیا، ع. ۱۳۷۴. ترکیب شیمیایی کمپوست زباله و اثر آن بر خاک و گیاه . پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان .

ملکوتی ، م.ج. و همایی،م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک های مناطق خشک و نیمه خشک، مشکلات و راه حل ها، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ویرایش دوم ، صفحه ۴۹۴.

APHA, ۱۹۹۸, Standard method for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington, D.C., ۱۵۶۶ PP.

Lindsay W.L. and W.A. Norvell.۱۹۷۸.Development of a DtpA soil test a for zinc, iron, and mangenenez capper. Soil Sci. A.M.J.۴۲: ۴۲۱-۴۲۸.

Nelson D.W. and L.E. Sommers. ۱۹۸۷. Total carbon, organic carbon and organic matter, pp. ۵۳۹-۵۷۷. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Microbiological properties, Agronomy ۹.

Page A.L., R. H. Miiler. and D.R. Keeney. ۱۹۸۶. ,method of soil analysis, part ۱۴ :chemical and microbiological, Second Edition, Soil Sci. SOC. Am. Inc., ۱۱۵۹p.

Abstract

This study in order to evaluate the effect of using Compost leachate on the Zinc concentration in soil in form of a statistical pattern called ''Split Plot '' by using two main treatments, one subsidiary treatment and three repetitions of the pattern in a three month period. The treatments include: irrigation using well water as a blank treatment and the main treatments include: irrigation using leachate and well water concurrently. Some subsidiary treatments were s۱ (surface drop Irrigation) and s۲ (Sub surface drop Irrigation). Then in the established plots, ۳۶ biannual pine and cypress shrubs were randomly grown. Two months later from planting the treatment begins. The results revealed that there is a significant difference between blank treatments and rotation treatments regarding the pH in the first level of Duncan's test. Also there was an increase in Zinc absorbency of the soil which was in regard to the added amount of Leachate. After using leachate, the average of pH was decreased equal to ۰.۴۶ and also the average of Zn in the soil show an increase in the range of ۵.۴۸ mg/kg. Anyway the available concentration of the Zn in soil in each period was more than past periods. By using leachate and a decrease in the soil pH, there was a significant increase in the soil Zinc absorbency relation to blank treatment.

تاثیر تلقیح باکتری محرک رشد گیاه بر اجزای عملکرد لوبیاقرمز(*Phaseolus vulgarise* L.)

محسن ترک پیچلو [۱]، اصغر رحیمی [۲]، روح ا... صابری ریسه [۳]، بنیامین ترابی [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۲-دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۳- استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۴-استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده
به منظور بررسی تاثیر تلقیح باکتری محرک رشد بر اجزای عملکرد لوبیا قرمز آزمایشی به صورت طرح فاکتوریل دو عاملی در قالب بلوک کامل تصادفی با شش تکرار در گلخانه دانشگاه ولیعصر رفسنجان (عج) انجام شد. تیمارها شامل دو رقم لوبیاقرمز (صیاد و D۸۱۰۸۳) و دو سویه باکتری فلورسودوموناس CHA۰ و (VUPF۵ که به صورت سوسپانسیون تهیه و با ریشه گیاه تلقیح شد بودند. نتایج به دست آمده نشان داد که تلقیح باکتری تاثیر معنی‌داری در رشد اجزای عملکردی گیاهان مورد بررسی ندارد. اختلاف معنی دار در اندازه‌گیری اجزای عملکرد بین رشد دو رقم متفاوت لوبیاقرمز در این آزمایش مشاهده شد. بیشترین اجزای عملکرد مربوط به رقم D۸۱۰۸۳ و کمترین اجزای عملکرد مربوط به رقم صیاد می‌باشد. همچنین اثر باکتری در این آزمایش معنی‌دار نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: لوبیاقرمز، باکتری محرک رشد ریشه، اجزای عملکرد، تلقیح.

مقدمه
اهمیت حبوبات در ایران پس از گندم و جو است. به‌طوری‌که دانه لوبیا دارای ۲۵-۲۰ درصد پروتئین و ۵۶-۵۰ درصد هیدرات کربن می‌باشد و در مقایسه با غلات ۲ تا ۳ برابر و نسبت به گیاهان نشاسته‌ای ۱۰ تا ۲۰ برابر پروتئین دانه بیشتری دارد (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). امروزه به‌کارگیری جانداران مفید خاکزی تحت عنوان کودهای بیولوژیک به‌عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگه‌داشتن سیستم حیاتی خاک در اراضی کشاورزی، مطرح می‌باشد. علاوه بر این، تأمین عناصر غذایی به صورتی کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط زیست از مهم‌ترین مزایای کودهای بیولوژیک محسوب می‌شوند (راستین، ۱۳۸۰).
کشاورزی ارگانیك یك سیستم تولیدی است که در آن کاربرد کودهای شیمیایی، حشره کش ها، علف کش ها و تنظیم کننده های رشد که به صورت مصنوعی تهیه می شوند مجاز نیست و کاربرد گسترده و مناسب کودهای زیستی، بقایای گیاهی، کودهای دامی، بقولات و کودهای سبز توصیه میشود .(Orhan *et al*., ۲۰۰۶) هدف از عملیات کشاورزی ارگانیك افزایش تنوع زیستی، ایجاد چرخه‌های بیولوژیك خاك در سیستم‌های زراعی به شکلی است که همانند اکوسیستم‌های طبیعی از نظر اجتماعی، اکولوژیکی و اقتصادی پایدار باشد .(Samman *et al*., ۲۰۰۸)

مواد و روش‌ها
این آزمایش در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر رفسنجان در سال ۹۴-۹۳ و به صورت طرح فاکتوریل ۲عاملی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و به روش کشت گلدانی انجام می‌شود.
در این آزمایش کشت دو رقم لوبیاقرمز (صیاد و D۸۱۰۸۳) و تاثیر دو سویه باکتری (CHA۰ و VUPF۵) که در مرحله سه برگی گیاه با ریشه تلقیح داده می‌شود مورد بررسی قرار می‌گیرد. تعداد تکرار برای هر رقم لوبیاقرمز و هر سویه باکتری شش گلدان می‌باشد. همچنین برای هر رقم لوبیا، شش گلدان به عنوان شاهد بدون تلقیح باکتری در نظر گرفته می‌شود. باکتری‌ها در محیط کشت NA رشد داده می‌شوند و سپس به صورت سوسپانسیون (با طول موج nm۵۴۰ و جمعیت $۱۰^{۸}$ برای هر گرم خاک) تهیه و به‌صورت محلول با آب مقطر با ریشه هر بوته تلقیح داده شد. آبیاریس گیاهان بر اساس نیاز انجام گرفت. سپس برخی صفات فیزیولوژیکی این گیاهان مورد اندازه‌گیری و تجزیه قرار گرفت.

نتایج و بحث
نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تلقیح باکتری‌های مورد بررسی با گیاه لوبیاقرمز اثرات متفاوتی را بر اجزای عملکردی گیاه دارد، به طوری‌که بعضی صفات دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند و برخی صفات دیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. با توجه به نتایج به دست آمده از نتایج تجزیه واریانس، مشاهده شد که وزن خشک برگ و سطح‌برگ و کلروفیل a و b و کارتنویید در رقم و باکتری و اثر متقابل رقم و باکتری دارای اختلاف معنی داری نمی‌باشد. وزن خشک ساقه و حجم ریشه در رقم دارای اختلاف معنی دار می‌باشد و در سایر اثرات دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشد. همچنین وزن خشک ریشه و میزان کلروفلوئورسانس در رقم دارای اختلاف در سطح یک درصد می‌باشد. (جدول ۱).

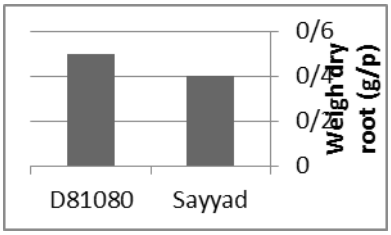
جدول۱- تجزیه واریانس اجزای عملکرد رقم و سویه
و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد * ، ns

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	Fv/Fm	سطح برگ	حجم ریشه	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنویید
تکرار	۵	۰۰۱/۰ ns	۰۰۳/۰ n s	۰۰۰۷/۰ ns	۰۰۰۹/ ۰ ns	۳۴/۱۰ ۱ ns	۰۸۸/۰ n s	۰۷۷/۰ n s	۰۲۷/۰ n s	۰۰۹/۰ n s
رقم	۱	۰۰۰۰۲/ ۰ ns	۰۱۵/۰ *	۰۰۱/۰ **	۰۱۱/۰ **	۱۸/۶۳ ۲ ns	۲۶۱/۰ *	۰۰۷/۰ n s	۰۰۲/۰ n s	۰۱۵/۰ n s
باکتری	۲	۰۰۱/۰ ns	۰۰۲/۰ n s	۰۰۰۰۱/ ۰ ns	۰۰۱/۰ n s	۴۹/۱۷ ۸ ns	۰۶۳/۰ n s	۰۲۱/۰ n s	۰۰۷/۰ n s	۰۰۰۶/ ۰ ns
باکتری* رقم	۲	۰۰۰۶/۰ ns	۰۰۳/۰ n s	۰۰۰۱/۰ ns	۰۰۰۲/ ۰ ns	۸۷/۱۵ ۰ ns	۱۵۳/۰ n s	۰۰۴/۰ n s	۰۰۷/۰ n s	۰۰۰۴/ ۰ ns
خطا	۲۵	۰۰۱/۰	۰۰۲/۰	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۶/ ۰	۲۲/۱۵ ۹	۱۷۲/۰	۰۴۷/۰	۰۱۵/۰	۰۱۱/۰
ضریب تغییرات		۳۱۶/۲۲	۸۱۵/۳ ۳	۲۲۲/۲۱	۳۴۶/۳	۳۵۶/۳ ۳	۴۵/۴۰	۳۹۴/۱ ۲	۳۶۲/۲ ۴	۸۸۶/۲ ۰

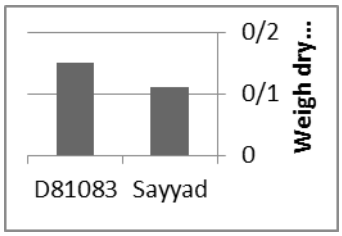
اختلاف معنی دار بین صفات وزن خشک ساقه و ریشه، Fv/Fm و حجم ریشه در ارقام مشاهده شد که این اختلاف به دلیل اثر رقم می‌باشد و بیشترین مقدار وزن خشک ساقه، ریشه و میزان کلروفلوئورسانس و حجم ریشه ربوط به رقم D۸۱۰۸۳ و کمترین آن‌ها به رقم صیاد مربوط می‌باشد (جدول ۲ و شکل ۱ و ۲ و ۳ و ۴).

جدول۲- مقایسه میانگین نتایج

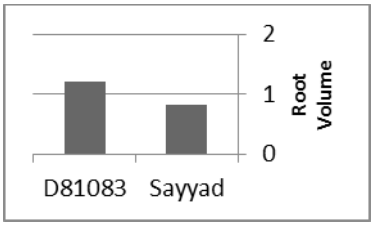
منابع تغییرات	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	Fv/Fm	حجم ریشه
D۸۱۰۸۰	a ۱۵/۰	a ۵۰/۰	a ۷۶/۰	a ۲۱/۱
صیاد	b ۱۱/۰	b ۴۰/۰	b ۷۳/۰	b ۸۳/۰



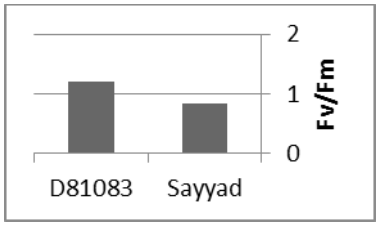
شکل ۱- میزان وزن خشک ساقه در دو رقم لوبیاقرمز



شکل ۲- میزان وزن خشک ریشه در دو رقم لوبیاقرمز



شکل۳- کلروفلوئورسانس در دو رقم لوبیاقرمز



شکل۴- میزان حجم ریشه دو رقم لوبیاقرمز

اثر متقابل رقم و سویه باکتری در صفات وزن خشک برگ، حجم ریشه، کلروفیل a و b و کارتنویید اختلاف معنی داری نداشته و دارای یک حرف (a) می‌باشند. وزن خشک ساقه تحت تاثیر رقم و سویه قرار گرفته و در رقم D۸۱۰۸۳ که با باکتری VUPF۵ تلقیح شده بیشترین مقدار را دارا می‌باشد. وزن خشک ریشه در رقم D۸۱۰۸۳ بدون تلقیح باکتری بیشترین مقدار را دارد.بیشترین سطح برگ نیز در رقم D۸۱۰۸۳ و باکتری VUPF۵ می‌باشد (جدول ۳).

جدول۳- اثر متقابل رقم و سویه باکتری

رقم لوبیا	سویه باکتری	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	Fv/Fm	سطح برگ	حجم ریشه	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنویید
D۸۱۰۸	شاهد		۱۵/۰a		۷۶/۰a	۳۱/۳۶				
۰		۱۴/۰a	b	۰۶/۰a	b	ab	۲۴/۱a	۷۰/۱a	۴۸/۰a	۴۹/۰a
D۸۱۰۸	VUPF					۴۷/۴۷				
۰	۵	۱۵/۰a	۱۷/۰a	۰۵/۰ab	۷۷/۰a	a	۱۶/۱a	۷۶/۱a	۵۵/۰a	۴۹/۰a
D۸۱۰۸			۱۴/۰a		۷۵/۰a	۲۷/۴۲				
۰	CHA۰	۱۶/۰a	b	۰۵/۰ab	bc	ab	۲۳/۱a	۷۵/۱a	۴۹/۰a	۴۷/۰a
صیاد	شاهد	۱۴/۰a	۰۹/۰b	۰۳/۰c	۷۳/۰b	۶۰/۳۰				
					c	b	۷۰/۰a	۷۱/۱a	۵۰/۰a	۵۲/۰a
	VUPF		۱۲/۰a	۰۴/۰ab	۷۳/۰b	۰۵/۳۱				
صیاد	۵	۱۴/۰a	b	c	c	ab	۰۵/۱a	۷۶/۱a	۵۱/۰a	۵۴/۰a
			۱۲/۰a			۲۵/۳۹				
صیاد	CHA۰	۱۷/۰a	b	۰۴/۰bc	۷۲/۰c	ab	۷۶/۰a	۸۲/۱a	۵۶/۰a	۵۲/۰a

منابع

صالح راستین، ن. ۱۳۸۰.کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. ۵۴-۱.

مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۷. زراعت و تولید حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران. چاپ چهارم.

Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M., and Sahin, F. ۲۰۰۶. Effects of plant ngrowth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. Scientia Horticulturae, ۱۱۱: ۳۸-۴۳.

Samman, S., Chow, J.W.Y., Foster, M.J., Ahmad, Z.I., Phuyal, J.L., and Petocz, P.۲۰۰۸. Fatty acid composition of edible oils derived from certified organic and conventional agricultural methods. Food Chemistry. ۱۰۹: ۶۷۰-۶۷۴.

Abstract

To evaluate the effect of PGPR inoculation on growth and yield of red bean, a factorial experiment based on randomized complete block design with six replications conducted in Vali-e-Asr University of Rafsanjan. Treatments consisted of two varieties of kidney bean (sayyad and D۸۱۰۸۳) and two bacterial strains (CHA۰ and VUPF۵). Results indicated that the bacterial inoculate was not significant effect on component yield of these two kidney bean. However it was observed significant impact on growth, yield components between two verieties. the difference between the growth of two different varieties of kidney bean was observed in this experiment.

اثر بی‌فنیل‌های‌چندکلره بر جوانه‌زنی و برخی شاخص‌های رشد گیاهچه ذرت

مریم سلیمی زاده [۱]، مهران شیروانی [۲]، حسین شریعتمداری [۲]، سیده لیلی محبی نوذر [۳]
۱-دانشجوی دکترای شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲-عضو هیات علمی گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳-عضو هیات علمی وزارت جهاد کشاورزی، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

چکیده
بی‌فنیل‌های‌چندکلره (PCBs) جزء سمی‌ترین آلاینده های انسان‌ساخت و پایدار در خاک می‌باشند. یکی از روشهای مناسب در حذف این ترکیبات گیاهپالایی است و اولین قدم در گیاهپالایی موفقیت آمیز، جوانه زنی بذر و استقرار گیاه در خاک آلوده است. در این مطالعه بذر ذرت در مقیاس آزمایشگاهی در معرض غلظتهای مختلف PCBsحاصل از روغن ترانسفورماتور قرار گرفت تا موفقیت آن در جوانه زنی در چنین شرایطی مشخص گردد. تجزیه گازکروماتوگرافی جرمی (GC-MS) و توزیع بی‌فنیل‌ها بر اساس نوع و تعداد کلر در روغن ترانسفورماتور مورد استفاده نشان داد ترکیبات آن به طور زیادی به ترکیب محصولات تجاری آروکلار ۱۲۶۰و g۱۲۵۴ شباهت دارد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها حاکی از آن بود که اعمال غلظت های مختلف PCBs باعث کاهش مولفه‌های رشد گیاهچه ذرت می‌شود. رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه ذرت در غلظت‌های مختلف PCBs اختلاف معنی دار با شاهد داشته و مقاومت جوانه‌زنی در غلظت های PCBs بیشتر از ۲۵ میلی گرم در لیتر حدود ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. بنابراین رشد و استقرار ذرت در خاک‌های آلوده به مقادیر زیاد PCBs ممکن است به دشواری انجام شود.

واژه های کلیدی: PCBs، گیاهپالایی، ذرت، جوانه زنی

مقدمه
بی‌فنیل‌های چندکلره (PCBs) ترکیبات آلی کلره پایدار هستند که از ترکیب کلر با بی‌فنیل بوجود می‌آیند. این ترکیبات دارای رنگ زرد کم رنگ و حالت چسبنده بوده، بوی ملایم آروماتیکی دارند و از سال ۱۹۲۹ در مواد مختلف از جمله روغن ترانسفورماتورها و مایع دی‌الکتریک خازن ها مورد استفاده وسیع قرار گرفته‌اند. امروزه مقادیر زیادی از روغن‌های ترانسفورماتور آلوده به PCBs مورد استفاده قرارگرفته و در انبارها ذخیره شده‌اند (W.H.O. ۱۹۹۳). با این وجود، معاهده شیمیایی POPs، بی فنیلهای چندکلره را در فهرست مواد شیمیایی اولویت دار برای حذف تدریجی تا پایان سال ۲۰۲۵ قرار داده است. بیشتر آلودگیهای محیط به PCBs شامل مخلوطی از ترکیبات با میزان کلرینه شدن بالا مثل آروکلر ۱۲۵۴، ۱۲۴۲ و ۱۲۶۰ می‌باشد. به علت حلالیت و فراریت کم این ترکیبات و زیاد بودن ضریب اکتانول به آب آنها، PCBs به طور معمول در خاک‌ها و رسوبات بر روی مواد آلی و همچنین مواد معدنی تجمع می‌یابند (Strand, ۲۰۰۴). علی‌رغم مصرف زیاد روغن‌های آسکارل در نیروگاههای برق و صنایع ذوب فلزات در ایران و همچنین اطلاع از خطرات زیست محیطی آنها متاسفانه تحقیقات و آمار منسجمی از غلظت آنها در آبهای زیرزمینی و خاک وجود ندارد. شهبازی و همکاران (۲۰۱۲) عنوان داشتند آلودگی‌های خاک به PCBs در کشور مستند نشده‌اند. همچنین این محققین خاک‌های با کاربری‌های کشاورزی و جنگلی استان گیلان و مازندران را از نظر میزان این ترکیبات مورد بررسی قرار دادندکه نتایج آنها حاکی از زیاد بودن غلظت کانجنرهای PCB۱۸۰، PCB۲۸ و PCB۱۳۸ در این خاک‌ها نسبت به بقیه کانجنرها در کاربری های کشاورزی و جنگلی بود. با توجه به مصرف زیاد PCBs در نیروگاههای برق و پایداری زیاد آنها در محیط استفاده از روشهای مقرون به صرفه و دوستدار محیط زیست به منظور کاهش و حذف آنها ضروری می باشد. گیاه پالایی روشی مناسب برای حذف این آلاینده‌هاست که در آن از گیاهان برای اصلاح خاك‌ها، رسوبات و آبهای زیرزمینی آلوده از طریق خروج آلاینده‌ها، تجزیه و یا مهار آلاینده‌ها استفاده می‌شود (EPA. ۱۹۹۹). گیاهان از يك مسير سه مرحله ای برای سمیت زدایی آلاینده‌هاي‌آلي‌استفاده مي‌كنند. در فاز اول يك گروه واكنش دهنده مثل هيدروكسيل، آمين و يا گروه سولفيدريل به آلاينده متصل شده، در مرحله دوم تركيب ديگری مثل قند به گروه واكنشگر متصل مي‌شود و در نهايت در مرحله سوم آلاينده به درون واكوئل آزاد مي‌گردد و يا با تركيبات ديواره سلولي ادغام مي‌شود. بنابراين تركيبات با سميت كمتر به سلول وارد مي‌شوند (Parkash et al., ۲۰۱۱). تا کنون گزارشی از تاثیر آلودگی PCBs بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت انجام نشده است. از آنجا که جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به عنوان کلید استقرار گیاه تحت شرایط محدود کننده محسوب می‌شود، انجام تحقیقات در خصوص تأثیر PCBs بر جوانه زنی بذر جهت انتخاب گیاه مناسب برای بهسازی خاکهای آلوده به PCBs ضروری به نظر می‌رسد. لذا این تحقیق به منظور بررسی مقاومت جوانه زنی ذرت به غلظت‌های مختلف بی فنیل‌های چند کلره جهت ارزیابی مناسبت این گیاه برای گیاهپالایی اراضی آلوده صورت گرفت. مطالعه بر روی اثرات آلودگی PCBs بر جوانه زنی می‌تواند بستر مناسبی برای پژوهش‌های بعدی در زمینه گیاهپالایی PCBs در خاکهای آلوده توسط ذرت باشد.

مواد و روشها

برای تهیه بی‌فنیل های چند کلره، نمونه روغن ترانسفورماتور از نیروگاه برق بندرعباس تهیه شده و میزان و نوع ترکیبات آن توسط دستگاه کروماتوگرافی جرمی(Agilent 6890N) با شناساگر انتخابی جرمی (Agilent 5973) در آزمایشگاه تجزیه دستگاهی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان تعیین گردید. جهت آماده سازی روغن ترانسفورماتور، ترکیبات مزاحم از طریق مراحل مختلف تمیز کردن با سیلیکاژل و فلوراسیل حذف گردیدند. بیشترین موادی که در روغن‌های زائداتی وجود دارند هیدروکربن‌ها مثل آلکان نرمال، ایزوآلکان، نفتالین و پارافین می‌باشند. این ترکیبات در سنجش PCBs ایجاد مزاحمت می کنند. جهت حذف این مواد، روغن از ستون سیلیکاژل فعال شده در دمای ۲۰۰ درجه سانتی گراد با قطر ذرات ۲۳۰ تا ۴۰۰ مش و فلوراسیل فعال شده در دمای ۱۳۰ درجه سانتی گراد با قطر ذرات ۶۰ تا ۱۰۰ مش و با استفاده از حلال هگزان نرمال عبور داده شد (EPA ۶۰۰). در مرحله تجزیه دستگاهی، گاز حامل هلیوم با جریان ثابت ml min^{-1}۸/۰، دمای تزریق ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد به کار گرفته شد. برنامه دمایی از ۷۵ به ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۵ $^oC\ min^{-1}$ و از ۱۵۰ به ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ^oC min^{-1}۱۵/۲ در زمان نگهداشت یك دقیقه انجام گرفت. ستون مویینه استفاده شده (Agilent 122-5536) DB-5ms با قطر mμ ۲۵/۰ mm× m۳۰ ×۵/۰ بود. به منظور اعمال تیمارهای بی‌فنیل‌های چندکلره سطوح مختلف غلظت PCBs شامل ۳۷۵، ۷۵۰، ۱۵۰۰، ۳۰۰۰، ۶۰۰۰، ۷۵۰۰ میلی گرم در لیتر با استفاده از حلال استون تهیه شد. بذرهای ذرت رقم سینگل گراس ۷۰۴ از مرکز تحقیقات کشاورزی استان هرمزگان تهیه شد. ابتدا بذرهای سالم جدا و استریل شد. کلیه ظروف مورد استفاده در آزمایش از جمله پتری‌دیش‌ها و کاغذ صافی‌ها نیز استریل گردیدند. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. در هر پتری دیش ۹ سانتی متری یک عدد کاغذ صافی تعبیه و ده عدد بذر ذرت روی آن قرار داده شد. سپس، یک میلی لیتر از محلول PCBs به طور جداگانه به پتری دیش ها اضافه شده و ۱۴ میلی لیتر آب مقطر نیز به هر پتری‌دیش افزوده و به آرامی بهم زده شد بطوریکه غلظتهای نهایی ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ میلی گرم در لیتر PCBs حاصل شد. جهت تیمار کنترل پانزده میلی لیتر آب مقطر در هر پتری‌دیش استفاده شد. پتری‌دیش ها در دمای اتاق ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری و بعد از گذشت ۵ روز طول ریشه چه و ساقه چه بذرهای جوانه زده اندازه گیری شد و پس از خشک کردن آنها در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد وزن ریشه چه و ساقه چه به طور جداگانه تعیین گردید. شاخص مقاومت جوانه‌زنی بر اساس معادله زیر محاسبه شد (Eghbal and Rahmati, ۱۹۹۲):

۱۰۰× (میانگین طول ریشه شاهد/ میانگین طول ریشه در تیمار مورد نظر) =شاخص مقاومت جوانه جوانه زنی

برای برآورد درصد جوانه‌زنی از معادله زیر استفاده گردید (Nicols and Heydecker,۱۹۶۸) و میانگین درصد جوانه‌زنی در طی پنج روز محاسبه شد.

۱۰۰ × (کل تعداد بذور / تعداد بذورجوانه زده) = درصد جوانه‌زنی

تاثیرات PCBs بر شاخص مقاومت جوانه زنی و میزان رشد ریشه‌چه و گیاهچه در تیمارهای مختلف بر اساس آزمون تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SPSS۱۶ مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

نوع و میزان ترکیبات بی‌فنیل‌های‌چندکلره اندازه گیری شده با استفاده از دستگاه گازکروماتوگرافی جرمی در روغن ترانسفورماتور در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نوع و میزان ترکیبات بی‌فنیل‌های چندکلره در روغن ترانسفورماتور

ترکیب	نام آیوپاک	غلظت در روغن ترانسفورماتور (میلی گرم در لیتر)
CB۱	Chlorobiphenyl-۲	۴۹۱
CB۵	Dichlorobiphenyl-۲,۳	۵۳۷۱
CB۱۸	Trichlorobiphenyl-۵,'۲,۲	۶۱۱۲
CB۳۱	Trichlorobiphenyl-۵,'۲,۴	۱۳۷۰۳
CB۴۴	Tetrachlorobiphenyl-'۳,۵,'۲,۲	۹۰۴۳
CB۵۲	Tetrachlorobiphenyl-'۵,۵,'۲,۲	۳۲۰۶
CB۶۶	Tetrachlorobiphenyl-'۴,۴,'۲,۳	۱۵۸۲۹
CB۸۷	Pentachlorobiphenyl-'۳,۴,۵,'۲,۲	۴۸۲۲
CB۱۰۱	Pentachlorobiphenyl-'۴,۵,۵,'۲,۲	۹۴۱۳
CB۱۱۰	Pentachlorobiphenyl-۶,'۴,'۲,۳,۳	۲۷۰۳۰
CB۱۳۸	Hexachlorobiphenyl-'۵,'۳,۴,۴,'۲,۲	۲۱۶۵۴
CB۱۴۱	Hexachlorobiphenyl-'۳,۴,۵,۵,'۲,۲	۹۰۱۴۶
CB۱۵۱	Hexachlorobiphenyl-۶,'۳,۵,۵,'۲,۲	۱۸۴۲

CB۱۵۳	Hexachlorobiphenyl-'۵,۵,'۴,۴,'۲,۲	۲۱۸۸۲
CB۱۷۰	Heptachlorobiphenyl-۵,'۴,۴,'۳,۳,'۲,۲	۲۳۹۸۸
CB۱۸۰	Heptachlorobiphenyl-'۵,۵,'۳,۴,۴,'۲,۲	۱۵۶۶۸
CB۱۸۳	Heptachlorobiphenyl-۶,'۵,'۳,۴,۴,'۲,۲	۵۹۱۰۶
CB۱۸۷	Heptachlorobiphenyl-۶,'۵,۵,'۳,۴,'۲,۲	۳۱۲۳۴
CB۲۰۶	-۶,'۵,۵,'۴,۴,'۳,۳,'۲,۲ Nonachlorobiphenyl	۱۱۱۹

بر اساس نتایج بدست آمده غلظت کل کانجنرهای مورد بررسی در روغن مذکور ۳۶۱۶۵۹ میلی گرم در لیتر یا حدود ۳۶ درصد اندازه گیری شد. به طور معمول میزان کل بی‌فنیل های چند کلره در روغن ترانسفورماتور بین ۳۰ تا ۷۰ درصد است (U.S. EPA, ۲۰۱۳). کانجنرهای با تعداد متنوع کلر از کانجنرهای یک کلره تا نه کلره در بین ترکیبات مورد بررسی یافت شد. بررسی توزیع کانجنرها در روغن مورد استفاده نشان داد ترکیب آن به طورقابل توجهی به ترکیب محصولات تجاری آروکلار ۱۲۶۰ و g۱۲۵۴ شباهت دارد. هر چند این مساله را باید در نظر داشت که شباهت کاملی بین ترکیبات موجود در این روغن با آروکلارهای مورد اشاره وجود ندارد که علت این امر می‌تواند محدودیت تعداد کانجنرهای اندازه‌گیری شده باشد. این نتایج مبین مصرف طولانی مدت Clophen A۶۰)معادل آروکلار ۱۲۶۰ (در ایران است (Zahed et al.,۲۰۰۹).

بررسی پارامترهای رشد گیاهچه ذرت تحت تیمار بی‌فنیل‌های‌چندکلره (جدول ۲) نشان داد که در مجموع اعمال غلظت‌های مختلف PCBs باعث کاهش مولفه های رشد گیاهچه ذرت می‌شود (P< ۰.۰۵). درصد جوانه زنی متاثر از میزان بی فنیل های چند کلره بوده است بطوریکه در تیمارهای مختلف تفاوت معنی دار وجود داشت.

جدول ۲- مقایسه تاثیر بی‌فنیل های چند کلره بر میانگین صفات مورد مطالعه بر اساس آزمون دانکن

PCBs (mg/l)	جرم ساقه‌چه (گرم)	جرم ریشه‌چه (گرم)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	مقاومت جوانه‌زنی (درصد)	جوانه‌زنی (درصد)
۰	۱۲/۰±۷۳/ ۰ a	۰۴/۰±۲۲/ ۰ a	۳۵/۰±۵۴ /۵ a	۱۵/۱±۱۵/۱ ۲ a	۱۰۰a	۱۰۰a
۲۵	۱۳/۰±۷۲/ ۰ a	۰۱/۰±۱۷/ ۰b	۱۹/۰±۴۸ /۳ b	۵۹/۰±۴۵/۷ b	۱/۳±۶۷b	۱/۲±۸۲ b
۵۰	۰۵/۰±۴۵/ ۰ ab	۰۲/۰±۱۶/ ۰ b	۴۵/۰±۵۰ /۲ b	۹۴/۰±۰۲/۴ c	۴/۳±۵۵b	۱/۳±۸۰ b
۱۰۰	۰۵/۰±۳۴/ ۰ ab	۰۳/۰±۰۸/ ۰ c	۵۲/۰±۱۵ /۳ c	۷۶/۱±۴۷/۴ c	۸/۴±۲۶c	۸/۲±۶۸ c
۲۰۰	۰۸/۰±۳۶/ ۰ bc	۰۴/۰±۰۸/ ۰ c	۱۴/۰±۲۳ /۱ d	۱۳/۰±۴۲/۱ d	۲/۲±۱۴d	۱/۳±۵۲ c
۳۰۰	۰۶/۰±۵۱/ ۰ bc	۰۳/۰±۰۵/ ۰ cd	۱۵/۰±۱۷ /۱ d	۱۰/۰±۲۰/۱ d	۸/۲±۱۳d	۲/۴±۴۸ cd
۴۰۰	۰۶/۰±۳۱/ ۰ c	۰۲/۰±۰۴/ ۰ cd	۵۵/۰±۲۶ /۱ d	۱۰/۰±۲۰/۱ d	۶/۳±۱۱ d	۲/۲±۳۶ d
۵۰۰	۰۴/۰±۱۵/ ۰ c	۰۱ / ۰±۰۳/۰ d	۵۱/۰±۹۵ /۰ d	۱۲/۰±۹۹/۰ d	۲/۲±۱۱d	۴/۱±۳۳ d

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی دار با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

جرم و طول ریشه چه و طول ساقه‌چه ذرت تحت تأثیر PCBs بطور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت، اما جرم ساقه چه تنها در غلظتهای زیاد PCBs به طور معنی داری کاهش نشان داد (جدول ۲). میانگین جرم ریشه‌چه در غلظت‌های PCBs بیشتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر روند کاهشی منظمی داشت هرچند براساس آزمون دانکن اختلاف تیمارهای ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلی گرم در لیتر PCBs معنی دار نبود. در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر PCBs طول ساقه‌چه و ریشه‌چه ذرت به طور چشم گیری کاهش یافت (جدول ۲) به طوری که جرم و طول ساقه‌چه به ترتیب ۷۸ و ۸۸ درصد تیمار شاهد بود. کاهش درصد مقامت جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد در غلظت ۲۵ و ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر PCBs به ترتیب ۳۵ و ۴۵ و ۷۴ درصد بود. در غلظت های ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی گرم در لیتر PCBs کاهش درصد مقاومت جوانه زنی بین ۸۶ تا ۸۹ درصد متغیر بود. مکانسیم اثر PCBs بر رشد گیاه و

مکانیسم عمل آن شناخته شده نیست (Cho and Sohn, ۲۰۰۲). با این وجود یکی از مواردی که در مواجه با استرس های محیطی اتفاق می افتد تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) مثل رادیکال سوپر اکسید (O_2^-)، هیدروژن پراکسید، اکسیژن منفرد و رادیکال هیدروکسیل (OH^-)است (Cho and Park ۲۰۰۰). گونه های فعال اکسیژن باعث اکسیداسیون لیپید و تخریب غشاء می گردند. در آزمایشی که چاوو و سون (۲۰۰۲) به منظور بررسی اثر برگپاشی PCB۲۹ بر تنش اکسیداتیو و فعالیت آنزیم های آنتی‌اکسیدانت گیاهچه گوجه فرنگی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بعد از گذشت پنج روز از محلول پاشی PCB۲۹، در گیاهان تحت تیمار نسبت به تیمار شاهد میزان MDA و H_2O_2 به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین میزان کاهش O_2^- و فعالیت آکونیتاز که مبین افزایش H_2O_2 است مشاهده شد. این محققین عنوان داشتند که کاهش زیست توده ناشی از کاهش کلروفیل برگها بوده و میزان آنزیم های آنتی اکسیدانت SOD، GP و APX در گیاه افزایش معنی داری داشته است. افزایش فعالیت APX که به عنوان آنزیم کلیدی چرخه گلوتاتیون- اسکوربات در حذف پراکسیداز از طریق تبدیل اسید اسکوربیک به دی هیدروآسکوربات موثراست احتمالا به علت افزایش H_2O_2 بوده است (Asada, ۱۹۹۹).

تحمل گیاه به آلودگی PCBs در مرحله جوانه زنی و رشد گیاهچه به عنوان کلید استقرار گیاه تحت این شرایط محدود کننده است. پاسخ به تنش های محیطی در گیاهان عالی پدیده ای پیچیده و غیر قابل انکار است. نتایج کلی بدست آمده از این تحقیق نشان می دهد که غلظت های اعمال شده PCBs اثرات منفی بر رشد ذرت داشته به طوری که در غلظت زیاد میزان کاهش مقاومت به ۸۹ درصد می‌رسد و در مواردی که میزان PCBs در محیط رشد بیش از ۲۵ میلی گرم در لیتر باشد میزان مقاومت جوانه‌زنی گیاه حدود ۵۰ درصد کاهش خواهد یافت. به منظور تکمیل تحقیقات در زمینه اثر این نوع آلاینده بر جوانه زنی ذرت کشت ذرت در خاک‌های آلوده به روغن ترانسفورماتور به عنوان اصلی ترین منبع PCBs و بررسی اثر جوانه زنی به عنوان فاکتور مهم در اثرگذاری گیاهپالایی در حال انجام است.

منابع

Asada, K. ۱۹۹۲. Ascorbate peroxidase - a hydrogen peroxide scavenging enzyme in plants. Physiol. Plant. ۸۵: ۲۳۵-۲۴۱.

Cho, U. H. and J. O. Park. ۲۰۰۰. Mercury-induced oxidative stress in tomato seedlings. Plant Sci. ۱۵۶: ۱-۹.

Cho, U.H. and J.Y.Sohn.۲۰۰۲. Effect of ۲,۴,۵-Trichlorobiphenyl (PCB-۲۹) on Oxidative Stress and Activities of Antioxidant Enzymes in To m a to Seedlings. Korean J. Ecol. Sci., ۱(۳): ۱۴۷-۱۵۳.

EPA.۱۹۹۹. AmbientWater QualityCriteria forChlorinated Benzenes. Office of Water Regulations and StandardsCriteria and Standards DivisionWashington DC ۲۰۴۶۰.

EPA-۶۰۰/۴-۸۱-۰۴۵, ۱۹۸۲.The Determination of Polychlorinated Biphenyls in Transformer Fluid and Waste Oils, United States Environmental Protection Agency.

Gan R, Berthouex P. ۱۹۹۴Disappearance and crop uptake of PCBs from sludge-amended farming.Water Environ Res.;۶۶:۵۴-۶۹.

Iqbal, M. Z. and K. Rahmati. ۱۹۹۲. Tolerance of Albizialebbeckto Cu and Fe application. Ekologia (CSFR) ۱۱: ۴۲۷-۴۳۰.

Nicols, M.A. W. Heydecker. ۱۹۶۸. Two approaches to the study of germination date,proc.Int.Seed Test. Asso.۳۳:۵۳۱-۵۴۰.

Parkash, O. D., A. H. Elizabeth, R. Pilon-Smits, , B. Meagher and D. Sharon. ۲۰۱۱. Biotechnological approaches for phytoremediation. Plant Biotechnology and agriculture. Oxford: Academic Press. ۱۸: ۳۰۹-۳۲۸.

Shahbazia, A., N., Bahramifarb and E. Smoldersc. ۲۰۱۲. Elevated Concentrations of Pesticides and PCBs in Soils at the Southern Caspian Sea (Iran) are Related to Land Use. Soil and Sediment Contamination. ۲۱:۱۶۰-۱۷۵.

Strand, S. E. ۲۰۰۴.Aerobic Biodegradation of Polychlorinated Biphenyls.CEWA, ESC, MICRO . ۵۱۸:۱-۱۰.

U.S. EPA , ۲۰۱۳. Region ۴ Technical Services Section Issue Paper for Polychlorinated Biphenyl Characterization at Region ۴ Superfund and RCRA Sites.

W.H.O. ۱۹۹۳. Polychlorinated biphenyls and triphenyls, Environmental Health Creteria (EHC), USA.

Yadav, J. S. J. F. Quensen, J. M. Tiedje, and C. A. Reddy. ۱۹۹۵. Degradation of polychlorinate d biphenyl mixture s (Aroclors ۱۲۴۲, ۱۲۵۴, and ۱۲۶۰) by the white rot fungus Phanerochaete chrysosporiumas evidenced by congener-specific analysis. Appl. Environ. Microbiol. ۶۱(۷): ۲۵۶۰-۲۵۶۵.

Zahed M, NabiBidhendi G, Pardakhti A. ۲۰۰۹. Determination of polychlorinated biphenyl congeners in water and sediment in North West Persian Gulf, Iran. Bull Environ Contam. Toxicol. ۸۳:۸۹۹-۹۰۲.

Abstract

Poly chlorinated biphenyls (PCBs) are of the most toxic anthropogenic and persistence contaminants in soils. Phytoremediation has been known as an appropriate technique to remove these compounds from the polluted soils. In this study maize seeds were exposed to different concentrations of PCBs from transformer oil at laboratory scale. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis showed that ۱۹ different PCB congeners presented in the oil. Results of ANOVA analysis demonstrated significant decrease of root and shoot growth of maize seedlings under PCBs treatments. Germination resistance also decreased about ۵۰ percent at PCB concentrations greater than ۲۵ mg $L^{-۱}$. Based on the results of this study different concentrations of PCBs may adversely affect the growth parameters of maize seedling in polluted soils.

بررسی اثرات تلقیح سویههای مختلف قارچ میکوریز آربسکولار روی برخی پارامترهای رشد رویشی گیاه گوجه فرنگی تحت شرایط تنش خشکی

مرتضی پوزش شیرازی [۱]، حسن حقیقت نیا [۲]
۱-عضو هیأت علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر ۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس داراب

چکیده
گوجه فرنگی از مهمترین سبزیجات مورد استفاده انسان می باشدکه مصارف تغذیه ای بسیاری را دارا است. خشکسالی‌های اخیر در منطقه و همچنین استفاده بی رویه از آبهای زیر زمینی در استان بوشهر سبب کاهش آب قابل استفاده توسط کشاورزان شده و یا دور آبیاری را به تعویق انداخته است. قارچ های میکوریزی یا قارچ ریشه ها علاوه بر بهبود تغذیه گیاه بویژه تغذیه فسفر و عناصر کم مصرف، بر کاهش تنش های محیطی از جمله تنش خشکی نیز موثرند. طرح حاضر بصورت آزمایش گلخانه ای بصورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار، در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر انجام گردید. فاکتورهای طرح عبارت بودند از: فاکتور اول شامل تلقیح با چهار گونه قارچ میکوریزای آربسکولار و نیز تیمار شاهد و فاکتور دوم شامل سه سطح رطوبتی خاک بر اساس درصد نقصان رطوبتی از آب قابل استفاده در خاك. نشاء گوجه فرنگی را با چهار نوع ماده تلقیح مورد آلوده نموده و پس از کاشت در گلدان، با آب محاسبه شده بر اساس تیمارهای آبی، آبیاری انجام گردید. نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان داد که اثرات سویه های مختلف قارچ میکورایزا، میزان آب آبیاری و همچنین اثرات متقابل آنها بر اکثر صفات کمّی گوجه فرنگی (شامل درصد کلروفیل، طول ریشه، وزن خشك و تر ریشه، قطر، طول، وزن خشک و تر ساقه، وابستگی میکورایزایی و تعداد برگ در گیاه) در سطح یك درصد معنی دار بود.

واژه‌های کلیدی: گوجه فرنگی ـ تنش خشکی ـ قارچ آربسکولار ـ گلخانه ـ بوشهر.

مقدمه
گیاه گوجه فرنگی یکی از مهمترین سبزیجات مورد استفاده انسان می باشدکه مصارف تغذیه ای بسیاری را دارا است. سطح زیر کشت این محصول در استان بوشهر نزدیك به دوازده هزار هکتار می باشد (بشکانی ۱۳۸۲)که عمده تولید آن بصورت خارج از فصل بوده و بعلت درآمدزایی مناسب بعنوان یکی از مهمترین محصولات اقتصادی استان برای زارعین به شمار می آید. از اینرو هر ساله به سطح زیر کشت این محصول افزوده می گردد که سبب افزایش نیاز به آب و نهایتاً برداشت بی رویه آب از سفره های زیر زمینی گردیده است. با توجه به آنکه استان بوشهر یکی از استانهایی است که در منطقه نیمه خشك ایران قرار داشته و در چند سال اخیر نیز دچار خشکسالیهای متعددی شده است، از یك سو با کمبود آب آبیاری و از سوی دیگر با کیفیت نامطلوب آن روبرو است. این امر سبب کاهش آب قابل استفاده توسط کشاورزان شده است و یا دور آبیاری را به تعویق انداخته و شوری آبهای زیر زمینی را به دنبال داشته است. از اینرو، تداوم تولید این محصول با ارزش می طلبد تا روش های نوینی در جهت کاهش مصرف آب آن اتخاذ گردد. قارچ های میکوریزی یا قارچ ریشه ها علاوه بر بهبود تغذیه گیاه بویژه تغذیه فسفر و عناصر کم مصرفی نظیر آهن، روی و مس که تحرک و قابلیت استفاده کمی بخصوص در خاک های آهکی و قلیایی جنوب کشور دارند، بر کاهش تنش های محیطی از جمله تنش خشکی نیز موثرند.

قارچ های میکوریزی از با اهمیت ترین میکروارگانیسم های موجود در اغلب خاک های تخریب نشده می‌باشند. بطوریکه بر طبق تخمین های موجود حدود ۷۰% از توده زنده جامعه میکروبی خاک ها را میسیلیوم این قارچ ها تشکیل می دهد (Mukerrji & Chamola, ۲۰۰۳). گیاهانی که دارای همزیستی میکوریزی می‌باشند بدلیل اینکه عناصر غذایی و آب بیشتری از خاک جذب می نمایند دارای رشد بهتری خواهند بود، عملکرد بیشتری خواهند داشت و نیز مقاومت بیشتری در برابر تنش‌های زنده(عوامل بیماریزا که ریشه گیاهان را مورد حمله قرار می‌دهند) و غیر زنده(خشکی، سرما و شوری) از خود نشان می دهند(Sylvia & Williams, ۱۹۹۲). درگیاهان دارای همزیستی میکوریزی، عضو اصلی در جذب عناصر معدنی از خاک قارچ میکوریزی است. همچنین نتایج تحقیقاتی که اخیرا صورت گرفته است موید نظرات قبلی مبنی بر نقش کلیدی قارچ های میکوریزی در استقرار اولیه گیاهان در شرایط خشکسالی است(Smith & Read, ۱۹۹۷). علاوه بر این، همزیستی میکوریزی مقاومت گیاه میزبان را به شرایط خشکی نیز افزایش می دهد (Davis et al., ۱۹۹۲). مکانیسم های ممکن برای اصلاح مقاومت به خشکی در گیاهان میکوریزایی می تواند شامل افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه، تغییرات در کنترل روزنه ای که این امر ممکن است تحت تاثیر سطوح آبسزیک اسید در شیره خام آوند چوبی صورت گیرد (Duan et al., ۱۹۹۶). شیرانی راد و همکاران(۱۳۷۹) با انجام آزمون مزرعه ای نشان دادند که با استفاده از تلقیح با قارچ میکوریزای آربسکولار در کشت گیاه گندم با تنش رطوبتی، عملکرد کمی و کیفی محصول افزایش یافته و همچنین جذب عناصر فسفر و پتاسیم در گیاه تلقیح شده بیشتر از شاهد بوده است. اثرات کلنی سازی در ریشه بوسیله قارچ میکوریزای Glomus intraradices روی رشد، تولید گل و میوه و کیفیت میوه در شرایط مزرعه ای روی گیاه گوجه

فرنگی که در معرض شدت های مختلف تنش خشکی قرار گرفتند توسط ساب رامانیان و همکاران (Subramanian et al, ۲۰۰۶) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ماده خشک اندام هوایی، تعداد گل و میوه بطور معنی داری در گیاهان میکوریزایی شده بیشتر بود. همچنین عملکرد بطور متوسط در این گیاهان تحت تنش های شدید، متوسط، ملایم و بدون تنش بترتیب بمیزان ۷/۲۴%، ۱/۲۳%، ۲/۱۶% و ۳/۱۲% بیشتر بود. بعلاوه گیاهان میکوریزایی شده(M^+) میوه هایی تولید کردند که از لحاظ آسکوربیک اسید و کل مواد جامد محلول(TSS) بطور معنی داری در سطح بالاتری قرار داشتند، لذا کارایی مصرف آب (WUE) در گیاهان M+ نیز در همه سطوح تنش خشکی بالاتر از گیاهان M- بود. تلقیح قارچ میکوریز، بیومس گیاه را بدون توجه به تیمارهای رطوبتی اصلاح، ولی غلظت کربوهیدراتهای قابل هیدرولیز با آب داغ، در درون خاک را کاهش داد. از سوی دیگر فعالیت آنزیمهای پروکسیداز و کاتالاز در نهال های میکوریزایی شده بترتیب افزایش و کاهش یافت ولی تیمار تنش خشکی و تلقیح قارچ اثری بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز خاک نداشت(Wu, Xia & Zou, ۲۰۰۸).

مواد و روش‌ها

این طرح بصورت گلدانی در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی استان بوشهر با مختصات جغرافیایی ۱۳ و ۵۱ طول شرقی و ۱۶ و ۲۹ عرض شمالی و با ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا، حداکثر درجه حرارت ۵۱ درجه سانتیگراد و حداقل ۱- درجه سانتیگراد، میانگین بارندگی ۲۵۰ میلیمتر و میانگین دمای سالیانه ۲۶/۲۵ درجه سانتیگراد وتبخیر سالیانه حدود ۳۰۰۰ میلیمتر و بافت خاک سبك تا متوسط در سال ۱۳۹۲ اجراء گردید. لازم به ذکر است که به منظور کاهش اسپورهای قارچ میکوریزا و پاستوریزه کردن آن، این خاک به مدت چند ماه در مقابل اشعه خورشید قرار داشته است. در جدولهای شماره ۱ تا ۳ برخی خصوصیات خاك و آب محل آزمایش آورده شده است.

جدول۱- برخی از خصوصیات شیمیایی خاك محل آزمایش

عمق خاك	درصد اشباع	EC ds/m	PH	T.N.V %	.O.C %	Ca	Mg	P	K	Mn	Cu	Zn	Fe	Cl
					میلی گرم در کیلو گرم									
۳۰-۰	۳۱	۰/۵	۹/۷	۶۰	۴۳/۰	۵۸۰	۲۷۵	۱۲	۲۰۰	۱/۷	۷۶/۰	۷۶/۰	۸/۲	۶۰۰

جدول۲- برخی از خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

خصوصیات	EC ds/m	PH	Cl	Ca + Mg	Hco_3	Na	SAR
			میلی اکی والان در لیتر				
آب آبیاری	۷/۳	۶/۷	۵/۸	۳۷	۵/۴	۱۲	۷۹/۲

ازمایش حاضر بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار، در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر انجام گردید. فاکتورهای طرح عبارت بودند از: فاکتور اول شامل تلقیح با چهار گونه قارچ میکوریزای آربسکولار و نیز یک تیمار بدون تلقیح بعنوان شاهد و فاکتور دوم شامل عمق آب آبیاری در سه سطح (بر اساس نقصان رطوبت تا ۲۵، ۵۰ و ۷۰ درصد از آب قابل استفاده (AW. خاک استریلیزه محل آزمایش را پس از اضافه نمودن مقادیر مناسب کود در گلدانهای ۱۰ کیلویی ریخته و نشاهای گوجه فرنگی رقم کالجی بر اساس دستورالعمل در آنها کشت شدند. تلقیح میکورایزا بصورت ۱۰۰ گرم به ازای هر گلدان در زمان کشت به محل ریشه زنی گیاه انجام گرفت. صفات گوجه‌فرنگی شامل طول ریشه، وزن خشک ریشه و ساقه و نسبت آن‌ها به هم، ارتفاع گیاه، تعداد برگ در گیاه، قطر ساقه، کلروفیل برگ و نهایتاً میزان وابستگی میکورایزایی اندازه گیری شده و نتایج به وسیله برنامه آماری MSTATC تجزیه و تحلیل شدند. قارچ میکورایزا شامل چهار سویه زیر بود: قارچ میکوریزای آربسکولار (*Glomus mosseae* و Glomus Intradices و *Glomus Usersiform* و *Glomus Acaulospora*). میزان کود مصرفی برای تمام تیمارها ثابت و بر اساس آزمون خاك تعیین شد که مقدار این عناصر به ترتیب عبارت بودند از: دی آمونیوم فسفات (۱۰۰ میلی گرم در هر کیلو گرم خاك) ، سولو پتاس (۳۰۰ میلی گرم در کیلو گرم خاك) ، سولفات روی (۶۰ میلی گرم در هر کیلو گرم خاك)، سولفات منگنز (۶۰ میلی گرم در هر کیلو گرم خاك)، سولفات مس (۲۵ میلی گرم در هر کیلو گرم خاك)، آهن (۵۰۰ میلی گرم در هر کیلو گرم خاك از منبع کود سکوسترین آهن). جهت تعیین زمان آبیاری از ۳ تانسیومتر بارومتری با انتهای گچی در گلدانهای مربوط به دو تیمار مختلف آبیاری استفاده گردید. میزان آب مصرفی نیز با توجه به تیمارهای مورد نظر (بر اساس نقصان رطوبت تا ۵۰ و ۷۰ درصد از آب قابل استفاده (AW و بر اساس وزن حجمی محاسبه و به گیاهان موجود در گلدانها داده شد. با توجه به آنکه حجم آب مصرفی در هر نوبت آبیاری، مقدار کمی را شامل می شد از بشر پلاستیکی با درجه بندی مشخص استفاده گردید. کل آب مصرفی در سه تیمار یاد شده به ترتیب ۶۹۵۴ و ۵۸۶۲ و ۴۶۸۳ میلی لیتر برای هر گلدان با وزن خاك ۱۰ کیلو گرم و در طی ۳۰ ، ۱۹ و ۱۱ مرتبه آبیاری مصرف گردید. آب زهکش شده از ته گلدانها دوباره به درون آنها ریخته می‌شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان داد که اثرات سویه های مختلف قارچ میکورایزا، میزان آب آبیاری و همچنین اثرات متقابل آنها بر اکثر صفات گوجه فرنگی (شامل درصد کلروفیل، طول ریشه، وزن خشك و تر ریشه، قطر، طول، وزن خشک و تر ساقه، وابستگی میکورایزایی، تعداد برگ در گیاه) در سطح یك درصد معنی دار بود. در این میان،

اثر متقابل تیمارهای فوق بر برخی از صفات گوجه فرنگی مانند وزن خشک ساقه و طول ریشه معنی دار نشد. لازم به ذکر است که اثر تیمارهای آبیاری بر وزن خشک ساقه در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول شماره ۳).

بررسی مقایسه میانگین های انجام شده در مورد صفت کلروفیل برگ در تیمارهای مختلف نشان داد که با کاهش آب مصرفی، درصد کلروفیل به طور معنی داری کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که بالاترین میزان کلروفیل در تیمار قارچ میکورایزا *G. Acaulospora* به میزان ۱۹/۴۲ درصد به دست آمد.

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تعداد برگ گیاه گوجه فرنگی با افزایش آب به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین تعداد برگ به میزان ۸۱/۲۷ در تیمار قارچ میکورایزا *G. Acaulospora* به دست آمد. بررسی مقایسه میانگین های انجام شده در مورد صفت طول ساقه در تیمارهای مختلف نشان داد که با کاهش آب مصرفی، طول ساقه به طور معنی داری کاهش یافت. بیشترین طول ساقه به میزان ۶۶/۳۹ میلیمتر در تیمار آبیاری I۸ به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که بالاترین طول ساقه در تیمار قارچ میکورایزا *G. Intradices* به میزان ۷۳/۴۰ میلیمتر دست آمد.

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که قطر ساقه گیاه گوجه فرنگی با افزایش آب به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین قطر ساقه به میزان ۹۱/۸ میلیمتر در تیمار قارچ میکورایزا *G. Intradices* به دست آمد. بررسی مقایسه میانگین های انجام شده در مورد صفت وزن تر ساقه در تیمارهای مختلف نشان داد که با افزایش آب مصرفی، وزن تر ساقه به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که بالاترین میزان وزن تر ساقه در تیمار قارچ میکورایزا *G. Intradices* به میزان ۵/۵۶ گرم به دست آمد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که وزن خشک ساقه گیاه گوجه فرنگی با افزایش آب به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین وزن خشک ساقه به میزان ۴۴/۷ گرم در تیمار قارچ میکورایزا *G. Intradices* به دست آمد.

بررسی مقایسه میانگین های انجام شده در مورد صفت وزن تر ریشه در تیمارهای مختلف نشان داد که در بیشترین میزان آب مصرفی، وزن تر ریشه به طور معنی داری (۵۷/۲۲ گرم) افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که بالاترین میزان وزن تر ریشه در تیمار قارچ میکورایزا *G. Intradices* به میزان ۸/۲۱ گرم به دست آمد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که در بیشترین میزان آب مصرفی، طول ریشه به طور معنی داری (۲۴/۲۷ سانتیمتر) افزایش یافت ولی تفاوت معنی داری بین دو تیمار دیگر آبیاری مشاهده نگردید. بیشترین طول ریشه به میزان ۹/۲۸ سانتیمتر در تیمار قارچ میکورایزا *G. Intradices* به دست آمد.

بررسی مقایسه میانگین های انجام شده در مورد صفت وابستگی میکورایزایی در تیمارهای مختلف نشان داد که در بیشترین میزان آب مصرفی، وابستگی میکورایزایی به طور معنی داری (۱۲/۲۴) افزایش یافت. بیشترین وابستگی به میزان ۰۷/۲۲ در تیمار قارچ میکورایزا *G. Intradices* به دست آمد.

جدول شماره ۳ ـ جدول تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

منابع تغییر (میانگین مربعات)				
صفات	**رقم گوجه‌فرنگی**	**آبیاری**	**اثر متقابل**	**ضریب تغییر**
کلروفیل	۴/۶۱۱**	۹/۳۳**	۵/۴۲**	۴۵/۳
تعداد برگ	۳/۴۸۵**	۸/۳۹**	۱/۱۸**	۴۱/۷
طول ساقه	۴/۶۷**	۷/۶۴**	۲/۲۶**	۳/۳
قطر ساقه	۶/۲۱**	۸/۳**	۲۹۳/۰**	۲/۱۰
وزن تر ساقه	۸/۱۲۶۹**	۸/۱۶۹**	۷/۷۱**	۷۱/۳
وزن خشك ساقه	۳۷/۳۲**	۳/۵*	ns ۷۵/۱	۶۱/۱۹
وزن تر ریشه	۶/۸۳**	۵/۳۰**	۶۹۵/۰**	۱۲۷/۶
وزن خشك ریشه	۸۹/۱**	۷۲۷/۰**	۰۱۲/۰**	۵۵/۱۹
وابستگی میکوریزایی	۶/۷۱۴**	۱/۳۹۱**	۷/۲۱**	۷۶/۷
درجه آزادی	۲	۴	۸	-

.معنی دار نشده است ns .در سطح یك درصد معنی دار شده است. * در سطح پنج درصد معنی دار شده است **

منابع

بشکانی،م.م. ۱۳۸۲.برنامه توسعه سوم کشاورزی استان بوشهر. چاپ سوم. سازمان کشاورزی استان بوشهر.

شیرانی ا. ، ع. علیزاده و ا. هاشمی دزفولی. ۱۳۷۹. بررسی اثر قارچ میکوریز وسیکولار- آربسکولار، فسفر و تنش رطوبتی بر کارایی جذب عناصر غذایی در گیاه گندم. نشریه علمی پژوهشی نهال و بذر. تهران، ایران.

Davies, F. T., J. R. Potter and R. G. Linderman. ۱۹۹۲. Drought resistance of mycorrhizal pepper plants independent of leaf P-concentration response in gas exchange and water relations. Physiologica Plantarum

Duan, X., D. S. Neuman, J. M. Reiber, D. C. Green, A. M. Saxton and R. M. Auge. ۱۹۹۶. Mycorrhizal influence on hydraulic and hormonal factors implicated in the control of stomatal conductance during drought. J. Exp. Bot. ۴۷, ۱۵۴۱-۱۵۵۰.

Smith, S. E. and D. J. Read. ۱۹۹۷. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, New York., P. ۵۸۷. Subramanian, K. S., P. Santhanakrishnan, P. Blasubramanian. ۲۰۰۶. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhyzal fungal colonization under varying intensities of drought stress. Scientia Horticulturae ۱۰۷, ۲۴۵-۲۵۳.

Subramanian, K. S., P. Santhanakrishnan, P. Blasubramanian. ۲۰۰۶. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhyzal fungal colonization under varying intensities of drought stress. Scientia Horticulturae ۱۰۷, ۲۴۵-۲۵۳.

Sylvia, D. M., and S. E. Williams. ۱۹۹۲. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and environmental stress. In: Mycorrhizae in Sustainable Agriculture. G. J. Bethlenfalvay and R. G. Linderman (eds.). ASA Spetial Publication, Number ۵۴, Madison Wisconsin, ۱۰۱-۱۲۴.

Wu, Q. S., R. X. Xia, and Y. N. Zou. ۲۰۰۸. Improved soil structure and citrus growth after inoculation with three arbuscular mycorrhizal fungi under drought stress. Europ. J. Soil Biol. ۴۴(۱), ۱۲۲-۱۲۸.

Abstract

Tomato is one one of the most important vegetables that is used by human. High utilization of irrigation water resources and recent drought in the south of Iran have reduced water content in this area and lead to more distance irrigation period. Mycorrhizal fungi by symbiosis with host plant are able to preserve plant against of environmental stresses, such as drought due to better nutrients uptake in their presence. A study was conducted as a factorial, in Completely Randomized Design (CRD), with four replications in Bushehr Agricultural Research Center (located in Borazjan) to determine the effects of inoculation roots of tomato cultivar with four arbuscular-mycorrhiza species on tomato under three different levels of drought stress measured by water completion from soil available water. Results showed that the effect of different mycorrhiza fungi and water content and their interaction were significant on qualitive properties of tomato such as leaf relative chlorophyll content, root length, wet and dry weight of roots, stem diameter and weight (wet and dry), leaves number in plant and mycorrhizal dependency at at ۱% level.

بررسی اثر منابع مختلف کود های آهن بر عملکرد کمی و کیفی گل گلایول

رفیده منظری [۱]، هرمزد نقوی [۲]
۱.دانشجوی سابق دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت، ۲. عضو هیت علمی تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع کرمان

چکیده
در یک آزمایش مزرعه ای در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اثر مقادیرمختلف کود های آهن شامل سولفات آهن به مقدار (۶۰، ۲۰، ۰و ۸۰کیلوگرم/هکتار) ،سکوسترین آهن به مقدار (۱۰، ۵، ۰و ۱۵ کیلو گرم /هکتار)بصورت خاکی و تیمار FeEDTA به صورت محلول پاشی به مقادیر (۸/۰، ۰و ۶/۱ کیلو گرم /هکتار) بر روی برخی صفات گل گلایول مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت .نتایج نشان دهنده اثر معنی دار کود های آهن بر صفات مورد نظر از جمله ارتفاع ساقه گل ،تعداد گلچه قطر گلچه ، وزن پداژه بود و موجب افزایش صفات مذکور نسبت به شاهد گردید.بهترین نتایج در تیمار مصرف خاکی ۱۵کیلو گرم در هکتار سکوسترین و محلولپاشی FeEDTAبه مقدار ۶/۱ کیلو گرم در هکتار بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: گلایول،کود آهن،گلچه

مقدمه
گلایول از گل های بریده زینتی و با ارزش می باشد که در اکثر مناطق ایران کشت می شود . خاک مناسب و تغذیه مناسب نقش بسزایی در کیفیت محصولات تولیدی از جمله گل های بریده دارد (ملکوتی و همکاران ،۱۳۸۱) .بالا بودن pH خاک ، آهکی بودن و مصرف بالای فسفر در اکثر خاک های کشور کمبود عنصر آهن دیده می شود (ملکوتی، ۱۳۸۱) عنصر آهن نقش بسزایی در گیاهان از جمله در سیستم اکسیداسیون - احیاء فعال سازی آنزیم ها ، تشکیل سیتوکروم دارد . (شور و همکاران ،۱۳۸۸).عوامل محیطی مانند درجه حرارت کم یا زیاد خاک ، وجود موجودات زنده در خاک (نماتدها). شدت نور زیاد به عنوان عوامل تشدیدکننده کلروز آهن در گیاهان شناخته شده و دلیل اصلی کاهش جذب آهن در خاک تثبیت آهن در خاک های قلیایی است (اردلان و همکاران ۱۳۸۸).کمبود آهن در گل گلایول سطح بین رگلبرگ ها سبز روشن شده و رگبرگ سبز تیره باقی می ماند و نهایتا کمبود شدید باعث خشک شدن و ریزش برگ های جوان می شود . (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۷).مصرف پیت غنی شده با کود آهن را بر تعداد و قطر پداژک های گلایول مثبت گزارش نمودند Chan et.al۲۰۰۳)). مصرف عناصر غذایی کم مصرف موجب افزایش صفات کمی و کیفی گل مریم گردید (شور و همکاران ۱۳۸۸). مصرف خاکی سولفات آهن و سکوسترین را موجب افزایش طول شاخه گلایول بیان نمودند(ملکوتی و همکاران ۱۳۷۷) . افزایش کود آهن به گیاه و خاک موجب افزایش کلروفیل برگ و در نهایت افزایش فتوسنتز میگردد(Banuls et,al.۲۰۰۳).محلول پاشی گل گلایول با عناصر غذایی و مواد ریز قندی از جمله آهن باعث سنتز پروتئین پیشنیاز سیتوکنین که نتیجه آن افزایش تقسیم سلولی است می گردد و منجر به افزایش در مقدار گلچه ها در گل آذین ، افزایش قطر گل و تسریع در ظهور گل می شود . Elnajar et. al,۲۰۰۵)) . پژوهش حاضر از منابع مختلف کود آهن بر برخی صفات گل گلایول راهبر و مطالعه وجودی قرار می می دهد.

موارد و روش ها
طی سال های زراعی ۹۲-۹۱ و ۹۳-۹۲ در مزرعه ای واقع در شهرستان بافت آزمایش در قالب طرح بلوک ای کامل تصادفی باسه تکرار انجام گردید. ابتدا از خاک زمین مورد نظر نمونه برداری و مقادیر عناصر غذایی آنالیز گردید. زمین مورد نظر آبیاری اولیه و در حالت گاور و شخم زده شد و به ۳ کرت ۳۲ ردیفه تقسیم (هر کرت یک تکرار ، طول هر کرت ۱۰ متر فاصله کرت ها در یکدیکر ۱ متر) سپس از پداژه های گلایول در عمق مناسب ۱۰ سانتی متر به فاصله ۵۰ سانتی متر روی ردیف ها کشت گردید.کودهای آهن سولفات آهن (۱۷ درصد آهن) و سکوسکترین (۱۲ درصد آهن) بصورت نواری و کود FeEDTA (۸ درصد آهن). بصورت محلول پاشی در مراحل ۲ برگی ، ۴ برگی ، هشت برگی و زمان ظهور ساقه گل دهنده انجام شد و صفات مورد مطالعه از جمله ارتفاع ساقه با خط کش دقیق (سانتی متر) ، قطر گلچه با کولیس (میلی متر).تعداد گلچه شمارس (عدد) و وزن پداژه دو ماه بعد از برداشت گل بر حسب گرم با ترازوی دیجیتال انجام پذیرفت. تجزیه تحلیل آمار ی طرح با کمک نرم افزار آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین ها در آزمون چند دامنه دامنه دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ - جدول تجزیه واریانس بررسی منابع مختلف کود آهن بر برخی صفات گل گلایول

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)				
		تعداد گلچه	ارتفاع ساقه	قطر گلچه	ظهور گل آذین	وزن پداژه

	۲	ns ۱۵۴/۰	ns ۴۳۴/۸	ns ۰۹۹/۰	ns ۶۵۳/۱	ns ۶۹۶ /۳۹
تکرار تیمار	۸	۸۲۱/۸**	۳۰۳/۸۲۱**	۵۵۶/۱۱**	۸۹۷/۱۴۸**	۰۴۲/۱۲۱۵۱۰**
خطا	۱۶	۲۱۸/۰	۰۹۳/۳	۲۲۲/۰	۸۵۶/۱	۲۲۵/۱۱۶
ضریب تغییرات	-	۲۱۲۱ %	۶۳/۱ %	۵۳/۴ %	۴۸/۱ %	۹۰/۰ %

ns و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین منابع مختلف کود آهن بر برخی صفات گل گلایول

تیمار	مقدارمصرف (کیلوگرم/هکتار)	ارتفاع‌ساقه (سانتی متر)	گلچه (تعداد)	قطر گلچه (میلی متر)	وزن‌پداژه (گرم/متر مربع)
شاهد	۰	e۶/۱۰۴	e۸/۱۲	e۵/۸	d۶/۷۲۰
سولفات آهن	۲۰	e۸/۱۰۳	de۲/۱۳	e۸/۸	c۱۱۷۰
سولفات آهن	۶۰	de۱/۱۰۷	c۹/۱۲	de۳/۸	c۶/۱۱۹۶
سولفات آهن	۸۰	d۱/۱۰۸	d۷/۱۳	de۹/۸	ab۱۳۴۰
سکوسترین	۵	d۲/۱۱۰	e۸/۱۲	d۷/۹	c۱۱۹۰
سکوسترین	۱۰	c۲/۱۱۹	c۲/۱۵	c۹/۱۰	b۶/۱۳۰۱
سکوسترین	۱۵	b۶/۱۲۷	b۱/۱۶	b۱/۱۲	a۱۳۷۶
FeEDTA	۸/۰	b۳/۱۲۵	a۵/۱۷	b۱/۱۲	c۳/۱۱۵۳
FeEDTA	۶/۱	a۵/۱۴۲	a۵/۱۷	a۸/۱۲	a۱۳۷۳

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی دار نیست(دانکن ۱%)

تعداد گلچه

تیمار سولفات آهن در سطوح مصرف ۲۰و ۶۰کیلو گرم در هکتار اختلاف معنی دارنسبت به شاهد بر تعداد گلچه نداشت ولی ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آهن موجب افزایش معنی دار آماری(۷%افزایش) بر تعداد گلچه در گل‌های گلایول گردید. کاربرد ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن تفاوت معنی دار آماری بر تعداد گلچه در گل‌های گلایول گردید به طوری که به ترتیب ۲/۱۵ و ۱/۱۶ درصد افزایش تعداد گلچه را در گل گلایول نسبت به شاهد نشان داد.محلولپاشی ۸/۰ و ۶/۱ کیلوگرم در هکتار FeEDTA اختلاف معنی دار آماری بر تعداد گلچه در گل‌های گلایول گردید و متوسط افزایش ۵/۱۷ درصدی تعداد گلچه را موجب شدند.نتایج هماهنگی توسط هیلیوی و همکاران()بیان شده است و بیانگر نقش آهن در کارآیی فتوسنتز گیاه و همچنین افزایش راندمان رشد و نمو می باشدبطوریکه افزایش کود آهن موجب افزایش کلروفیل می گردد.

ارتفاع ساقه

کود سولفات آهن در سطح ۲۰ و ۶۰ کیلو گرم در هکتار نسبت به شاهد اختلاف معنی دار نداشت ولی تیمار ۸۰ کیلوگرم در هکتار موجب تاثیر معنی دار آماری و افزایش ۲/۳ درصدی ارتفاع نسبت به شاهد گردید.کاربرد ۵ ، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن موجب تاثیر معنی دار آماری وبه ترتیب افزایش ۵ ، ۵/۱۱ و ۱۸ درصدی ارتفاع ساقه گل را نسبت به شاهد نشان داشت.محلولپاشی ۸/۰ و ۶/۱ کیلوگرم در هکتار FeEDTA تفاوت معنی دار آماری بر ارتفاع ساقه گل و افزایش ۵/۱۶ درصدی ارتفاع ساقه گل را موجب گردیدند. نتایج مشابهی توسط ملکوتی و همکاران(۳و ۴)بیان شده است و دلیل این امر را ناشی از اثر تحریکی محلول پاشی عناصر غذایی و فعال شدن مریستم انتهایی و افزایش فعالیت آنزیم ها می باشد.

قطر گلچه

کود سولفات آهن تفاوت معنی‌دار آماری در قطر گلچه نداشت.مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن به‌صورت مصرف خاکی تأثیر معنی‌دار آماری بر قطر گلچه گلایول داشت (p<۰.۰۱)).و به ترتیب ۳۷/۱۲، ۲۲ و ۷۵/۲۹ درصد افزایش قطر گلچه را نسبت به شاهد نشان دادند. تیمارهای ۸/۰ و ۶/۱ کیلوگرم در هکتار FeEDTA به‌صورت محلول پاشی موجب تأثیر معنی‌دار آماری بر قطر گلچه گل گلایول گردید به‌طوری که به ترتیب ۷۵/۲۹، و ۵/۳۳ درصد افزایش قطر گلچه را نسبت به شاهد نشان دادند. نتایج حاصله توسط شور وهمکاران (۲)همسو می باشد. دلیل این امر را ناشی از اثر تحریکی محلول پاشی عناصر غذایی و فعال شدن مریستم انتهایی و افزایش فعالیت آنزیم ها می باشد.

وزن پداژه

هر سه منبع مصرف کود آهن بر وزن پدازه تاثیر اختلاف معنی دار نسبت به شاهد داشت.تیمار ۲۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آهن موجب تأثیر معنی‌دار آماری بر وزن پداژه و پداژک در گل گلایول گردید به‌طوری که به ترتیب ۳۹/۳۸، ۷۷/۳۹ و ۲۲/۴۶ درصد افزایش وزن پداژه و پداژک را نسبت به شاهد در مترمربع نشان دادند. ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن نیز تأثیر معنی‌دار آماری بر وزن پداژه و پداژک در کل گلایول داشت و به ترتیب ۴۴/۳۹، ۶۳/۴۴ و ۶۸/۴۷ درصد افزایش وزن پداژه را نسبت به شاهد در مترمربع نشان دادند. کاربرد ۸/۰ و ۶/۱ کیلوگرم در هکتار FeEDTAبه‌صورت محلول پاشی موجب تأثیر معنی‌دار آماری بر وزن پداژه و پداژک در گل گلایول گردید به‌طوری که به ترتیب ۶/۳۷ و ۵۲/۴۷ درصد افزایش وزن پداژه و پداژک را نسبت به شاهد در مترمربع نشان دادند. نتایج مشابهی توسط ملکوتی و همکاران(۴)بیان شده است . افزایش اهن مورد نیاز گیاه همراه با فراهم بودن شرایط محیطی موجب افزایش راندمان تولید و رشد اندامک های گیاهی از جمله پدازک می شود.

منابع

اردلان،م .ثواقبی،غ .۱۳۸۸.تغذیه درختان میوه .انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران.

شور،م.تهرانی فر،ع.خوشنویس یزدی ،ا.۱۳۸۹.اثر برخی عناصر غذایی کم مصرف بر صفات کمی گل مریم رقم دابل نشریه علوم باغبانی جلد ۲۴،شماره ۱،نیمسال اول ص ۵۲-۴۵.

ملکوتی، م.ج.ایرانشاهی،ا.۱۳۷۷.ضرورت مصرف بهینه کود برای بهبود کمی و کیفی گل گلایول ،نشریه تحقیقی ترویجی ،شماره ۸ ،ص ۱۲.

ملکوتی، م.ج.کافی،م.۱۳۷۷.مباحثی نوین در صنعت تولید گل و گیاهان زینتی با تکیه بر تغذیه متعادل انتشارات سنا ،ص ۲۴۸.

Banuls, J.A., B. Quinones, E. Martin, E. Primo-Millo and F. Legaz. ۲۰۰۳. Effects of frequency of iron chelate supply by fertigation on chlorosis in citrus. J. Plant Nutr. ۲۶: ۱۹۸۵-۱۹۹۶.

Chen, B. Steinitz, A Cohen and Y.Elber. ۲۰۰۳. The effect ofvarious iron-containing fertilizers on growth propagation of gladiolus grondi florus. Scientia Horti culturae. Volume ۱۸.Issuez,Page:۱۶۹-۱۷۵

El-Naggar. A. H., ۲۰۰۵. Effect of foliar nutrition on growth,flowering, corms and cormels production of gladiolus plants. Alex.Sci. Exch. P۲۶(۱): ۱۹-۲۷.

Erdal, I., M. Atilla Askin, Z. Kucukyumuk, F. Yildirim and A. Yildirim. ۲۰۰۸. Rootstock has an important role on iron nutrition of apple trees. World J. Agric. Sci. ۴: ۱۷۳-۱۷۷.

Helevy. A. ۱۹۹۱. Gladiolus. Pp. ۳۶-۸۵.in. A.H Helevy Hand book of flowering. Vol.۱۱۱. CRC. Press florida USA

Abstract

In a field trial in a randomized complete block design with three replications Support different effect on the amount of iron sulfate fertilizer containing iron (۰,۲۰,۶۰ and ۸۰ kg / ha), the amount of iron Sequestrine (۰,۵,۱۰, and ۱۵ kg / ha) treated as dirt and sprayed FeEDTA values (۰, ۰.۸ and ۱.۶ kg / ha) on some traits cord gladiola flowers were studied The results show a significant effect on traits iron fertilizer the height of the flower stem, flower number diametr flower, corm weight and increased.beast result traits compared to the control treatment results in soil application and foliar application of ۱۵ kg ha Sequestrine FeEDTA the amount of ۱.۶ kg per hectare respectively.

بررسی برخی ویژگی های فیزیولوژیکی ذرت تحت تاثیر سالیسیلیک اسید، بنزیل آمینو پورین و ماده هیومیکی در شرایط سمیت نیکل

مهشید شفیق [۱]، رضا قاسمی [۲]، عبدالمجید رونقی [۳]
۱-کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲-دانشیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۳-استاد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
آزمایش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر دو تنظیم‌کننده رشد (سالیسیلیک اسید و بنزیل آمینو پورین) و یک ماده هیومیکی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه ذرت، در شرایط گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد. پس از هفت هفته، برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی چون وزن خشک اندام هوایی و ریشه، شاخص سبزینگی و ارتفاع مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی بنزیل آمینو پورین موجب افزایش وزن خشک گیاه (اندام هوایی و ریشه) در مقایسه با شاهد شد. این در حالی است که سالیسیلیک اسید اثر واضحی بر این پارامتر نداشت و با کاربرد ماده هیومیکی در سطوح بالا روندی معکوس مشاهده شد. همچنین نتایج حاکی از افزایش شاخص کلروفیل و ارتفاع گیاه با کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد و ماده هیومیکی بود. به‌طورکلی به نظر می رسد که محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد و ماده هیومیکی در غلظت‌های مناسب توانایی تعدیل اثرات منفی سمیت نیکل را داشته باشد و ممکن است در بهبود فرایند گیاه‌پالایی مفید باشند.

واژه های کلیدی: سالیسیلیک اسید، بنزیل آمینو پورین، ماده هیومیکی، نیکل

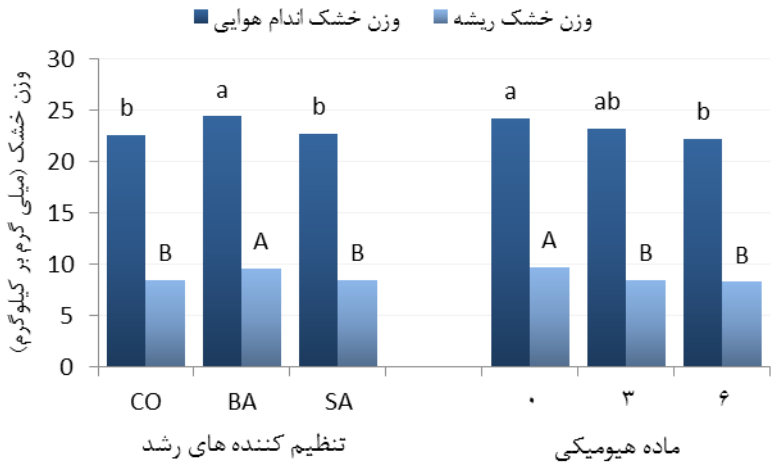
مقدمه
آلودگی خاک‌ها به فلزات سنگین از مهم‌ترین موضوعات چالش‌برانگیز در جهان امروز است. فلزات سنگین به‌طور طبیعی در خاک و هوا وجود دارند. آنچه که وجود این ترکیبات را در محیط زیست خطرناک ساخته است، افزایش شدید و ناگهانی سطح این ترکیبات تحت تأثیر فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی در محیط زیست می‌باشد. نیکل یکی از آلاینده‌های مهم در خاک مزارع کشاورزی محسوب می‌شود که ممکن است حاصل از کاربرد لجن فاضلاب و همچنین کودهای فسفاتی باشد. این عنصر می‌تواند اثرات فیزیولوژیک و مورفولوژیک زیان باری برای گیاهان داشته باشد. در گیاهانی که با تنش نیکل روبرو می‌شوند، جذب عناصر غذایی، توسعه ریشه و سوخت‌وساز گیاه به تأخیر می‌افتد (Kabata-pendias, ۲۰۱۱). به‌طورکلی می‌توان روش‌های پالایش فلزات سنگین را به چهار دسته اصلاح شیمیایی/ فیزیکی، اصلاح با برخی جانوران مانند کرم خاکی، گیاه‌پالایی و اصلاح با ریزجانداران تقسیم‌بندی کرد (Wu *et al*., ۲۰۱۰). دراین‌بین گیاه‌پالایی توانسته توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کند. گیاه‌پالایی از روش‌های نوین پالایش است که در آن آلودگی زدایی خاک‌ها، رسوبات، آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی با استفاده از گیاهان صورت می‌گیرد. گیاه‌پالایی روشی دوستدار محیط زیست، پایدار، کم هزینه و قابل کاربرد در سطوح وسیع می‌باشد (Salt *et al*., ۱۹۹۸). در این روش بالاترین کارایی وابسته به برخی ویژگی‌های گیاه مانند رشد سریع، تولید زیست توده زیاد، برداشت آسان و توانایی تجمع غلظت‌های بالای فلزت سنگین می‌باشد (He *et al*., ۲۰۰۵). ازآنجایی‌که بیشتر گیاهان بیش انباشتگر فلزات سنگین دارای زیست‌توده پایین و رشد کم هستند، در سال‌های اخیر تحقیقاتی جهت بررسی کارایی کاربرد نهاده‌های متنوع بر فرایند گیاه‌پالایی فلزات سنگین توسط گیاهان غیر بیش انباشتگر در حال انجام است. پژوهش‌های متعددی در مورد توانایی ماده هیومیک در جهت افزایش رشد گیاهان در شرایط بدون تنش‌های محیطی گزارش شده است. در مورد چگونگی تأثیر ماده هیومیک بر رشد گیاه اطلاعات کمی وجود دارد. برخی محققان بر تأثیر این مواد بر بهبود قابلیت زیستی عناصر غذایی در خاک و برخی دیگر بر تأثیر مستقیم آن بر سوخت‌وساز گیاه توجه کرده‌اند (Mora *et al*., ۲۰۱۰). پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دو نوع تنظیم‌کننده رشد گیاه و یک نوع ماده هیومیکی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه ذرت، به عنوان یک گیاه غیر بیش انباشگر اما دارای زیست‌توده بالا که تحمل‌پذیری نسبت بالایی به فلزات سنگین دارد، در شرایط سمیت نیکل طراحی گردید.

مواد و روش‌ها
جهت بررسی تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد و ماده هیومیکی بر فرایند گیاه‌پالایی، آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد. در ابتدا نمونه‌های خاک با ۲۵۰ میلی‌گرم نیکل در کیلوگرم خاک از منبع نیترات نیکل آلوده شدند. سپس با توجه به نتایج آزمون خاک عناصر نیتروژن، فسفر، آهن، روی و منگنز به نمونه‌های ۳ کیلوگرمی خاک در هر گلدان افزوده شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی دو تنظیم‌کننده رشد گیاهی (شاهد(CO) و غلظت ۱۰ میکرومولار از بنزیل آمینو پورین(BA) و سالیسیلیک اسید(SA)) و کاربرد خاکی یک نوع ماده هیومیکی از منبع با نام تجاری هیومکس در سه سطح (صفر، ۳ و ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بود. در هر گلدان شش عدد بذر ذرت رقم -AS کاشته شد و پس از استقرار گیاه،

تعداد آن به سه بوته در هر گلدان کاهش داده شد. در طول دوره رشد، رطوبت گلدان‌ها به روش توزین در حدود ظرفیت مزرعه نگه داشته شد. محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد در طول دوره رشد و نمو گیاه، سه بار بافاصله‌های ۱۵ روز انجام شد. نخستین مرحله ۱۵ روز پس از کشت صورت گرفت. تیمارهای ماده هیومیکی طی سه مرحله در آب حل و به فاصله ۱۵ روز همراه با آب آبیاری به خاک افزوده شد. اولین مرحله ۱۶ روز پس از کشت صورت گرفت. هفت هفته پس از کاشت، اندام هوایی گیاه از محل طوقه قطع، ریشه‌ها به دقت از خاک جداسازی و سپس نمونه‌ها به دقت با آب مقطر شست‌وشو داده شد. پاسخ‌های گیاهی شامل وزن خشک شاخساره و ریشه، ارتفاع گیاه و شاخص سبزینگی با استفاده از کلروفیل متر دستی مدل SPAD-۵۰۲ تعیین و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS، مقایسه میانگین LSD در سطح ۵ درصد مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.

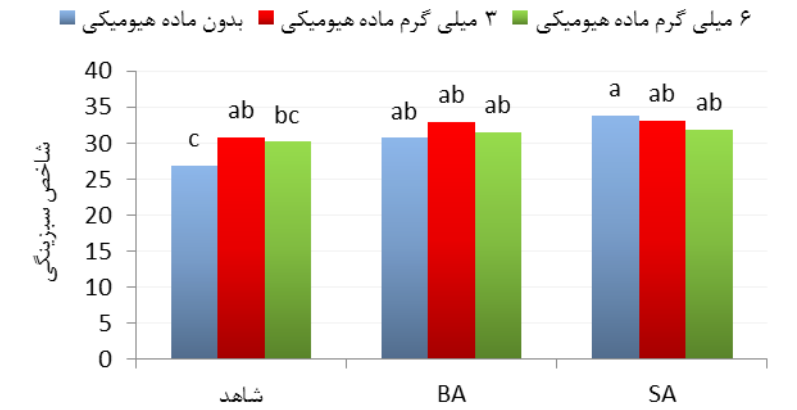
نتایج و بحث

نتایج نشان داد که محلول‌پاشی BA در غلظت مورد استفاده اثر مثبتی بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاه دارد. (شکل ۱). این در حالی است که استفاده از SA اثر واضحی بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه نداشت. با کاربرد خاکی ماده هیومیکی روندی متفاوت با تنظیم‌کننده‌های رشد بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه دیده می‌شود و کاربرد سطح متفاوت ماده هیومیکی موجب کاهش وزن خشک گیاه در شرایط تنش نیکل گردید. این در حالی است که کابلو-کانجو و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که دو نوع هورمون گیاهی تجاری (سیتوکین و پرومالین) تشکیل‌شده از سیتوکینین ها و/یا جیبرلین ها، بر چهار گونه گیاه بیش انباشتگر نیکل قدومه (Alyssum) بر زیست‌توده و تجمع نیکل اثر مشخصی نداشت.



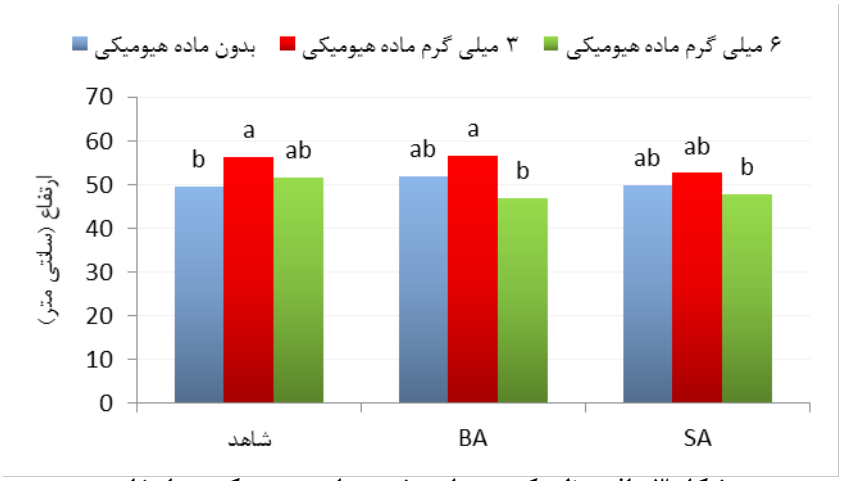
شکل ۱- اثر تنظیم‌کننده‌های رشد و ماده هیومیکی بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه

نتایج مربوط به برهمکنش تنظیم‌کننده‌های رشد و سطوح مختلف ماده هیومیکی بر شاخص سبزینگی گیاه (شکل ۲) نشان می‌دهد که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در تمامی سطوح ماده هیومیکی اثر معنی‌داری بر این پارامتر دارند و موجب افزایش این شاخص گردیدند. بیشترین شاخص سبزینگی گیاه در تیمار محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و بدون کاربرد ماده هیومیکی مشاهده شد. هرچند با برخی تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری ندارد. سطوح بالای نیکل می‌تواند بر ساخت اسیدآمینه و فعالیت آنزیم کاتالاز اثر گذارد. این عنصر همچنین می‌تواند جانشین یون منیزیم در رنگدانه های کلروفیل شود، که منجر به اختلال در فعالیت و یا تولید آنزیم‌های مؤثر در ساخت کلروفیل همچون پروفیلینوژناز، آلفا-آمینول آوولینیک اسید و آلفا-آمینو آوولینیک اسید دهیدراتاز شود (Shalygo *et al.*, ۱۹۹۹). پازورکیویکز-کوکوت و همکاران (۲۰۰۸) بیان نمودند که تنظیم‌کننده‌های رشد به‌رغم اینکه در روند رشد و توسعه گیاهان نقش دارند می‌توانند در ویژگی‌هایی همچون کشسانی دیواره سلولی و قابلیت هدایت غشای پلاسمایی، محتوای رنگریزه های فتوسنتزی، فرایند فتوسنتز و تنفس گیاهان تأثیر گذارند. وانگ و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که نیکل موجب کاهش معنی‌داری در رنگدانه های فتوسنتزی (۳۳ درصد کاهش در کلروفیل و ۳۲ درصد کاهش در بتا-کاروتن) گیاه ذرت شد و محلول‌پاشی SA توانست به بهبود وضعیت ویژگی‌های مذکور کمک کند.



شکل ۲- اثر تنظیم‌کننده‌های رشد و ماده هیومیکی بر شاخص سبزینگی

همان گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد به نظر می‌رسد که کاربرد ماده هیومیکی در سطح ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدون محلول‌پاشی و/یا با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد نقش مؤثری در افزایش ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد و کاربرد ماده هیومیکی) در شرایط تنش نیکل دارد. نتایج مشابهی توسط ایدریس و همکاران (۲۰۱۳) با محلول‌پاشی SA با غلظت ۱۰ میکرومولار بر ارتفاع و شاخص سطح برگ گیاه پیچ تلگرافی (periwinkle) تحت تنش نیکل مشاهده شد. این در حالی است که کاربرد همزمان تنظیم‌کننده‌های رشد و ماده هیومیکی در سطح ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم اثر واضحی بر ارتفاع گیاه نداشت.



شکل ۳- اثر تنظیم‌کننده‌های رشد و ماده هیومیکی بر ارتفاع

منابع

Cabello-Conejo, M.I., Centofanti, T., Kidd, P.S., Prieto-Fernandez, A. and Chaney R.L. . Evaluation of plant growth regulators to increase nickel phytoextraction by alyssum species. International Journal of Phytoremediation,

He, Z. L., Yang, X. E. and Stoffella, P. J. ۲۰۰۵. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. ۱۹: ۱۲۵-۱۴۰.

Idrees, M., Naeem, M., Aftab, T., Khan, M.M.A. and Moinuddin. ۲۰۱۳. Salicylic acid restrains nickel toxicity, mproves antioxidant defence system And enhances the production of anticancer alkaloids in *Catharanthus roseus* (L.). Journal of Hazardous Materials, ۲۵۲-۲۵۳ : ۳۶۷-۳۷۴.

Kabata-pendias, A. . Trace elements in soils and plants. th ed. Boca Raton, Fl. CRC press

Mora, V., Baigorri, E., Zamarreno, A.M., Aguirre, E., Garnica, M., Fuentes, M. and Garcia-Mina, J.M. Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. Journal of Plant Physiology,

Pazurkiewicz-Kocot, K., Kita, A. and Pietruszka, M. . Effect of selenium on magnesium, iron, manganese, copper, and zinc accumulation in corn treated by indole- -acetic acid. Communication in Soil Science and Plant Analysis,

Salt, D.E., Smith, R.D. and Raskin, I. Phytoremediation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology,

Shalygo, N.V., Kolensikova, N.V., Voronetskaya V.V. and Averina, N.G. ۱۹۹۹. Effects of Mn۲+, Fe۲+, Co۲+ and Ni۲+ on Chlorophyll Accumulation and Early Stages of Chlorophyll Formation of Greening Barley Seedling. Russian Journal of Plant Physiology, ۴۶ : ۴۹۶-۵۰۱.

Wang, H., Feng, T., Peng, X., Yan, M. and Tang. X. . Up-regulation of chloroplastic antioxidant capacity is involved in alleviation of nickel toxicity of *Zea mays* L. by exogenous salicylic acid. Ecotoxicology and Environmental Safety, -

Wu, G., Kang, H., Zhang, X., Shao, H., Chu, L. and Ruan, C. . A critical review on the bio-removal of hazardous heavy metals from contaminated soils : Issues, progress, eco-environmental concerns and opportunities. Journal of Hazardous Materials,

Abstract

The present study was conducted to investigate the effectiveness of two plant growth regulators (PGRs) (salicylic acid (SA) and benzyl amino purin (BA)) and a humic substance on some physiological properties of maize in a greenhouse experiment arranged in completely randomized designs with three replications. After seven weeks, some physiological properties as the dry weights of shoots and roots, chlorophyll index and heights were measured. Results showed that foliar application of BA enhanced dry weights (shoot and root), relative to control. However, SA did not show any significant effect on it, whereas the reverse trend was observed for high levels of humic substance. Also results indicated that PGRs and humic substance increased chlorophyll index and heights of plant. Overall, it appears that foliar application of PGRs and humic substance in appropriate concentration could have potential to alleviate the adverse effects of nickel toxicity and may be useful to improve phytoremediation mechanism.

اثر مصرف کودهای پتاسیم و ریزمغذی ها بر روی برخی از عناصر غذایی در گندم

محمد فیضیان [۱]، علی عبداللهی آرپناهی [۲]، محمدجعفر ملکوتی [۳]، جلال قادری [۴]
۱-استادیار دانشگاه لرستان،۲-دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه لرستان، ۳-ستاد دانشگاه تربیت مدرس، ۴-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

چکیده
به منظور بررسی اثر مصرف کودهای پتاسیم و ریزمغذی ها بر روی برخی از عناصر غذایی در گندم گندم آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار در ۱۲ مزرعه شهرستان سرپل‌ذهاب در استان کرمانشاه به مدت یک سال اجرا شد. تیمارها به صورت زیر بودند: تیمار ۱= عرف زارع (NP)، تیمار ۲= NP + ریزمغذي‌ها، تیمار ۳= NP + ریزمغذي‌ها + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار MOP ، تیمار ۴= NP + ریزمغذي‌ها + ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار MOP و تیمار ۵= NP+ ریزمغذی‌ها + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار MOP (NP= کود ازته (اوره) و کود فسفره و MOP= کود کلرور پتاسیم) که تیمار ۴ در دو تقسیط و تیمار ۵ در سه تقسیط در طول کل زمان دوره رشد گیاه به زمین داده شدند. در هر مزرعه ۱۵ کرت وجود داشت که طول هر کرت ۵ متر و عرض هر کرت ۴ متر انتخاب گردید. فاصله بین کرت‌ها در جهت تیمارها ۱ متر و در جهت تکرارها به دلیل قرارگرفتن در جهت آبیاری ۱.۵ متر انتخاب گردید. نتایج تجزیه واریانس جداگانه مزارع در مورد عناصر در دانه نشان می دهد که از ۱۲ مزرعه مورد آزمایش پروتئین در ۴ مزرعه، P و Cu در ۱ مزرعه، K در ۷ مزرعه، Fe و Mn در ۲ مزرعه و Zn در ۵ مزرعه در سطح ۵% معنی دار شد. نتایج تجزیه واریانس جداگانه مزارع در مورد کاه نشان می دهد که از ۱۲ مزرعه مورد آزمایش K در ۷ مزرعه در سطح ۵% معنی دار شد. تجزیه مرکب این آزمایش در مورد عناصر در دانه نشان می دهد که غیر از Cu سایر عناصر مورد بررسی و پرونئین در سطح ۵% معنی دار شدند. نتایج این تحقیق نشان می دهدکه مصرف K و ریز مغذی ها تاثیر مثبتی در افزایش غلظت عناصر غذایی در دانه گندم دارد و لزوم استفاده از کودهای پتاسیم و ریزمغذی ها را نشان می دهد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، ریزمغذی ها، گندم، عناصر غذایی

مقدمه
یکی از عوامل مهم برای افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و نیز نهاده بسیار موثر در بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک، استفاده صحیح از کودها است. (ملکوتی، ۱۳۸۴). نیاز پتاسیمی گندم در برابر ازت حدود ۸۰ درصد است. همه گیاهان خانواده گندمیان دارای سیستم ریشه ای توسعه یافته ای بوده و به طور موثر و با راندمان بالا پتاسیم را از خاك دریافت می کنند. نیاز پتاسیمی غلات اگر تنها دانه آنها مد نظر باشد، پایین است. حال آنکه دو سوم کل پتاسیم برداشتی در کاه غلات می باشد. در کل غلات به عنوان مصرف کننده های حد واسط پتاسیم شناخته شده‌اند (Gething, ۱۹۹۲). پتاسیم از یک طرف به دلیل وظایف فیزیولوژیکی گسترده‌اي که در گیاه بر عهده دارد و از طرف دیگر به دلیل ایجاد استحکام ساقه و مقاومت آن در مقابل خوابیدگی، افزایش کارایی مصرف آب و جذب ازت و ایجاد مقاومت در برابر آفات و امراض، نقش کلیدی در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت دانه گندم دارد. (کشاورز و همکاران، ۱۳۸۱). اگرچه مقدار برداشت پتاسیم توسط دانه در مقایسه با کاه بسیار کمتر است ولی از آنجا که عموماً کلش گندم پس از برداشت به منظور مصارف دام و غیره از مزرعه خارج می‌شود، لذا کشت مداوم گندم و کودپذیری بالای ارقام جدید، عدم رعایت تناوب زراعی، برنگرداندن بقایای گیاهی به خاک و عدم مصرف کودهای پتاسیمی سبب تخلیه خاک از پتاسیم گردیده و این امر سبب بروز کمبود پتاسیم در گیاه و در نهایت کاهش عملکرد آن می‌گردد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴).

مواد و روش‌ها
این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار در ۱۲ مزرعه شهرستان سرپل‌ذهاب در استان کرمانشاه به مدت یک سال اجرا شد. تیمارها به صورت زیر بودند: تیمار ۱= عرف زارع (NP)، تیمار ۲= NP + ریزمغذي‌ها، تیمار ۳= NP + ریزمغذي‌ها + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار MOP ، تیمار ۴= NP + ریزمغذي‌ها + ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار MOP و تیمار ۵= NP+ ریزمغذی‌ها + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار MOP NP)= کود ازته (اوره) و کود فسفره و MOP= کود کلرور پتاسیم) که تیمار ۴ در دو تقسیط و تیمار ۵ در سه تقسیط در طول کل زمان دوره رشد گیاه به زمین داده شدند. در هر مزرعه ۱۵ کرت وجود داشت که طول هر کرت ۵ متر و عرض هر کرت ۴ متر انتخاب گردید. فاصله بین کرت‌ها در جهت تیمارها ۱ متر و در جهت تکرارها به دلیل قرارگرفتن در جهت آبیاری ۱.۵ متر انتخاب گردید. کلیه محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و ترسیم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۰۷ انجام شد. مقایسه میانگین ها نیز با روش LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس جداگانه مزارع در مورد عناصر در دانه نشان می دهد که از ۱۲ مزرعه مورد آزمایش پروتئین در ۴ مزرعه، P و Cu در ۱ مزرعه، K در ۷ مزرعه، Fe و Mn در ۲ مزرعه و Zn در ۵ مزرعه در سطح ۵% معنی دار شد. نتایج تجزیه واریانس جداگانه مزارع در مورد کاه نشان می دهد که از ۱۲ مزرعه مورد آزمایش K در ۷ مزرعه در سطح ۵% معنی دار شد. تجزیه مرکب این آزمایش در مورد عناصر در دانه نشان می دهد که غیر از Cu سایر عناصر مورد بررسی و پرونئین در سطح ۵% معنی دار شدند. جدول ۱ نتایج مقایسه میانگین تجزیه مرکب عناصر دانه را نشان می دهد. جدول ۲ نتایج مقایسه میانگین تجزیه مرکب K را در کاه نشان می دهد.. شهابی فر و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که استفاده از عناصر کم مصرف به همراه مقادیر بالای پتاسیم (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) تاثیر مثبت و معنی داری در در افزایش عملکرد گندم آبی داشته بطوری که عملکرد دانه گندم نسبت به شاهد ۲۵ درصد افزایش یافت. در آزمایش گلخانه‌ای تاثیر پتاسیم بر رشد رویشی و زایشی گندم در مزارع آهکی بررسی شد که نتیجه این آزمایش نشان داد که غلظت و جذب کل پتاسیم به طور معنی‌داری افزایش یافته و تاثیر سطوح مختلف پتاسیم در رشد زایشی به صورت افزایش معنی‌دار در وزن هزار دانه، غلظت پتاسیم در مجموع دانه و کاه بوده است (نیرومند حسینی و مفتون، ۱۳۸۲). نتایج این تحقیق نشان می دهدکه مصرف K و ریز مغذی ها تاثیر مثبتی در افزایش غلظت عناصر غذایی در دانه گندم دارد و لزوم استفاده از کودهای پتاسیم و ریزمغذی ها را نشان می دهد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کود پتاسیم و ریزمغذی‌ها بر برخی از عناصر غذایی در دانه گندم

تیمار	میانگین						
	Protein (%)	(%) P	(%) K	Fe (mg.kg^{-1})	Mn (mg.kg^{-1})	Zn (mg.kg^{-1})	Cu (mg.kg^{-1})
۱	c ۲۸/۱۱	b ۳۷۷۲/۰	d ۳۲۳/۰	c ۸۶۷/۴۱	c ۳۶۱/۲۶	d ۵۱۴/۲۲	b ۵۵۶/۴
۲	b ۲۴۴/۱۲	a ۴۰۰۶/۰	c ۳۵۱/۰	b ۵۱۱/۴۴	b ۱۶۷/۲۹	c ۵۰۰/۲۴	a ۰۶۹/۵
۳	ab ۳۸۷/۱۲	a ۴۰۲۵/۰	bc ۳۵۳/۰	ab ۸۷۵/۴۴	b ۵۹۷/۲۸	bc ۰۵۵/۲۵	ab ۸۴۷/۴
۴	a ۶۳۱/۱۲	ab ۳۹۳۹/۰	b ۳۶۱/۰	ab ۰۲۵/۴۵	ab ۷۶۹/۲۹	b ۵۷۵/۲۵	ab ۸۸۹/۴
۵	a ۷۱۷/۱۲	ab ۳۹۴۲/۰	a ۳۷۹/۰	a ۹۱۱/۴۵	a ۴۰۳/۳۰	a ۵۶۹/۲۵	ab ۷۹۲/۴

۰.۰۵) هر یك از میانگین های هر ستون که دارای حروف مشابه هستند، از نظر اماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند *P*).

در کاه K جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کود پتاسیم و ریزمغذی‌ها بر

تیمار	میانگین
	K (%)
۱	c ۸۸۲۸/۱
۲	bc ۰۹۷۸/۲
۳	b ۱۵۴۲/۲
۴	a ۲۱۲۵/۲
۵	a ۲۱۴۴/۲

۰.۰۵) هر یك از میانگین های هر ستون که دارای حروف مشابه هستند، از نظر اماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند *P*).

منابع

شهابی فر، جعفر؛ محمد اردلان و محمد لطف اللهی. ۱۳۸۲. مصرف بهینه ودهای شیمیایی حاوی عناصر کم مصرف و نقش آن در عملکرد کمی و کیفی گندم. سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. کرج، ایران.

کشاورز، عباس؛ کمال جلالی؛ محمدرضا دهقانی؛ علی بخش حمید نژاد؛ محمود صدری؛ بهروز حیدری و احمد و محسن محسنین. ۱۳۸۱. طرح افزایش عملکرد و تولید گندم آبی و دیم کشور. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

ملکوتی، م . ج. ۱۳۸۴ . کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. چاپ سوم با تجدید نظر بنیادی .انتشارات سنا، تهران، ایران.
ملکوتی، محمد جعفر؛ علی اصغر شهابی و کامبیز بازرگان. ۱۳۸۴ . پتاسیم در کشاورزی ایران.انتشارات سنا، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
نیرومند حسینی، نگار و منوچهر مفتون. ۱۳۸۲ .ارزیابی آزمایشگاهی عصاره‌گیرهای شیمیایی جهت تعیین پتاسیم در بعضی از خاکهایی آهکی استان فارس. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه گیلان و موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران.
Gething, P. A. ۱۹۹۲. Potash fact. Int. Potash Ins. Bern, Switzerland.

Abstract

To determine the effect of potassium and micronutrient fertilizers on some nutrients in wheat (*Triticum aestivum* L.), an experiment in a complete randomized block design with ۵ treatments and ۳ replications in ۱۲ irrigated wheat fields (*Triticum aestivum* L.) in Sarpol-e-Zohab was carried out in ۲۰۰۷-۰۸ growing season. The treatments included T_1= the control (farmers' conventional fertilization practice= NP); T_2= NP+ micronutrients; T_3= NP+ micronutrients + ۱۰۰ kg ha^{-1} MOP; T_4= NP+ micronutrients + ۲۰۰ kg ha^{-1} MOP and T_5= NP+ micronutrients + ۳۰۰ kg ha^{-1}MOP. Nitrogen was from urea, P from triple superphosphate (TSP), K from muriate of potash (MOP) sources. Potassium in T_4 was used in two splits and in T_5 was used in three splits during growth stage. In each studied fields, there were ۱۵ plots, each plot had ۵ meters length and ۴ meters width. The free space between each plot was ۱ meter long and ۱.۵ meters wide. Separate Analysis of variance of elements in ۱۲ farms showed that protein in ۴ farms, P and Cu in one farm, K in ۷ farms, Fe and Mn in two farms and Zn in the ۵ farms was significant at ۵ % level. Analysis of variance of straw showed that K in ۷ farms was significant at the ۵% level. Combined Analysis of variance of elements showed that except of Cu, other elements and protein were significant at ۵% level. The results show that the use of K and micronutrients have positive impact in increasing of the concentration of nutrients in the wheat grain and the need of use of potassium and micronutrients fertilizers.

اثر شوری بر رشد اندام هوایی و ریشه دانه رست های ارقام مختلف پسته استان یزد

محمدحسین بناکار [۱] ، غلامحسن رنجبر [۲] ، محمدحسن رحیمیان [۳]
۱- عضو هیئت علمی مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد، ۲-عضو هیئت علمی مرکز ملی تحقیقات شوری یزد ، ۳-کارشناس تحقیقات مرکز ملی تحقیقات شوری یزد

چکیده
هدف از انجام این تحقیق بررسی تاثیر شوری آب آبیاری بر اندام هوایی و ریشه دانه رست‌های ارقام غالب پسته استان یزد در آزمایش گلدانی بود. تیمارها شامل ارقام حاج عبدالهی، حاج‌آقاعلی، جلیل‌آقایی، پرندی و لرگی و سطوح شوری آب آبیاری ۰/۵، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری منجر به افزایش درصد سدیم اندام هوایی و ریشه، کاهش درصد پتاسیم اندام هوایی و ریشه، کاهش وزن تر و خشك اندام هوایی و ریشه، کاهش طول اندام هوایی و کاهش نسبت K/Na اندام هوایی شده است. همچنین، مشخص گردید که با افزایش شوری آب آبیاری، رقم پسته پرندی قادر به تولید وزن تر و خشك بالاتری نسبت به سایر ارقام است. این رقم به لحاظ دارا بودن نسبت Na/K ی بالا و حفظ این نسبت در سطوح مختلف شوری آب آبیاری، به شوری متحمل‌تر می باشد.

واژه های کلیدی: پسته، تحمل به شوری، دانه رست، رقم، شوری، نسبت K/Na

مقدمه
علي‌رغم شرایط مناسب استان یزد از نظر اقلیم، توپوگرافی و خاك برای بهره‌برداری اقتصادی از تولید پسته، شوری منابع آب در بخش وسیعی از آن به عنوان عامل اصلی محدودکننده در توسعه و رونق این گیاه با ارزش محسوب مي‌شود. یکی از راهکارهای پیشنهادی در این زمینه، معرفی ارقام متحمل به شوری پسته به باغداران است که کمك زیادی به استفاده بهینه از عرصه‌های موجود آب شور در استان یزد و سایر مناطق پسته‌کاری در استان‌های مجاور خواهد نمود. طبق نظر هاگمیر (۱۹۹۷)، از آنجا که محتوای آبی گیاه در شرایط تنش متفاوت است، تولید ماده خشك شاخص مناسبی برای ارزیابی اثرات شوری در گیاه خواهد بود. معمولاً حساس‌ترین پاسخ گیاه به شوری آب آبیاری، کاهش رشد است که این کاهش در عملکرد بیولوژیك و ارتفاع آن منعکس مي‌شود (ولکمر و همکاران، ۱۹۹۷). در ایران اگرچه تحقیقات زیادی در ارتباط با تأثیر شوری بر روی رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان انجام شده، لیکن اطلاعات موجود در مورد واکنش به شوری ارقام مختلف گیاه پسته نسبتاً اندك است. اولین تحقیقات علمی ایران در این ارتباط توسط پارسا و کریمیان (۱۹۷۵) انجام شد. این محققین نهال‌های پسته را در معرض شوري‌های مختلف قرار داده و تاثیر شوری بر رشد دو رقم پسته (بادامی و فندقی) را بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که مصرف آب شور موجب کاهش وزن خشك ریشه و اندام هوایی به ترتیب در شوري‌های ۸ و ۹۲/۱ دسي‌زیمنس بر متر برای رقم بادامی و ۶/۹ و ۴۸/۰ دسي‌زیمنس بر متر برای رقم فندقی مي‌گردد. سپاسخواه و مفتون (۱۹۸۱) نیز در آزمایشی واکنش دو رقم پسته (فندقی، بادامی) به شوري آب آبیاری (۰/۵، ۵/۱، ۵/۲، ۵/۳ و ۵/۴ دسي‌زیمنس بر متر) را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که در رقم فندقی اعمال شوری تا ۵/۴ دسي‌زیمنس بر متر تأثیر معني‌داری بر وزن خشك اندام هوایی نشان نداد، لیکن وزن خشك اندام هوایی رقم بادامی در این تیمار بطور معني‌داری کاهش پیدا کرد. سپاسخواه و مفتون (۱۹۸۲) تاثیر شوری آب آبیاری را بر ترکیب شیمیایی ارقام پسته مورد مطالعه قرار داده و نشان دادند که در هر دو رقم با افزایش شوري میزان جذب کلر بطور معني‌داری افزایش پیدا کرد.
سپاسخواه و همکاران (۱۹۸۵) در آزمایشی تاثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری (۰، ۲، ۶، ۸ دسي‌زیمنس بر متر) بر رشد پسته رقم فندقی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که اگرچه اعمال تنش شوری موجب کاهش وزن خشك اندام هوایی مي‌شود، لیکن این کاهش تا شوری ۶ دسي‌زیمنس بر متر معني‌دار نبوده و فقط اعمال بالاترین سطح شوری، وزن خشك اندام هوایی را به میزان ۵۰% کاهش داد. در تحقیقی دیگر تحمل به شوری سه رقم پسته به نام‌های بادامي، فندقی و کله‌قوچی در چهار سطح مختلف شوری آب آبیاری (۰، ۲، ۵/۵ و ۸ دسي‌زیمنس بر متر) در شرایط گلخانه‌ای توسط سپاسخواه و مفتون (۱۹۸۸) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که واکنش ارقام به شوری متفاوت است؛ بطوري‌که در رقم فندقی افزایش هر سطحی از شوری موجب کاهش معني‌دار وزن خشك اندام هوایی شده، لیکن در رقم بادامی وزن خشك اندام هوایی تا شوری ۵/۵ دسي‌زیمنس بر متر کاهش یافته و در رقم کله‌قوچی شوري‌های بالاتر از ۲ دسي‌زیمنس بر متر موجب کاهش وزن خشك اندام هوایی مي‌گردد. همچنین در بین ارقام مورد مقایسه رقم بادامی مقادیر بالاتری از نسبت Na/K را در مقایسه با ارقام دیگر دارا بود. این محققین نتیجه گرفتند که رقم فندقی به علت دارا بودن مقادیر بالاتر کلر و سدیم، قابلیت پایین‌تر تنظیم اسمزی و وزن خشك ریشه و اندام هوایی کمتر، به شوری حساس‌تر مي‌باشد.

هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر آبیاری با آب شور بر رشد ریشه و اندام هوایی (ساقه و برگ) تعدادی دانه رست پسته در استان یزد در آزمایش گلدانی می باشد.

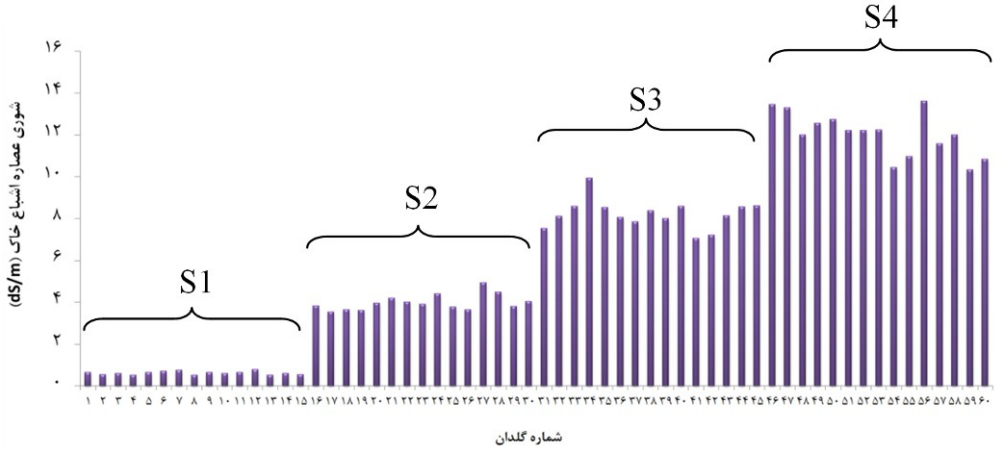
مواد و روش‌ها

این تحقیق در گلخانه مرکز ملی تحقیقات شوری انجام گرفت. بذور پسته شامل ارقام حاج عبدالهی (HA)، حاج آقاعلی (HAA)، جلیل آقایی (GA)، پرندی (P) و لورگی (L) بودند. بذور هر رقم پس از جوانه زنی در گلدان هایی به ابعاد ۳۰*۴۰ سانتیمتر پر شده با خاك لومی شن به تعداد سه عدد کشت گردیدند. در این تحقیق از چهار تیمار مختلف شوری آب آبیاری استفاده گردید. این تیمارها شامل ۵/۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسي‌زیمنس بر متر بودند که به ترتیب با S۱، S۲، S۳ و S۴ نام‌گذاری شده‌اند. شوري‌های مورد نظر از طریق مخلوط کردن نمك NaCl و CaCl۲ به نسبت ۲:۱ و انحلال در آب شرب شهری (با شوری تقریبی ۵/۰ دسي‌زیمنس بر متر) ایجاد و اعمال گردیدند. آزمایش بصورت فاکتوریل با سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد و در آن چهار سطح شوري و پنج رقم پسته (حاج عبدالهی، حاج آقاعلی، جلیل آقایی، پرندی و لورگی) در مرحله دانه رست مورد بررسی قرار گرفتند. روش آبیاری مورد استفاده در تمامی تیمارها، قطره‌ای و توسط قطره‌چکان‌های ۲ لیتر در ساعته بود که تقریباً به‌طور هر دو هفته یك بار صورت می‌گرفت.

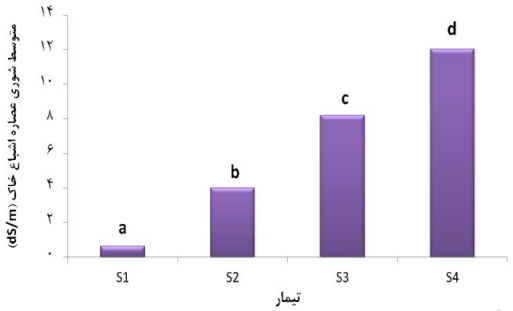
در این آزمایش که به مدت شش ماه ادامه یافت، ضمن کنترل و اندازه‌گیری مستمر شوری آب آبیاری در هر تیمار (ECiw)، حجم آب داده شده به هر تیمار (Viw)، حجم آب خروجی از زهکش‌ها (Vdw) و شوری زه‌آب‌های خروجی از گلدان‌ها (ECdw) اندازه‌گیری شده است. در انتهای دوره، اندام هوایی (ساقه و برگ) و ریشه گیاه در هر گلدان بصورت جداگانه برداشت شد و صفات مورد نظر (شامل وزن تر و خشك ریشه و اندام هوایی، طول اندام هوایی، مقدار سدیم و پتاسیم ریشه و اندام هوایی و نسبت K/Na اندام هوایی) اندازه‌گیري شد. در انتهای آزمایش، متوسط شوری عصاره اشباع خاك (ECe) هر یك از تیمارها تعیین شد. مقایسه‌های آماری توسط آزمون دانکن در سطح ۵ درصد و به کمك نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

شکل ۱ شوری عصاره اشباع خاك گلدان‌های آزمایشی تحت تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری را در انتهای فصل رشد نشان می‌دهد. حداکثر و حداقل شوري‌های خاك مشاهداتی مربوط به تیمارهای S۴ و S۱ و به ترتیب برابر با ۶/۱۳ و ۵۲/۰ دسي‌زیمنس بر متر بوده است. همچنین، صرف نظر از نوع رقم متوسط شوری خاك تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر دارند (شکل ۲).

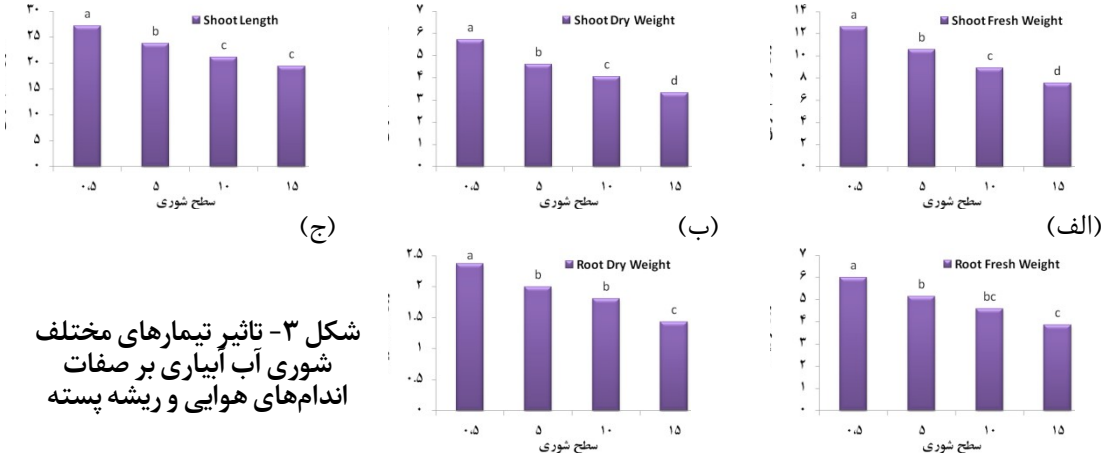


شکل ۱ -شوری عصاره اشباع خاك گلدان‌های آزمایشی تحت تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری



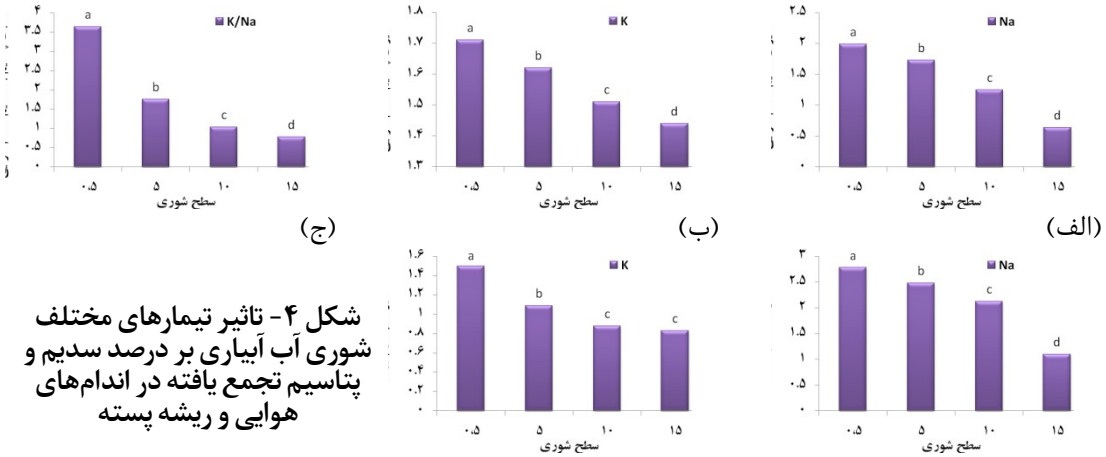
شکل ۲-مقایسه آماری متوسط شوری عصاره اشباع خاك در تیمارهای مختلف

بیشترین وزن تر اندام هوایی از تیمار شاهد بدست آمد و شوری آب آبیاری موجب کاهش معنی‌دار وزن تر اندام هوایی گردید (شکل ۳). بیشترین کاهش‌ها از اعمال بالاترین سطح شوری آب آبیاری (۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) حاصل شده است (حدود ۴۰%). وزن خشك همانند وزن تر اندام هوایی، با افزایش شوری آب آبیاری، وزن خشك اندام هوایی پسته نیز بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد (شکل ۳-ب). بیشترین کاهش وزن خشك اندام هوایی از اعمال بالاترین سطح شوری (حدود ۴۲%) بدست آمد. این روند در مورد طول اندام هوایی پسته نیز قابل مشاهده است (شکل ۳-ج). نتایج همچنین نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری، طول اندام هوایی کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که بدون توجه به رقم، اعمال شوری‌های ۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر منجر به کاهش ۵/۱۲ و ۲۲ درصدی طول اندام هوایی می‌گردد؛ لیکن آبیاری با شوری‌های بالاتر تاثیر معنی‌داری بر طول اندام هوایی نسبت به تیمار قبلی ندارد. پیچیونی و همکاران (۱۹۹۰) نیز با بررسی اثرات کاهنده نمك بر روی رشد نهال‌های مختلف پسته نشان دادند که اعمال شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش طول ساقه به میزان ۳۳% گردید. همچنین افزایش شوری موجب کاهش وزن تر ریشه می‌گردد (شکل ۳-د). مقایسه وزن تر ریشه تیمارهای مختلف با یکدیگر نشان‌دهنده اثر مشابه تیمارهای ۵ با ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و نیز تیمارهای ۱۰ با ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر است. با افزایش شوری وزن خشك ریشه نیز بطور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است (شکل ۳-ه). نتایج نشان می‌دهد که صرف‌نظر از نوع رقم، اندام هوایی پسته در مقایسه با ریشه به شوری حساس‌تر است؛ بطوریکه در تیمارهای با شوری پائین‌تر، علی‌رغم اینکه تاثیر معنی‌داری بر رشد ریشه‌ها دیده نمی‌شود، لیکن رشد اندام هوایی را بطور معنی‌دار کاهش می‌دهد. بطور کلی می‌توان گفت که اگرچه ریشه اولین اندام گیاهی است که در معرض شوری خاك قرار دارد، لیکن رشد آن در مقایسه با اندام هوایی کمتر تحت تاثیر شوری آب آبیاری است.



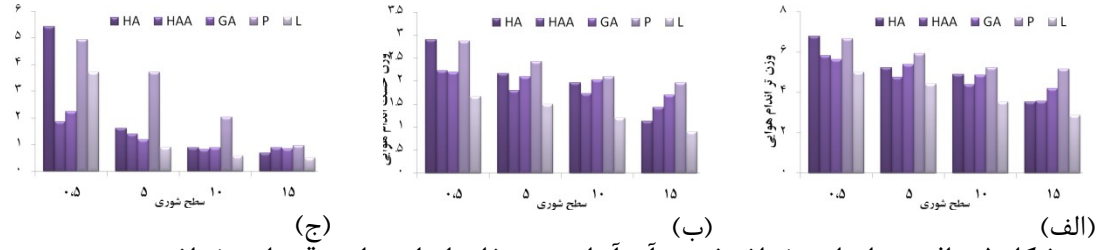
شکل ۳- تاثیر تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری بر صفات اندام‌های هوایی و ریشه پسته

نتایج نشان داد که هم ریشه و هم اندام هوایی از نظر درصد سدیم، تفاوت‌های معنی‌داری با یکدیگر دارند (شکل ۴). بیشترین درصد سدیم در بالاترین سطح شوری آب آبیاری مشاهده شد. آزمایشات انجام شده توسط پیچیونی و همکاران (۱۹۹۷) نیز بیانگر افزایش غلظت سدیم برگ ارقام مختلف نهال‌های پسته در اثر افزایش شوری آب آبیاری است. سپاسخواه و مفتون (۱۹۸۲) نیز افزایش غلظت سدیم در ریشه و اندام هوایی نهال‌های پسته را به موازات افزایش شوری آب آبیاری نشان دادند. این روند در آزمایشات دیگری نیز تایید شده است (سپاسخواه و مفتون ۱۹۸۲، سپاسخواه و همکاران ۱۹۸۵، والکر و همکاران، ۱۹۸۷). بر اساس نتایج این تحقیق، افزایش شوری موجب کاهش معنی‌دار درصد پتاسیم اندام هوایی و ریشه گردید؛ ولی در هر حال درصد پتاسیم در اندام هوایی بالاتر از درصد آن در ریشه در تمامی تیمارها بود (شکل‌های ۴-ب و ۴-ه).



شکل ۴- تاثیر تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری بر درصد سدیم و پتاسیم تجمع یافته در اندام‌های هوایی و ریشه پسته

مقایسه نسبت Na/K اندام هوایی در تیمارهای مختلف (شکل ۵-ج) نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری، نسبت مذکور بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد. کاهش این نسبت در شوری‌های بالاتر به علت افزایش جذب سدیم و کاهش جذب پتاسیم می‌باشد. مقدار Na/K از ۶/۳ در تیمار S۱ شروع و با افزایش شوری آب آبیاری به حدود یک در تیمار S۳ و به زیر واحد در تیمار S۴ می‌رسد. در تحقیق حاضر کاهش Na/K به زیر واحد می‌تواند کاهش قابل توجه رشد اندام‌های هوایی در سطوح بالای شوری آب آبیاری (شکل‌های ۴-الف، ۴-ب و ۴-ج) را به خوبی توجیه نماید.



شکل ۵- تاثیر تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری بر صفات اندام هوایی رقم‌های مختلف پسته

با افزایش شوری آب آبیاری و علی‌رغم مشاهده روند کاهشی وزن تر در تمامی ارقام پسته، رقم پرندی قادر به تولید وزن تر بالاتری نسبت به سایر ارقام بود و رقم لورگی کمترین وزن تر را تولید کرد (شکل ۵-الف). این درحالی است که در شرایط غیرشور، رقم حاج‌عبدالهی بیشترین وزن تر را نسبت به ارقام حاج‌آقاعلی، جلیل‌آقایی و لورگی تولید نمود، هرچند تفاوت آماری معنی‌داری با وزن تر رقم پرندی نداشت. در مورد وزن خشک اندام هوایی (شکل ۵-ب) نیز نتایج مشابهی حاصل گردید. با مقایسه نسبت Na/K اندام هوایی ارقام مختلف پسته با همدیگر (شکل ۶-ج)، علی‌رغم مشاهده روند کاهشی Na/K، به موازات افزایش شوری، در ارقام مختلف پسته واکنش‌های تقریباً متفاوتی در سطوح مختلف شوری دیده می‌شود. بطوری‌که نسبت Na/K در ارقام حاج‌آقاعلی و جلیل‌آقایی، ضمن پائین بودن مقدار عددی آن، در سطوح مختلف شوری آب آبیاری کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نداشت. اما در مورد رقم لورگی، علی‌رغم اینکه نسبت Na/K در تیمار شاهد تقریباً بالا بوده است، لیکن اعمال تیمار شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش شدید این نسبت به زیر واحد شده که در این تیمار، نسبت فوق‌الذکر تفاوت آماری معنی‌داری با سایر تیمارها نخواهد داشت. در مورد رقم حاج عبدالهی نسبت Na/K در تیمار شاهد بیشترین مقدار بوده (۴۲/۵) و با اعمال اولین تیمار شوری آب آبیاری (S۱) به ۶۲/۱ تنزل یافته و در سایر تیمارها به زیر واحد نیز می‌رسد. اما با افزایش شوری آب آبیاری، نسبت Na/K در رقم پرندی با شدت کمتری کاهش می‌یابد. در این رقم، حتی با اعمال اولین تیمار شوری آب آبیاری (S۱)، کاهش معنی‌داری در نسبت Na/K ایجاد نشده و در صورت اعمال سایر تیمارها است که کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد بوجود خواهد آمد. تنها اعمال بالاترین سطح شوری آب آبیاری (تیمار S۴) است که موجب برابری آماری نسبت Na/K در تمامی ارقام پسته می‌گردد. از آنجا که نسبت Na/K شاخص مهمی در ارزیابی تحمل به شوری گیاهان بشمار می‌رود، از مجموع آنچه گفته شد چنین استنباط می‌شود که در بین ارقام مورد بررسی، رقم پسته پرندی به لحاظ دارا بودن نسبت Na/K ی بالا و حفظ این نسبت در سطوح مختلف شوری آب آبیاری، به شوری متحمل‌تر بوده و از مکانیسم‌های خودتنظیمی مناسب‌تری برای تحمل به شوری موجود در ناحیه ریشه برخوردار است.

منابع

Hagemeyer, J. ۱۹۹۷ .Salt. In: Prasad, M. N. V. Plant ecophysiology. Wiley and Sons, Inc. New York. ۱۷۳-۲۰۶.

Parsa, A.A., and N. Karimian. ۱۹۷۵. Effect of sodium chloride on seedling growth of two major varieties of Iranian pistachio. Journal of Horticultural Science. ۵۰: ۴۱-۴۶.

Picchioni, G. A., S. Miyamoto and J. B. Storey. ۱۹۹۰. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedlings. Journal of American Society of Horticultural Sciences. ۱۱۵(۴): ۶۴۷-۶۵۳.

Sepaskhah, A.R. and M. Maftoun. ۱۹۸۱. Growth and chemical composition of pistachio cultivars as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. I. Growth. Journal of Horticultural Science. ۵۶(۴): ۲۷۷-۲۸۴.

Sepaskhah, A.R., and M. Maftoun. ۱۹۸۲. Growth and chemical composition of Pistachio cultivars as influenced by irrigation rgimes and salinity levels of irrigation water. II. Chemical Composition. Journal of Horticultural Science. ۵۷(۴): ۴۶۹-۴۷۶.

Sepaskhah, A.R., and M. Maftoun. ۱۹۸۸. Relative salt tolerance of Pistachio cultivars. Journal of Horticultural Science. ۶۳(۱)۱۵۷-۱۶۲.

Sepaskhah, A.R., M. Maftoun, and N. Karimian. ۱۹۸۵. Growth and chemical composition of Pistachio as affected by salinity and applied iron. Journal of Horticultural Science. ۶۰(۱): ۱۱۵-۱۲۱.

Volkmar, K. M., Y. Hu and H. Steppuhn. (۱۹۹۷). Physiological responses of plants to salinity: A review. Canadian Journal of plant Science. ۷۸: ۱۹-۲۷.

Walker, R. R., E. Torokfalvy and M. H. Behboudian. ۱۹۸۷. Uptake and distribution of chloride, sodium and potassium ions and growth of salt-treated pistachio plants. Australian Journal of Agricultural Research. ۳۸: ۳۸۳-۳۹۴.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of saline water on seedling shoot and root growth of dominant pistachio cultivars of Yazd province. in a glasshouse experiment. Treatments were Hajabdolahi, Hajagha-Ali, Jalilaghaii, Parandi and Lorgi cultivars and four levels of irrigation water salinity (۰.۵, ۵, ۱۰, ۱۵ dS/m). Results showed that increase in irrigation water salinity increases shoot and root Na concentration, decreases shoot and root K concentration, shoot length and shoot K/Na ratio. Results also showed that in comparison to other cultivars, Parandi could produce more biomass yield under higher level of salinity. Due to high K/Na ratio, Parandi cultivar could be considered as a salt tolerant rootstock under saline conditions.

اثر ورمی‌کمپوست و زمان بر تغییر شکل‌های پتاسیم در برخی خاک‌های آهکی استان فارس

نیلوفر صدری [۱] حمیدرضا اولیایی [۲]، مهدی نجفی قیری [۳]
دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج ۳- عضو هیئت علمی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

چکیده

وضعیت پتاسیم خاک‌ها می‌تواند تحت تأثیر عوامل گوناگونی قرارگیرد. ورمی‌کمپوست از عواملی هستند که می‌تواند توزیع شکل‌های مختلف پتاسیم را تحت تأثیر قرار دهند. جهت بررسی این امر، تعدادی از خاک‌های استان فارس به عنوان نمونه انتخاب شد و تأثیر افزودن ۲ درصد ورمی‌کمپوست در سه زمان ۵، ۱۵ و ۶۰ روز بر شکل‌های پتاسیم مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲ تیمار شامل ورمی‌کمپوست ۲ درصد و یک تیمار کنترل در سه تکرار انجام گرفت. نمونه‌ها به مدت ۵، ۱۵ و ۶۰ روز در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ظرفیت زراعی نگهداری گردیدند و سپس شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی و غیرتبادلی در آن‌ها اندازه‌گیری گردید نتایج نشان داد که پتاسیم محلول خاک پس از کاربرد ورمی‌کمپوست می‌تواند سبب افزایش سریع پتاسیم محلول خاک گردد، که این امر می‌تواند در صورت مهیا بودن سایر شرایط سبب آبشویی پتاسیم خاک گردد و همچنین در صورت وجود گیاه، میزان جذب پتاسیم به وسیله ریشه را افزایش دهد. به طور کلی می‌توان بیان کرد که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار کلیه اشکال پتاسیم گردیده که با گذشت زمان این تأثیر کمتر شده و پس از ۶۰ روز این تأثیرات معنی‌دار نبوده است. نتیجه حاصل از این پژوهش می‌تواند در مدیریت حاصلخیزی پتاسیم در خاک‌های تیمار شده با ترکیبات آلی موثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: خاک‌های آهکی، شکل‌های پتاسیم، ورمی‌کمپوست

مقدمه

پتاسیم در خاک‌های معدنی در محدوده ۳-۰۴/۰ درصد قرار دارد، محتوای پتاسیم کل در بالاتر از ۲/۰ متری خاک در بیشتر زمین‌های کشاورزی در محدوده بین ۲۰-۱۰ گرم برکیلوگرم می‌باشد (جکسون، ۱۹۶۴؛ اسپارکز، ۱۹۸۷). با این وجود، بیشتر پتاسیم خاک (۹۸-۹۰ درصد) در ساختمان کانی‌ها وجود دارد. پتاسیم در چهار گروه تقسیم بندی می‌شود: محلول در آب، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی. مقدار پتاسیم قابل دسترس و غیرقابل دسترس برای گیاه در خاک بسته به نوع خاک میان منابع پتاسیم در خاک است متنوع می‌باشد. بنابراین، تعداد خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک همچنین فعل و انفعالات خاک، گیاه و فعالیت‌های میکروبی خاک بر تثبیت و آزادسازی پتاسیم از خاک تأثیر می‌گذارند. ورمی‌کمپوست، کود آلی بیولوژیکی است که در اثر عبور مداوم و آرام مواد آلی در حال پوسیدن از دستگاه گوارش کرم خاکی و دفع این مواد از بدن کرم حاصل می‌شود (محبوب خمامی، ۱۳۸۷) تولید ورمی‌کمپوست به عنوان یک فنآوری نوین جهت مدیریت مواد زائد جامد مورد استفاده قرار می‌گیرد (لازکانو، ۲۰۱۱؛ منیوچی، ۲۰۱۲). ورمی‌کمپوست یک کود آلی هوموسی بوده و به لحاظ دارا بودن انواع ویتامین‌ها، هورمون‌های رشد، و عناصرغذایی مورد نیاز گیاه اثرات زیادی را بر رشد و نمو گیاهان می‌گذارد.

منیوچی (۲۰۱۳)، بیان کرد که افزودن ورمی‌کمپوست به خاک باعث افزایش ۵، ۷/۲۱، ۹/۱۶ و ۹۲/۴ درصدی در محتوای پ‌هاش خاک، نیتروژن، فسفر و منگنز شده همچنین باعث کاهش ۴۱/۹ و ۷۷/۳ درصدی هدایت الکتریکی و محتوای پتاسیم خاک شده است. براهیمی و همکاران (۱۳۸۷)، با مطالعه اثر باقی‌مانده و تجمعی کودهای آلی بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک و گندم به این نتیجه رسیدند که کاربرد کودهای آلی به صورت باقی‌مانده و تجمعی منجر به افزایش غلظت عناصر پرمصرف در خاک و گیاه گردید. این افزایش جز در مورد اثر باقی‌مانده کودهای آلی بر غلظت نیتروژن کل در خاک و مقدار آن در کاه و کلش در سایر موارد معنی‌دار بود. اثر باقی‌مانده کودها به خصوص بر فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک و گیاه نکته مثبت و قابل توجهی تلقی می‌شود. مواد آلی نقش مهمی را در تعیین میزان پویایی پتاسیم در خاک ایفا می‌کنند بنابراین، اطلاع یافتن راجع به شکل‌های پتاسیم رشد گیاهی و ارزیابی وضعیت پتاسیم قابل دسترس گیاه در خاک مهم است. رودریگز و همکاران (۲۰۰۵)، بیان داشتند که افزایش در مقدار پتاسیم قابل دسترس در خاک‌های تیمار شده با کمپوست بیشتر از خاک‌های بدون کمپوست بوده است.

مواد و روش‌ها

۹ نمونه از عمق‌های ۳۰-۰ انتخاب گردیدند و پس از انتقال به آزمایشگاه در هوای آزاد خشک و سپس کوبیده شده و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. بافت خاک به روش هیدرومتری (دی، ۱۹۶۵) و تعیین درصد اشباع نمونه‌ها در خمیر اشباع انجام شد. از نمونه‌ها گل اشباع تهیه و pH آن‌ها به وسیله پ‌هاش متر اندازه‌گیری شد (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴). سپس عصاره اشباع به وسیله دستگاه پمپ مکش تهیه شد و میزان شوری در عصاره اشباع به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی (کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴) به دست آمد. کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون

(کارمندان آزمایشگاه شوری، ۱۹۵۴)، کربن آلی به روش سوزاندن تر با بی‌کرومات پتاسیم در مجاورت اسید کرومیک غلیظ و تیتراسیون با فروسولفات آمونیوم (نلسون و سامر، ۱۹۸۲) ، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم ۱ نرمال در pH=۲/۸ (چاپمن، ۱۹۶۵)، و پتاسیم به روش شعله‌سنجی با دستگاه شعله‌سنج مدل JenwayPFP۷ ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و کل به ترتیب در عصاره اشباع، عصاره‌گیری با استات آمونیوم ۱ نرمال با پ‌هاش ۷، عصاره‌گیری با اسید نیتریک ۱ نرمال جوشان، و هضم با اسید فلوریدریک و تیزاب سلطانی تعیین شدند (پرات، ۱۹۶۵).

آزمایش‌های مربوطه به تأثیر افزودن ورمی‌کمپوست بر توزیع شکل‌های پتاسیم خاک به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی(۹×۲×۳×۳) روی ۹ خاک و تحت ۳ زمان ۵، ۱۵ و ۶۰ روز با ۲ تیمار شامل ورمی‌کمپوست ۲ درصد و یک تیمار شاهد در سه تکرار انجام گرفت. به ۳۰ گرم خاک ۱ گرم ورمی‌کمپوست اضافه گردید. سپس نمونه‌ها موجود در ظروف پلاستیکی در ظرفیت زراعی نگه‌داری شدند و در پایان نمونه‌ها هوا خشک شد و پس از خرد کردن کاملاً مخلوط گشتند و سپس شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی و غیرتبادلی در آن‌ها اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، طبقه‌بندی و کانی‌های رسی خاک‌های مورد مطالعه در جدول (۱) نشان داده شده است. این خاک‌ها در چهار راسته انتی‌سولز، اینسپی‌سولز، اریدی‌سولز و آلفی سولز قرار گرفتند. خاک‌های مورد مطالعه دارای رژیم‌های رطوبتی اریدیک-یوستیک، زریک، یوستیک و اریدیک و رژیم‌های حرارتی مزیک، ترمیک و هایپرترمیک می‌باشند. کانی‌های غالب شناخته شده در این خاک‌ها پالی‌گروسکایت، کلریت و اسمکتیت می‌باشند. در مورد درصد اجزاء خاک‌های مورد مطالعه می‌توان گفت که حاوی مقادیر مختلفی از شن، سیلت و رس می‌باشند. دامنه‌ی تغیرات رس خاک‌ها از ۵۶/۲۵ تا ۵۶/۴۴ درصد، سیلت ۲۸/۲۳ تا ۴۰ درصد و شن ۱۶/۲۲ تا ۴۴/۴۹ درصد می‌باشد. بافت خاک‌ها از رسی تا لومی رسی شنی متغیر است. دامنه تغییرات هدایت الکتریکی خاک‌ها بین ۸۹/۰ تا ۲/۲ دسی‌زیمنس بر متر (میانگین ۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر) می-باشد. تمام خاک‌ها در دامنه شوری کم قرار داشته. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های مورد بررسی در دامنه ۲/۱۵ تا ۱/۳۹ سانتی مول بر کیلوگرم و میانگین ۱۵/۲۶ می‌باشد که می‌توان به نوع و میزان رس آن‌ها نسبت داد. بیشترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی مربوط به خاک سپیدان با بافت رسی در حالی که کمترین مقدار آن مربوط به خاک لار با بافت درشت می‌باشد.

شماره خاک	کلاس بافت	رده‌بندی خاک	رس (%)	شن (%)	پ‌ها ش	OC (%)	CCE (%)	CEC $cmol_{(+)}$ (kg^{-1})	EC dS/m) (
۱	لومی رسی	Typic Xerorthents	۵۶/۳۶	۱۶/۳۰	۴۷/۷	۵/۰	۲۹	۴/۳۰	۲/۲
۲	لومی رسی	Typic Xerorthents	۲۸/۳۷	۴۴/۲۵	۳۰/۷	۹/۱	۵۵	۸/۲۲	۱/۲
۳	لومی	Typic Calcixerepts	۲۸/۲۷	۴۴/۴۹	۹۴/۷	۱/۱	۲/۶۶	۷/۲۱	۸۹/۰
۴	لومی	Typic Calciustepts	۵۶/۲۵	۷۲/۴۸	۹۳/۷	۷/۰	۵/۴۷	۱۹	۲/۱
۵	لومی سیلتی	Typic Calciustepts	۲۸/۳۱	۷۲/۲۸	۱۸/۸	۷/۱	۵/۵۲	۹/۲۳	۲/۱
۶	لومی رسی	Calcic Haploxeralfs	۲۸/۴۳	۱۶/۲۲	۸۳/۷	۴/۰	۵/۲۲	۶/۳۲	۸/۱
۷	رسی‌سیلتی	Aridic Ustorthents	۵۶/۴۴	۱۶/۲۶	۰۲/۸	۳/۱	۷/۱۳	۱/۳۹	۰۴/۱
۸	لومی رسی	Typic Haplocalcids	۵۶/۳۰	۱۶/۳۲	۶۹/۷	۳/۰	۲/۷۱	۳/۲۹	۹/۱
۹	لومی	Typic Calcixerepts	۲۸/۲۷	۱۶/۴۲	۷۴/۷	۹/۱	۵/۷۲	۲/۱۵	۲
میانگین			۷/۳۳	۹/۳۳	۸/۷	۱/۱	۸/۴۷	۰/۲۶	۶/۱

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکوشیمیایی، طبقه‌بندی و کانی‌های رسی خاک‌های مورد مطالعه

جدول۲- شکل‌های مختلف پتاسیم و درصد نسبی آن‌ها در خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	شکل‌های مختلف پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)					توزیع شکل‌های مختلف پتاسیم* (%)				
	محلول	تبادلی	غیرتبادلی	ساختمانی	کل	محلول	تبادلی	غیرتبادلی	ساختمانی	کل
۱	۰/۷	۲۵۷	۳۱۲	۱۷۷۸	۲۳۵۴	۲۹/۰	۹/۱۰	۲/۱۳	۵/۷۵	۲۳/۰
۲	۶/۴	۲۳۰	۲۸۲	۲۰۰۸	۲۵۲۳	۱۸/۰	۱/۹	۱/۱۱	۵/۷۹	۲۵/۰
۳	۵/۶	۲۳۸	۳۶۷	۲۶۴۴	۳۲۵۶	۱۹/۰	۳/۷	۲/۱۱	۲/۸۱	۳۲/۰
۴	۶/۶	۲۳۸	۴۴۵	۳۲۲۳	۳۹۱۲	۱۶/۰	۰/۶	۳/۱۱	۳/۸۲	۳۹/۰
۵	۹/۸	۴۹۸	۹۸۴	۱۴۹۰	۲۹۸۱	۲۹/۰	۷/۱۶	۰/۳۳	۵۰	۲۹/۰
۶	۰/۳	۴۲۱	۱۱۰۷	۶۹۰۶	۸۴۳۷	۰۳/۰	۹/۴	۱/۱۳	۸/۸۱	۸۴/۰
۷	۶/۱۳	۲۹۹	۴۰۱	۱۵۹۸	۲۳۱۲	۵۸/۰	۹/۱۲	۳/۱۷	۱/۶۹	۲۳/۰
۸	۵/۳	۵۲۴	۱۶۹۴	۲۲۲۱	۴۴۴۳	۰۷/۰	۷/۱۱	۱/۳۸	۵۰	۴۴/۰
۹	۳/۹	۳۲۱	۶۲۳	۲۶۰۸	۳۵۶۱	۲۶/۰	۰/۹	۴/۱۷	۲/۷۳	۳۵/۰
میانگین	۰/۷	۳۲۷	۶۳۴	۲۶۰۸	۳۵۷۶	۲۲/۰	۸/۹	۴/۱۸	۴/۷۱	۳۷/۰

توزیع شکل‌های مختلف پتاسیم= مقدار پتاسیم/پتاسیم کل× ۱۰۰ *

مقادیر شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی، غیرتبادلی، ساختمانی و کل و درصد نسبی هر کدام در جدول (۲) نشان داده شده است به طور میانگین پتاسیم کل خاک‌ها ۳۷/۰ درصد می‌باشد از این مقدار پتاسیم موجود در خاک حدود ۳/۸۲-۵۰ درصد آن در ساختمان کانی‌ها وجود داشته و به عنوان پتاسیم ساختمانی در نظر گرفته می‌شود. پتاسیم محلول در خاک‌های مورد مطالعه در دامنه ۰/۳-۶/۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۰/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. کمترین و بیشترین مقدار پتاسیم محلول بترتیب در خاک‌های شماره ۶ و ۷ وجود دارد. پتاسیم تبادلی در خاک‌های مورد مطالعه در دامنه ۵۲۴-۲۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۳۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود و بیشترین و کمترین مقدار پتاسیم تبادلی به ترتیب مربوط به خاک‌های شماره ۸ و ۲ بود. مقدار پتاسیم غیرتبادلی در خاک‌های مورد مطالعه در دامنه ۱۶۹۴-۲۸۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین ۶۳۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود و کمترین و بیشترین آن مربوط به خاک‌های شماره ۱و ۸ بود.

مقایسه تأثیر ورمی‌کمپوست بر شکل‌های پتاسیم در طول زمان

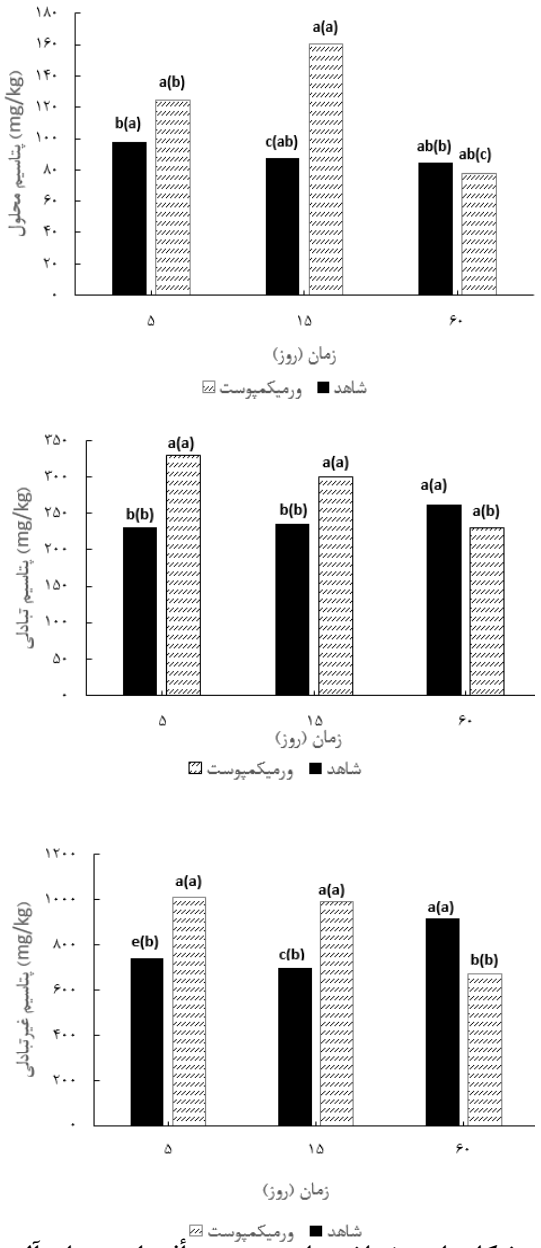
تاثیر ورمی‌کمپوست بر پتاسیم محلول در زمان‌های ۵ و ۱۵ روز نسبت به نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان دادند در صورتی که در زمان ۶۰ روز این تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. مقدار پتاسیم محلول خاک‌های تحت تأثیر ورمی‌کمپوست در طول زمان ۵، ۱۵ و ۶۰ روز به صورت ۱۲۴، ۱۶۰ و ۷۸ میلی‌گرم بر گیلوگرم بوده. با گذشت زمان ابتدا مقدار پتاسیم محلول در ۱۵ روز زیاد و سپس کاهش می‌یابد که ممکن است به دلیل تجزیه ورمی‌کمپوست بوده باشد. پتاسیم تبادلی خاک‌ها تحت تأثیر ورمی‌کمپوست در طول زمان به صورت ۳۲۹، ۳۰۰ و ۲۲۹ میلی‌گرم بر گیلوگرم بوده که در طول زمان ورمی‌کمپوست باعث کاهش مقدار پتاسیم تبادلی شده است همچنین ورمی‌کمپوست در هر سه زمان نسبت به نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری داشته است. تغییرات پتاسیم غیرتبادلی تحت تأثیر ورمی‌کمپوست در طول زمان به صورت ۱۰۰۸، ۹۹۱ و ۶۶۹ میلی‌گرم بر گیلوگرم بوده که با گذشت زمان مقدار پتاسیم غیرتبادلی کاهش یافته است.

تأثیر ورمی‌کمپوست بر تغییر شکل‌های پتاسیم

مقایسه میانگین اثر افزودن دو درصد ورمی‌کمپوست بر شکل‌های پتاسیم در سه زمان درخاک‌های مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم پتاسیم محلول پس از ۵ روز گردید. انکوباسیون ۱۵ روزه نمونه‌ها سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم محلول در نمونه‌های تیمار شده با ورمی‌کمپوست گردید. به هر حال می‌توان پیش‌بینی کرد که پتاسیم محلول خاک پس از کاربرد ورمی‌کمپوست به سرعت افزایش یافته که این امر می‌تواند در صورت مهیا بودن سایر شرایط سبب آبشویی پتاسیم خاک گردد و همچنین در صورت وجود گیاه میزان جذب پتاسیم به وسیله ریشه را افزایش دهد اما با گذشت زمان پتاسیم محلول می‌تواند به شکل‌های با قابلیت استفاده کمتر مانند تبادلی و غیرتبادلی تبدیل شده و خطر آبشویی کاهش یابد.

به هر حال پیک تغییرات پتاسیم ۱۵ روز پس از کاربرد ورمی‌کمپوست بوده و در زمان ۶۰ روز غلظت پتاسیم محلول کاهش می‌یابد. پتاسیم تبادلی همانند پتاسیم محلول با کاربرد ورمی‌کمپوست پس از ۵ و ۱۵ روز افزایش معنی‌داری نشان داد که البته در زمان ۶۰ روز کاهش معنی‌داری در مقدار آن مشاهده شد. شکل غیرتبادلی پتاسیم نیز اگرچه در زمان طولانی‌تری به تعادل با شکل محلول و تبادلی می‌رسد اما در این آزمایش تغییرات معنی‌داری را نشان داد. تیمار ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم غیرتبادلی خاک در زمان ۵ روز گردید. کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار هر شکل پتاسیم گردیده که با گذشت زمان این تأثیر کمتر شده و پس از ۶۰ روز این تأثیرات از بین می‌رود. نجفی قیری و همکاران (۱۳۹۲) بیان داشتند که کاربرد ورمی‌کمپوست

سبب افزایش معني‌دار پتاسیم غیرتبادلی در خاک‌ها شد. با توجه به غلظت بالای پتاسیم محلول در ورمي‌کمپوست، یون‌های پتاسیم بر اثر پخشیدگی به فضای بین لایه‌ای کاني‌های تثبیت کننده پتاسیم (اسمکتیت و میکاهای هوادیده) وارد شده و به شکل غیرتبادلی در مي‌آیند و کاربرد ورمي‌کمپوست، پتاسیم خاک را به سمت شکل محلول متمایل مي‌کند. رودریگز و همکاران (۲۰۰۵)، بیان داشتند که افزایش در مقدار پتاسیم قابل دسترس در خاک‌های تیمار شده با کمپوست بیشتر از خاک‌های بدون کمپوست بوده است.



شکل ۱- تغییرات شکل‌های مختلف پتاسیم تحت تأثیر اسیدهای آلی و ورمي‌کمپوست
حروف متفاوت بالای ستون‌ها در هر زمان نشان دهنده تفاوت معني‌دار میانگین‌ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن مي‌باشد

حروف متفاوت داخل پرانتز بالای ستون‌ها نشان دهنده تفاوت معني‌دار میانگین‌ها در زمان‌های مختلف در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن مي‌باشد.

منابع

براهیمی، ن.، م. افیونی، م. کرمی و ی. رضایی‌نژاد. ۱۳۸۷. اثر باقی‌مانده و تجمعی کودهای آلی بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک و گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ، سال ۱۲. شماره ۴۶.

محبوب خمامی، ع. ۱۳۸۷. اثر نوع و مقدار ورمی‌کمپوست در بستر کشت گلدانی فیکوس بنجامین ابلق. نهال و بذر ۲۴: ۳۳۳-۳۴۶.

نجفی قیری، م. و ح.ر. اولیایی. ۱۳۹۲. تأثیر افزودن ورمی‌کمپوست و زئولیت بر تغییر شکل‌های مختلف پتاسیم در خاک‌های آهکی استان فارس. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، آب و خاک (در دست چاپ).

Chapman, H.D. ۱۹۶۵. Cation exchange capacity.In: Black, C.A. (ed.), Methods of Soil Analysis.Part۲. Madison (WI): America Society of Agronomy. pp, ۸۹۱-۹۰۱.

Day, R. ۱۹۶۵. Particle fractionation and particle size analysis. In: C.A. Black et al. (ed). Methods of soil analysis. Part ۱. P: ۵۴۵-۵۶۶.Ser. No. ۹.ASA. Madison. WI.

Jackson, ML. Chemical composition of soils. In: Bear FE, editor. Chemistry of the soil.New York: Van Nostrand Reinhold; ۱۹۶۴. p. ۷۱-۱۴۱.

Lazcano, C. and J. Dominguez. The use of vermicompost in sustainable agriculture: Impact on plant growth and soil fertility. Soil Nutrients. ۲۰۱۱, ۱-۲۳.

Manyuchi, M.M. and T. Mudamburi. and A. Phiri. and P. Muredzi. International Journal of Inventive Engineering and Sciences (IJIES) ISSN: ۲۳۱۹-۹۵۹۸, Volume-۱, Issue-۱۱, October ۲۰۱۳.

Nelson, D.W. and L.E. Sommers. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A.L. (ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۲. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp, ۵۳: ۹-۵۷۹.

Pratt, P.F. ۱۹۶۵. Potassium. In: Black, C.A. (Ed.), Methods of Soil Analysis: Part ۲. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp, ۱۰۲۲-۱۰۳۰.

Rodriguez, Felipe. and G. Cesar. and R. Moral. and H. Ayguade. And J. Mataix Beneyto. ۲۰۰۵. Effects of Composted and Non composted Solid Phase of Pig Slurry on N, P, and K Contents in Two Mediterranean Soils, Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۶:۴-۶, ۶۳۵-۶۴۷.

Sparks. D. L. Ptassium dynamics in soils. Adv. Soil Sci. ۶:۱-۶۳. ۱۹۸۷.

Salinity Laboratory Staff. ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. ۶۰.Washington (DC): United States Department of Agriculture (USDA).

Abstract

Potassium status of soils can be influenced by several factors. Vermicompost of factors that can affect the distribution of different forms of potassium. To this study, some soils of Fars province were selected and the effect of the addition of ۲% vermicompost at ۵, ۱۵ and ۶۰ days on forms of potassium was studied. ۲ treatments were tested in a completely randomized design with ۲% vermicompost and one control were performed in triplicate. The samples for ۵, ۱۵ and ۶۰ days at ۲۲ °C and humidity were kept cropping capacity and different forms of potassium include soluble, exchangeable and non-exchangeable was measured The results showed that soluble potassium soil after application of vermicompost can cause a rapid increase in the soil solution of potassium, That it would be prepared in case of other conditions caused by leaching of soil potassium and also in the case of plant K uptake by the roots to increase. In general it can be stated that the application of vermicompost significant increase in all forms of potassium are This effect decreases with time and this effect was not significant after ۶۰ days. The result of this research can be used in the management of potassium fertilizer in soils treated with organic compounds effective.

تاثیر سولفات روی و اسید هیومیک بر غلظت برخی عناصر میکرو در گیاه ذرت

انیسه قزلباش [۱]، مرضیه ابولی پاریزی [۲] و فاطمه جمالی [۲]
۱-کارشناس ارشد دانشگاه شاهرود، ۲- کارشناس ارشد دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات فارس

چکیده
آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه علوم تحقیقات شیراز اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح سولفات روی (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک)، چهار سطح اسید هیومیک (۰، ۸، ۱۶و ۳۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک) اجرا گردید. نتایج نشان داد، بیشترین غلظت روی در تیمار ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم سولفات روی و ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم اسید هیومیک، آهن در تیمار عدم مصرف سولفات روی و ۳۲ میلی گرم در کیلوگرم هیومیک اسید و منگنز در تیمار ۳۲ میلیگرم در کیلوگرم هیومیک اسید ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم سولفات روی میباشد.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، آهن، ذرت، روی

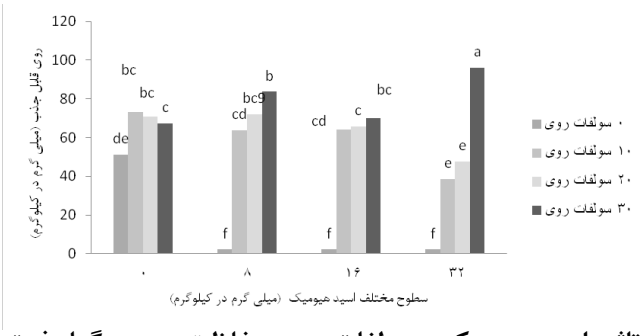
مقدمه
گیاهان زراعی نقش عمده‌ای در تامین غذا و انرژی بشر دارند. در برخی از مناطق استان های جنوبی کشور کشت محصول استراتژیك ذرت رایج است، به گو نه ای که از لحاظ مقدار تولید در رتبه اول و از نظر سطح زیر کشت، پس از گندم در رتبه دوم در جهان قرار گرفته است (نبی غیبی و همکاران ۱۳۹۳). از بین رفتن حاصلخیزی خاک در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، خطر جدی برای امنیت غذایی و محیطی به حساب میآید. استفاده از کودهای آلی در کشاورزی که با عنوان کشاورزی آلی مطرح است بیتردید روش موثر برای دستیابی به مفهوم کشاورزی پایدار اس ت. کمبود عناصر غذایی کممصرف در اراضی زیر کشت غلات گسترش جهانی دارد و میلیونها هکتار از اراضی قابل کشت دنیا دارای کمبود یک یا چند عنصر غذایی کم مصرف هستند. ۴۰ درصد جمعیت جهان از کمبود عناصر ریز مغذی رنج میبرند Welch (et al., ۱۹۹۱). طی یک بررسی جامع گزارش شد که بیش از ۳۰ درصد خاکهای کشوهای جهان به کمبود یک یا چند عنصر کم مصرف مبتلا هستند .(Sillanpaa., ۱۹۸۱) کودهای آلی باعث افزایش معنیدار ماده آلی خاک، غلظت قابل استخراج فلزاتی چون آهن، روی، مس و منگنز بوسیله EDTA میگردد. همچنین اثرات مثبت این مواد بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاکهای زراعی آهکی بدلیل تاثیر بر کاهش pH این خاکها به اثبات رسیده است. یکی از کودهای با اهمیت در بخش کشاورزی اسید هیومیک می‌باشد. اسید هیومیک، یک پلیمر طبیعی است که دارای موضع های H^+ مربوط به عامل های اسیدی کربوکسیل بنزوئیک و فنلی(مکان های تبادل کاتیونی) است. اسید هیومیک اثرات سودمندی روی خاک و گیاه دارد و با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب آنها شده و باروری خاک و عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهد. اسید هیومیک جزء اصلی و عامل تمام خصوصیات مثبت مواد آلی در خاک می باشد. از تاثیرات اسید هیومیک در خاک می توان به افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی توسط گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد نام برد. اسید هیومیک بر خصوصیات خاک و رشد گیاه رابطه مستقیمی با ترکیب شیمیایی این مواد و منشا آنها دارد (Nardi et al ۲۰۰۲.,). افزودن مواد آلی به خاک بهبود رشد و کیفیت گیاه را در پی دارد (zribi *et* al., ۲۰۱۱). برای مدیریت تولید کشاورزی در خاک‌های نامناسب از طریق افزودن مواد آلی به آنها راههای متعددی مانند بکارگیری تناوب زراعی، کود سبز، کود حیوانی، مصرف پودر خون، پودر ماهی، وری کمپوست و مواد هیومیکی پیشنهاد شده است (Ludibeth et a*l*., ۲۰۱۲). عنصر روی در ساختمان محرکهای رشد گیاه وجود دارد. روی در بسیاری از سیستمهای آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری فعال کننده و یا ساختمانی دارد و در ساخته شدن و تجزیه پروتئینها در گیاه نیز دخیل است (مجیدی و ملکوتی، ۱۳۷۸). سولفات روی به دلیل حلالیت در آب، سهولت مصرف و تولید تجارتی در داخل کشور بیشتر مورد استفاده قرا میگیرد. این نمک روی را به فرم قابل جذب در اختیار گیاه قرار میدهد. استفاده از سولفات روی در خاکهای دارای pH قلیایی بیشتر توصیه شده است. چون در این شرایط قابلیت استفاده از روی حاصل از اکسید روی کاهش مییابد. هدف از این تحقیق کاربرد مواد آلی در کنار کود روی مصرفی می‌تواند در جهت رفع کمبود عناصر کم مصرف در گیاه ذرت موثر واقع شود.

مواد و روش‌ها
آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم و تحقیقات فارس اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح سولفات روی (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک)، چهار سطح اسید هیومیک جامد (۰، ۸، ۱۶و ۳۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک) میباشد. جهت انجام این پژوهش، خاک کافی از افق سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی متری) واقع در حومه سروستان فارس جمع آوری شد و پس از خشک کردن در هوا و عبور از الک ۲ میلی متری برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی تعیین شد. با توجه به نتایج آزمون خاک، فسفر به مقدار ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک به صورت آمونیوم فسفات به صورت یکنواخت به صورت محلول افزوده شد. نیتروژن مورد نیاز ۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک است، که در دو نوبت، یک بار قبل از کشت و بار دیگر در اوایل هفته چهارم دوره رشد به صورت محلول اوره به خاک کلیه گلدانها افزوده شد. در هر گلدان ۶ عدد بذر ذرت

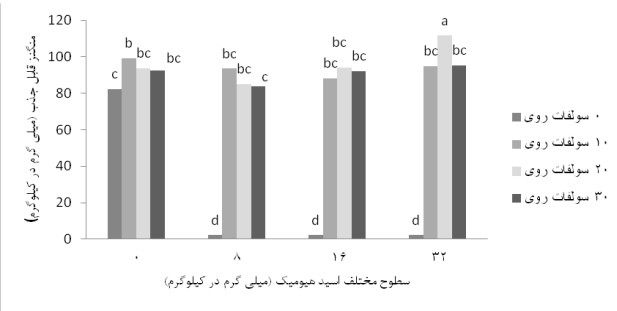
(*zea mays l*.) رقم سینگل کراس ۷۰۴ کاشته شد. بعد از جوانه زنی و استقرار گیاهان(دو هفته پس از کاشت)، تعداد آن ها در هر گلدان به ۳ بوته یکنواخت کاهش داده شد. پس از جداسازی اندام هوایی گیاه، برای تعیین عناصر غذایی در نمونه های گیاه، تمام نمونه ها با آب مقطر شستشو داده شد. نمونه ها در آون و در دمای ۶۵ درجه سیلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک و سپس توزین و در آسیاب برقی پودر شد و یک گرم ماده خشک گیاهی از هر نمونه در کروزه های چینی ریخته شد و در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سیلسیوس خاکستر شد. بر روی خاکستر حاصل ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال ریخته و سپس کروزه به مدت ۳۰ دقیقه بر روی بن‌ماری گذاشته شد و بعد از صاف کردن با کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ ، حجم نهایی محلول با استفاده از آب مقطر به ۵۰ میلی لیتر رسانده و غلظت عناصر کم مصرف به وسیله عصاره گیری با DTPA و اندازه گیری به وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین شدند.

نتایج و بحث

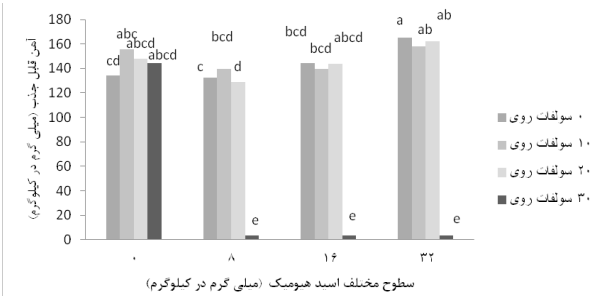
نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر آن است که غلظت عناصر غذایی کم مصرف در خاک تحت تاثیر کود آلی و کود ریزمغذی قرار گرفتند، و تاثیر تیمارهای کودی بر تمامی صفات مورد مطالعه معنیدار بود. طبق نتایج مقایسه میانگینها با افزایش سطوح کودی سولفات روی و اسیدهیومیک، غلظت روی در گیاه در تیمار ۳۰ میلیگرم در کیلوگرم سولفات روی و ۳۰ میلی گرم در گیاه (شکل ۱)، غلظت منگنز در تیمار ۳۲ میلیگرم در کیلوگرم هیومیک اسید و ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم سولفات روی (شکل ۲) و غلظت آهن در تیمار عدم مصرف سولفات روی و و ۳۲ میلی گرم در کیلوگرم سولفات روی بیشترین مقدار بوده است (شکل ۳).



شکل ۱ تاثیر اسیدهیومیک و سولفات روی بر غلظت روی در گیاه ذرت



شکل ۲ تاثیر اسیدهیومیک و سولفات روی بر غلظت منگنز در گیاه ذرت



شکل ۳ تاثیر اسیدهیومیک و سولفات روی بر غلظت آهن در گیاه ذرت

احتمالا دلیل افزایش عناصر کم مصرف در خاک به علت آزاد سازی تدریجی این عناصر در اثر معدنی شدن کودهای آلی، افزایش مستقیم این عناصر به خاک، کاهش pH در اثر اسیدهای آلی موجود در اسید هیومیک و همچنین خاصیت کمپلکس کنندگی مواد آلی با اسید هومیک میباشد. این کلاتهای آلی دارای حلالیت بیشتر بوده و در نتیجه میزان تثبیت و رسوب عناصر کم مصرف در خاک کاهش مییابد. با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (Gopal Reddy et al., ۱۹۹۸). محققان در تحقیقاتی بر روی تجزیه بقایای ذرت و نفوذپذیری خاک گزارش نمودند که میکرواورگانیسمها سبب افزایش تخلخل و پوکی ماده آلی میگردند. به طوریکه هر چقدر دسترسی ریشه گیاهان به اکسیژن بیشتر باشد، قابلیت جذب عناصر غذایی بخصوص ریزمغذیها که جذبشان از نوع فعال میباشد افزایش مییابد (Linde., and Zashman ۱۹۸۹). همچنین با افزایش فعالیت میکروبی ، تولید co_2 نیز فزونی یافته که با حل شدن آن در آب تولید اسید کربنیک مینماید. این امر کاهش pH و تغذیه بهتر عناصر غذایی را به دنبال خواهد داشت (Malecki et al., ۱۹۸۱).

منابع

فتحی، ق الف. ۱۳۷۸. رشد و تغذیه گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ایران.

مجیدی، ع. و ملکوتی، م. ۱۳۷۸. تاثیر سطوح و منابع روی و کمپوست بر عملکرد و جذب روی در گندم دیم. صفحه ۴۱۹. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران.

نبی غیبی، م.، اسدی، ف. و طهرانی، م.م. ۱۳۹۳. دستور العمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ذرت. صفحه ۴۸. انتشارات موسسه تحقیقات آب و خاک. ایران

Gopal Reddy B, and M. Suryanarayan Reddy. ۱۹۹۸. Effect of organic manures and nitrogen levels on soil available nutrients status in Maize - Soybean cropping system, J. Indin Soc. Soil Sci. ۴۶(۳): ۴۷۴-۴۷۶.

Ludibeth S. M., Marina I. E., and Vicente E. M. ۲۰۱۲. Vermicomposting of sewage sludge: Earth worm population and agronomic advantages. Compost Sci. Util. ۲۰ (۱): ۱۱-۱۷.

Malecki M.R., Neuhauser R., Loehr., C. ۱۹۸۱. The effect of mertin, J.P.; J.H. Black Hawthorne. Earthworm biology and production , Circ- fla- Coop- Ext. serv. Gainesville, Fla.; service,۱۹۶۲, ۴۵۵P.

Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., and Vianello, A. ۲۰۰۲. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biol. Biochem. ۳۴(۱۱): ۱۵۲۷-۱۵۳۶.

Sillanpa M. ۱۹۸۲. Micronutrient and nutrient satuts in soil. A global study FAO soils Bulletin. NO, ۱۸, FAG, Roma. Ituly

Welch R. M., Allawy W. H., House w. A., and . kubata J.۱۹۹۱. Geographic distribution of trace element Problems. ۳۱-۵۷. Ins: Micronutrient in Agriculture. ۲. Ed :J.J. Mortredt. Soil. Sci. Soc. Am. Inc. Madison. W.

Zashman J.E. and Linden D.R. ۱۹۸۹. Earthworm effects on corn residues breakdown and infiltration, Soil-Sci-Soc-Am-J. ۵۳ (۶): ۱۸۴۶-۱۸۴۹

Zribi W., Faci J. M., and Aragues R. ۲۰۱۱. Mulching effects on moisture, temperature, structure and salinility of agricultural soils. Itea- Inf. Tec. Econ. Ag. ۱۰۷(۲): ۱۴۸-۱۶۲.

Abstract

Factorial experiment in a completely randomized design with three replications of Shiraz research was conducted. The treatments consisted of four levels of zinc (۰, ۱۰, ۲۰ and ۳۰ mg per kg of soil), four levels of humic acid (۰, ۸, ۱۶ and ۳۲ mg per kg of soil) was conducted. The results showed that the highest concentrations of zinc in the treatment of ۳۰ mg per kg of zinc and ۳۰ mg per kg of humic acid, iron, zinc and ۳۲ mg in the treatment of non-use of humic acid and manganese Kylvkrm treated with ۳۲ mg per kg humic acid is ۲۰ mg per kg of zinc.

کارایی چند عصاره‌گیر شیمیایی در ارزیابی قابلیت استفاده‌ی آهن باقی مانده در خاک از منابع کودی مختلف

اسماعیل گری [۱] و محمد حشمتی رفسنجانی [۲]
۱-کارشناس ارشد گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر رفسنجان، ۲-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر رفسنجان

چکیده
هدف از انجام این مطالعه بررسی توانایی سه عصاره‌گیر شیمیایی مهلیچ سه، $DTPA-CaCl_2$ و EDTA در ارزیابی قابلیت استفاده باقی مانده آهن از منابع کودی دورریزهای آهن و سکوسترین افزوده شده به خاک در فصل قبل بوده است. ۴۰ نمونه‌ی خاک در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت که قبلاً با منابع و سطوح مختلف آهن تیمار شده و زیر کشت ذرت بوده‌اند. عصاره‌گیرهای شیمیایی ذکر شده با روش زیستی نوی‌باور مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بین عصاره‌گیر های $DTPA-CaCl_2$ و عصاره‌گیر EDTA همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشته است و از بین عصاره‌گیرهای مورد مقایسه عصاره‌گیر $DTPA-CaCl_2$ بهترین همبستگی را با مقدار آهن قابل جذب استخراج شده با روش زیستی نوی باور در سطح پنج درصد داشته است.

کلمات کلیدی: روش زستی نوی باور، عصاره‌گیر مهلیچ سه، عصاره‌گیر $DTPA-CaCl_2$، عصاره‌گیر EDTA

مقدمه:
آهن یک عنصر غذایی ضروری برای گیاهان می‌باشد و کمبود آن باعث یک مشکل بزرگ در بسیاری از بخش‌های دنیا شده است. (Chaudly ۱۹۸۳). کمبود آهن مشکل اساسی در تغذیه‌ی گیاهان، محصولات کشاورزی و انسان می‌باشد. برخلاف وجود منابع عظیمی از ترکیبات آهن در خاک‌های مختلف، قابلیت حل شدن آن محدود است و تحریک اختلالات مختلف در سوخت و ساز گیاهی منجر به عدم جذب مناسب برای آهن می‌شود (پنج‌تن‌دوست و همکاران، ۱۳۸۹) بنابراین کمبود آهن در خاک‌های آهکی کشور باعث ایجاد کلروز در بسیاری از محصولات زراعی می‌شود (عشقی زاده و همکاران ۱۳۸۷). امروزه با مصرف خاکی یا تغذیه برگی کودهای معدنی و کلات‌های آهن و بهبود pH خاک با استفاده از اسیدهای آلی و غیر آلی تلاش می‌شود تا کمبود آهن بر طرف شود (Chen et al., ۲۰۰۴; and Olsen et al., ۱۹۸۱). از سوی دیگر خوش‌گفتار و حاجی‌مظفری(۲۰۰۶) و محمودی و همکاران (۲۰۰۷) نشان داده‌اند که کارایی روش‌های مختلف کوددهی در برطرف کردن کمبود آهن در گیاهان زراعی پایین می‌باشد. از این رو یافتن راهکارهای بهتر و اثر بخش، دارای توجیه اقتصادی و سازگار با محیط زیست برای مقابله با کمبود آهن مورد توجه می‌باشد. استفاده از عصاره‌گیرها برای ارزیابی آهن قابل دسترس گیاه در خاک بسیار متداول است. بر این اساس عصاره‌گیرهای مختلفی در آزمایشگاه های خاک استفاده می شود. برای انتخاب عصاره‌گیر مناسب جهت ارزیابی عناصر در خاک مقایسه‌ی آن عصاره‌گیر با برداشت های گیاه است که واقعیت درستی از وضعیت عناصر در خاک را نشان می‌دهد. همچنین توانایی عصاره‌گیر ها در ارزیابی آهن باقی مانده در فصل های بعدی ، با ارزیابی آهن قابل استفاده بومی خاک متفاوت باشد. بنابراین برای تعیین بهترین عصاره‌گیر، ارزیابی آن عصاره‌گیر با نتایج گیاه است. روش زیستی نوی‌باور روشی گلخانه‌ای به نسبت ارزان است که برای بررسی مقادیر واقعی عناصر پر مصرف موجود در خاک ابداع شده است. این روش همچنین در مواردی در بررسی عناصر سنگین خاک نیز استفاده شده است(Heshmati Rafsanjani et al,.۲۰۰۸). نتایج نشان داده است که مقدار محلول عناصر غذایی که با استفاده از عصاره‌گیری از خاک به دست آمده با آنچه که گیاه واقعا در دسترس دارد، تفاوت بسیار دارد. بنابراین برای تشخیص مطمئن که چه عنصر غذایی برای گیاه قابل دسترس است، نیازمند این است که به وسیله‌ی گیاه استخراج شود (Laura,. et al., ۱۹۳۲). این روش کاربرد وسیعی برای مطالعه‌ی وضعیت عناصر غذایی خاک (به ویژه فسفر و پتاسیم) دارد. به دلیل سرعت بالا، این روش در آزمایشگاه‌ها کاربرد زیادی دارد. این روش برای تشخیص پتانسیل جذب عناصر غذایی و عکس العمل محصول به کاربرد عناصر غذایی مورد نیاز، توصیه می‌شود. روش نوی‌باور بر اصل جذب سریع و شدید عناصرغذایی به وسیله تعداد زیادی از نشاهایی که در یک مقدار کم خاک رشد یافته‌اند بنا شده است. در این روش به دلیل تعداد زیاد نشاها، تشکیل سریع شبکه‌ی وسیعی از ریشه ها انجام می‌شود، که عناصر غذایی قابل دسترس را در یک دوره‌ی کوتاه جذب می‌کند (Kitchen., ۱۹۴۸). در روش نوی‌باور نسبت ریشه به خاک و نیز تراکم ریشه‌ها در خاک بسیار زیاد بوده و برای مطالعه‌ی عناصری که مقدار آن‌ها در خاک کم است نیز قابل استفاده می‌باشد (Nishita et al., ۱۹۷۳). در روش نوی‌باور گیاهچه‌ها قبل از اینکه علائم کمبود نمایان شود، شروع به استخراج عناصر غذایی از خاک می‌کنند، به طوری که ۱۰۰-۹۵ گیاهچه چاودار در ۱۴ روز همه‌ی مواد غذایی گیاهی قابل دسترس را در ۱۰۰ گرم خاک استخراج خواهند کرد (Laura. et al., ۱۹۳۲).

مواد و روش ها

نمونه‌های خاک مورد استفاده در فصل قبل طی یک آزمایش گلدانی تحت کشت گیاه ذرت بوده و با تیمارهای متفاوت آهن از منابع مختلف تیمار شده بودند. این تیمارها در سه سطح آهن شامل پنج، ۱۰ و ۱۵ میلی گرم در کیلو گرم خاک و از سه منبع کودی شامل دور ریزهای آهن که شامل پیچ و براده هضم شده در اسید و منبع سکوسترین با یک نمونه شاهد (بدون اضافه کردن کود) در چهار تکرار، جمعاً به تعداد ۴۰ نمونه خاک بوده‌اند. در این تحقیق هر نمونه‌ی خاک به روش زیستی نوی‌باور و عصاره‌گیری شیمیایی مورد بررسی قرار گرفتند. روش های عصاره‌گیری مورد استفاده در این مطالعه شامل عصاره‌گیر شیمیایی مهلیچ ۳، عصاره‌گیر شیمیایی $DTPA-CaCl_2$ و عصاره‌گیر شیمیایی EDTA بوده است که ترکیب و روش تهیه این عصاره‌گیرهای شیمیایی در جدول یک آمده است.

جدول ۱- روش های عصاره‌گیری شیمیایی استفاده شده جهت تعیین آهن قابل دسترس در نمونه‌های خاک

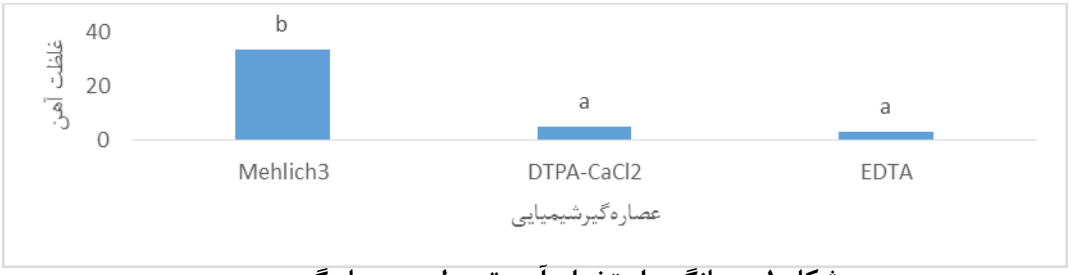
نام عصاره‌گیرشمیایی	ترکیب عصاره‌گیر	نسبت خاک به عصاره‌گیر	مدت زمان تکان دادن (دقیقه)	منبع
مهلیچ سه	۲/۰مولار CH_3COOH ۲۵/۰ +مولار، NH_4N ۰۱۳/۰ ، O_3مولار ۰۰۱/۰ ، HNO_3مولار ۰۱۵/۰ مولار EDTA + NH_4F	۳به ۲۵	۵	Mehlich,. ۱۹۸۴
$DTPA-CaCl_2$	۰۰۵/۰ مولار ، DTPA ۱/۰ مولار ، $CaCl_2$ ۱/۰ مولار ، TEA ۳/۷=pH	۱ به ۲	۱۲۰	Lindsay and Norvell,. ۱۹۷۸
EDTA	۰۵/۰ مولار ،EDTA pH=۷	۱ به ۵	۱۵	Viro ۱۹۵۵

کشت گلخانه‌ای با روش زیستی زیستی نوی‌باور انجام شد. در این روش کشت در گلدان‌های مخصوص روش نوی‌باور (ارتفاع ۸ سانتی متر و قطر ۱۲ سانتی متر) انجام شد. اساس این روش برداشت تمامی عناصر قابل استفاده خاک در حجم کم و در مدت زمان کم است. برای افزایش حجم گلدان ها در این مطالعه از ماسه عبور داده شده از الک یک میلیمتری استفاده شد. این ماسه ها ابتدا با اسید و سپس با آب مقطر شسته و شو و خشک شدند. در داخل همه‌ی گلدان‌ها یک لوله‌ی شیشه‌ای برای آبیاری در مرکز گلدان ها جایگذاری شد. در کف ظرف‌ها مخلوط ۱۰۰ گرم خاک مورد آزمایش هوا خشک شده زیر الک دو میلی‌متری و ۵۰ گرم شن درشت (۵/۰تا ۱ میلیمتر) ریخته شد. ۲۵۰ گرم شن ریز(میلیمتر ۵/۰) روی این لایه‌ی مخلوط شن ریز و شن درشت به صورت یکنواخت پخش شد. ۱۰۰عدد بذر چاودار(Secale montanum) توزین و شمارش شده و با پنس به صورت یکنواخت طوری که نوک آنها رو به پایین و تقریبا همسطح خاک بود روی این لایه‌ی مخلوط کشت وبا ۱۰۰ گرم شن ریز به صورت یکنواخت پوشانده شد. آبیاری تا ۷۰ درصد ظرفیت نگهداشت آب انجام و پس از ۲۷ روز و قبل از پدیدار شدن علائم کمبود، گیاهچه ها برداشت شده و قسمت های هوایی و ریشه از هم جدا و پس از وزن کردن در دمای ۶۸ درجه سانتی گراد طی ۷۲ ساعت درون آون خشک و توزین شدند. هضم نمونه ها به روش خشک سوزانی انجام و عصاره تهیه گردید. مقدار آهن در تمامی عصاره‌های حاصل از روش زیستی نوی باور و عصاره‌گیرهای شیمیایی به وسیله‌ی دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث:

نتایج نشان داد که میزان استخراج آهن به وسیله‌ی سه روش متفاوت بوده و مهلیچ سه بیشترین و EDTA کمترین مقدار آهن را استخراج کرده است(شکل یک). میانگین استخراج آهن توسط عصاره‌گیر شیمیایی مهلیچ سه ۸۲/۳۳ میلی گرم بر کیلو گرم خاک، میانگین استخراج آهن توسط عصاره‌گیر شیمیایی $DTPA-CaCl_2$ ۹۷/۴ میلی گرم بر کیلو گرم خاک، میانگین استخراج آهن توسط عصاره‌گیر شیمایی EDTA برابر ۰۷/۳ میلی گرم بر کیلو گرم خاک و مقدار برداشت آهن گیاهچه های چاودار ۵۵/۱۳ میلی گرم بر کیلو گرم خاک بوده است. در واقع میزان استخراج آهن توسط این سه عصاره‌گیر به صورت زیر بوده است.

EDTA $DTPA-CaCl_2$ مهلیچ ۳



شکل ۱- میانگین استخراج آهن توسط سه عصاره‌گیر

نتایج شکل یک با انجام مقایسه میانگین به روش دانکن نشان می‌دهد که مهلیچ سه در مقایسه با دو عصاره‌گیر دیگر آهن بیشتری را استخراج کرده و تفاوت آن با دو عصاره‌گیر دیگر در سطح یک درصد معنی دار است. همچنین دو عصاره‌گیر شیمیایی DTPA-$CaCl_2$ و EDTA در یک سطح (هر دو a) آهن خاک را استخراج کرده‌اند. چیتزیستادیس و همکاران(۲۰۱۴) اعلام کردند که مهلیچ ۳ در مقایسه با DTPA-$CaCl_2$ برای استخراج آهن، آهن بیشتری را استخراج کرده است. همچنین آنان گزارش دادند که زیادی استخراج آهن به وسیله‌ی مهلیچ ۳ شاید به دلیل تفاوت درجه pH محلول عصاره‌گیر (۵/۲pH =) باشد. همبستگی بین آهن استخراج شده به وسیله‌ی عصاره‌گیرهای مختلف با استفاده از همبستگی ساده مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان دادکه آهن استخراج شده با روش عصاره‌گیر شیمیایی DTPA-$CaCl_2$ و EDTA همبستگی معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارند(جدول سه). همبستگی بین میزان آهن استخراج شده با این دو روش عصاره‌گیری بیان می‌کند که این دو عصاره‌گیر با مکانیزم های تقریبا مشابه‌ای آهن را از خاک استخراج می‌کنند. نتایج تجزیه واریانس(جدول دو) میزان آهن کل قابل دسترس نشان داد که اثرات تیمارهای مختلف آهن در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بوده است.

جدول۲- تجزیه واریانس میزان کل آهن قابل دسترس برداشت شده توسط گیاهچه‌های نوی باور

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات
تکرار	۳۰	۴۱۹/۳۱
تیمار	۹	۷۷۸/۱۰۴۴**
کل	۳۹	۷۷۸/۱۰۷۵

ایجاد ارتباط یک عنصر غذایی که به وسیله‌ی یک محلول عصاره‌گیر از خاک استخراج می‌شود، با مقدار جذب آن عنصر به وسیله‌ی گیاه، یکی از عوامل اصلی آزمون خاک بوده و همبستگی نامیده می‌شود(امامی و دردی پور ۱۳۹۱). در واقع غلظت آهن استخراج شده با محلول‌های عصاره‌گیرهای مختلف باید با برداشت آهن به وسیله‌ی گیاه ارزیابی شود. نتایج همبستگی در جدول سه آورده شده است. نتایج همبستگی در این پژوهش نشان داد که از میان این سه عصاره‌گیر، عصاره‌گیر DTPA-$CaCl_2$ با برداشت کل گیاه با روش نوی باور همبستگی معنی داری در سطح ۵ درصد داشته و به عنوان مناسب ترین عصاره‌گیر پیشنهاد می‌شود. آیدین عادل اوقلو (۲۰۰۳) جهت تعیین بهترین روش عصاره‌گیری برای مقدار آهن قابل دسترس خاک های ایدرنه پوننس ترکیه گزارش داده است که عصاره‌گیر DTPA-$CaCl_2$ همبستگی معنی دار بالایی با برداشت گیاه از خاک داشته است. نتایج مشابه توسط پژوهش گران مختلف از قبیل چتزیستادیس (۲۰۱۴)، لندزی و نورول(۱۹۷۸)، ابریو جوونیور و همکاران(۱۹۹۸) کانسیلا و ابریو (۲۰۰۲)و سارتو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است. از طرفی شان و همکاران(۲۰۰۴) گزارش دادند که با وجود همبستگی معنی دار نتایج استخراج آهن با ریشه‌های گیاه جو با DTPA-$CaCl_2$، این عصاره‌گیر تنها برای خاک های خنثی و نزدیک به آهکی با انتقال عناصر کافی، مناسب است.

جدول۳- همبستگی بین سه روش عصاره گیری با یکدیگر و روش نوی باور

	مهلیچ ۳	DTPA-$CaCl_2$	EDTA	روش زیستی نوی‌باور
مهلیچ ۳		-۰۳۳/۰	-۰۸۰/۰	-۰۴۱/۰
DTPA-$CaCl_2$			۴۷۳/۰**	۳۷۶/۰*
EDTA				۲۰۷/۰

نتیجه گیری کلی

با توجه به ضرایب همبستگی بین جذب آهن توسط گیاهچه های چاودار و آهن استخراجی به وسیله‌ی عصاره‌گیرها و با توجه به عوامل سادگی، سرعت و اقتصادی بودن، عصاره‌گیر $DTPA-CaCl_2$ به عنوان عصاره گیر مناسب جهت ارزیابی آهن باقی مانده قابل توصیه است.

منابع:

امامی، م.، دری پور، اسماعیل. ۱۳۹۱. انتخاب عصاره‌گیر مناسب برای استخراج آهن قابل جذب درختان هلو در خاک های استان گلستان. مجله مدیریت خاک وتولید پایدار. جلد دوم، شماره دوم، ۱۳۹۱.

پنج‌تن‌دوست، م.، سروش زاده، ع.،و قناتی، ف. ۱۳۸۹. تأثیر مصرف خاکی و محلول پاشی آهن بر روی برخی از خصوصیات کیفی دانه گیاه بادام زمینی (Arachis hypoenae L.) در خاک قلیایی. زیست شناسی گیاهی. جلد ۲ (شماره ۵)، صفحه ۳۷-۵۰.

خوشگفتار منش، الف، ح.، رضی زاده، الف.، عشقی زاده، ح.، شریفی، ح.، ثواقبی، غ.، افیونی، د.، و تدین نژاد، م. ۱۳۹۰مقایسه ارقام مختلف گندم بهاره از لحاظ پاسخ به کوددهی آهن در یک خاک آهکی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاك / سال پانزدهم / شماره پنجاه و هشتم .

عشقی زاده، ح. ر.، خوش گفتار منش، ا. ح.، اشرفی، ع.، معلم، ا. ح.، پور سخی، ن.، پور قاسمیان، ن.، گرجی، م.، و میلادی،ا.، ۱۳۸۷.آهن کارایی تعدادی از محصولات زراعی در محیط کشت محلول. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ویژه نامه علوم و فنون آب، خاک و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره ۴۶، صفحه ۶۵۵ تا ۶۶۵.

Adiloglu. A., ۲۰۰۳. Determination of suitable chemical extraction methods for available iron content of the soils from edirne province in turkey. Pakistan Journal of Biological ۶(۵): ۵۰۵-۵۱۰,۲۰۰۳.

Cancela, R, C., de Abreu, C. A., Gonzalez, A. P., ۲۰۰۲. DTPA and Mehlich-۳ micronutrient extractability in natural soils. communications in soil science and plant analysis Vol. ۳۳, pp. ۲۸۷۹-۲۸۹۳.

Cassio H. A. J., Takashi. M., Maria. F. G. ۱۹۹۸. Evaluation of nutrients availability and metals toxicity by different universal extractants in Brazilian soils. ۱۶th world congress of soil science. ۲۰ - ۲۶ August ۱۹۹۸.

Chatzistathis. T., Alifragis. D.,Therios. I., and Dimassi. K. ۲۰۱۴. Comparison of three micronutrient soil-test extractants in three Greek soil types. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۵:۳۸۱-۳۹۱.

Chen, Y., Shi, J. Tian, G. Zheng, Sh. and Lin. Q. ۲۰۰۴.Fe deficiency induces Cu uptake and accumulation in Commelina communis. Plant Science. ۱۶۶: ۱۳۷۱-۱۳۷۷.

Heshmati Rafsanjani, M., S. Kratz, J. Fleckenstein, and E. Schnug. ۲۰۰۸. Solubility of uranium in fertilizers. Landbauforschung -vTI/Agriculture and Forestry Research, Vol. ۵۸(۳): ۱۹۵-۱۹۸.

Khoshgoftar, A. H., and Hajimozaffari. E. ۲۰۰۶. Approaches to enhance iron concentration in wheat grain produced in Qom province, IRAN. ۲nd Central Asian Cereal Conference.

Kitchen, H. B (Ed), ۱۹۴۸. Diagnostic techniques for soils and crops. American potash institute, Inc., Washington DC, ۲۱۰-۳۲.

Lindsay, W. L. and Norvell, W. A. ۱۹۷۸. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil science American Jornals.۴۲: ۴۲۱- ۴۲۸.

Mahmoudi, H., Labidi, N. Ksouri, R. Gharsalli, M. and Abdelly. C. ۲۰۰۷. Differential tolerance to iron deficiency of chickpea varieties and Fe resupply effects. Comptes Rendus Biologies.۳۳۰ (۳): ۲۳۷-۲۴۶۰.

Mehlich, A. ۱۹۸۴. Mehlich ۳ Soil test extractant:a modification of mehlich ۲ extractant. commun.Soil Science. plant Analyse.۱۵:۱۴۰۹-۱۴۱۶.

Nishita, H., Haung, M. and Alexander, G.V.۱۹۷۳.Influence of organic matter on the availability of certain element to barely seedlings grown by a modified Neobauer method. Plant and soil, ۳۹:۱۶۱-۱۷۶.

Olsen. R. A., Clark, R. B. and Bennett. J. H. ۱۹۸۱. The enhancement of soil fertility by plant roots. American Scientist. ۶۹: ۳۷۸-۳۸۴.

Sarto. M. V. M., Steiner. F., and Lana. M. D. C. ۲۰۱۰. Assessment of micronutrient extractants from soils of Parana, Brazel. ۱۶th world congress of science.۲۰- ۲۶ august ۱۹۹۸. Montpllier france.

Shan. M-H. F. X-Q., Wen. S. Z. B. ۲۰۰۵. A comparison of the rhizosphere-based method with DTPA, EDTA, CaCl۲, and NaNO۳ extraction methods for prediction of bioavailability of metals in soil to barley. Environmental Pollution ۱۳۷, ۲۳۱-۲۴۰.

Stewart. L. C., Sackett. W. G., Robertson. D. W., and Kezer. A. ۱۹۳۲ A comparison of the soil-plaque method with the neubauer and hoffer cornstalk deficiencies methods for determining mineral soil deficiencies. Colorado agricultural college; Colorado experiment station fort Collins.

Takrattanasaran, N., Chanchareonsook, J Thongpae, S and Sarobol, E. ۲۰۱۰. Evaluation of Mehlich ۳ and Ammonium Bicarbonate-DTPA Extractants for Prediction of Available Zinc in Calcareous Soils in Central Thailand. Kasetsart Jornals. ۴۴ : ۸۲۴ - ۸۲۹.

Viro, P. J. ۱۹۵۵. Use of the ethylenediammine tetra-acetic acid in soil analysis. ۱. Experimental. Soil Science. ۷۹:۴۵۹-۴۶۹.

Abstract

this study was conducted to evaluate the ability of mehlich۳, DTPA-CaCl۲, and EDTA extractants for assessment bioavailability of residual Fe derived from applied different Fe-fertilizers in last season. Forty soil samples were tested in this study which had been already treated with different sources and levels of Fe in the last season, and had been under maize culture. The three mentioned chemical extractants were compared and assessed with Neubauer bioassay method. The results showed a significant correlation between DTPA-CaCl۲ andEDTA extractants at the ۰.۰۱ level. The best and significant correlation between Fe uptake by plant seedlings in the Neubauer method and extracted Fe by chemical extractans was found for DTPA-CaCl۲ at the ۰.۰۵ level.

.,

بررسی ژئواستاتیکی بعضی عناصر سنگین در رسوبات رودخانه گوهررود رشت

هانیه نورانی ماسوله [۱]، اکبر فرقانی [۲]، میترا امینی [۳]
۱- کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان ۲-استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان ۳-دانشجوی دکترای شیمی و حاصلخیزی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده
با توجه به هزینه‌های بالای نمونه‌برداری استفاده از روش‌های زمین آمار جهت تسریع و تسهیل تعیین ریسک آلودگی رسوبات مفیدخواهد بود. این تحقیق با هدف تعیین وضعیت آلودگی رسوبات رودخانه گوهررود، تخمین و پهنه بندی روی، سرب و کادمیوم به کمک روش زمین آمار انجام شد. برای نیل به این هدف نمونه برداری از رودخانه با فواصل دو کیلومتر انجام گرفت و پس از آماده سازی نمونه‌ها، غلظت کل عنصرسرب، روی و کادمیوم در رسوبات توسط دستگاه جذب اتمی تعیین و درصد ذرات رس، سیلت و شن، درصد آهک و pHرسوبات اندازه گیری شد. میانگین غلظت‌سرب رسوب mg/kg۵۵/۹، میانگین غلظت‌کادمیوم رسوب mg/kg ۰۷۵/۰، میانگین غلظت روی رسوب mg/kg ۴۸/۶۴ بدست آمد. تغییر نمای تجربی با استفاده از مدل‌های کروی و نمایی مدل سازی شدند. برای سرب، آهک و pHرسوبات مدل کروی و برای روی رسوبات مدل نمایی به روش سعی و خطا در نرم افزار GS^+ ۵.۱ برازش داده شد.

واژه های کلیدی: زمین آمار، فلزات سنگین ، گوهررود، رسوب

مقدمه
هر گونه تغییر در ویژگی‌های هوا، خاک، آب و مواد غذایی که اثر نامطلوبی بر سلامت محیط‌زیست، فعالیت‌های بشر و سایر جانداران داشته باشد، آلودگی نامیده می‌شود (عرفان منش، ا. و م. افیونی، ۱۳۷۹). به طور کلی آلاینده‌های خاک را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: گروه اول شامل سموم متفاوت است که بیش‌تر جهت مصارف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دومین و مهم‌ترین گروه، آلاینده‌های صنعتی هستند که شامل فلزات سنگین نظیر سرب، کادمیوم، نیکل و روی می‌باشند. بعضاً وجود چند میلی گرم بر کیلوگرم از این عناصر، سلامت خاک و نهایتاً انسان و موجودات را به مخاطره می‌اندازد (Biggar and Nielsoen, ۱۹۷۶). به دلیل وسعت مکانی و مشکلات مرتبط با نمونه‌های جمع آوری شده برای تعیین مناطق آلوده و مناطق در معرض آلودگی، استفاده از روش‌های زمین آمار بسیار مفیدند (Jiachun and et al. ۲۰۰۷; Sengupta, ۲۰۰۲). فلزات سنگین یکی از مهم‌ترین وشناخته شده‌ترین آلاینده‌ها هستند که ورود آن به محیط زیست سبب بروز صدمات و بیماری‌های مختلفی می شود. این عناصر در غلظت های مشخصی سمی بوده و برای برخی موجودات زنده ازجمله انسان مضر می‌باشند. در عین حال کاربرد و تولید آنها در صنایع اجتناب ناپذیراست (Blake and et al., ۲۰۰۱). رسوبات مخزنی جهت تجمع فلزات سنگین به شمار می‌روند به گونه‌ای که این فلزات ممکن است از جایی که منشأ می‌گیرند در رسوبات ذخیره شوند و از این طریق به زنجیره غذایی راه یابند(Malakootian and et al., ۲۰۰۰). زمین آمار قادر به ارائه مجموعه وسیعی از تخمینگرهای آماری به منظور برآورد خصوصیت مورد نظر در مکانی که نمونه برداری نشده است، با استفاده از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه برداری شده می‌باشد (محمدی، ۱۳۸۵). شیخ مقدسی (۱) به ارزیابی ژئواستاتیستیکی کادمیوم، نیکل و سرب در خاک‌های استان گیلان پرداخت. وی ۱۳۵ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری مطابق شبکه بندی ۱۰×۱۰ کیلومتر جمع آوری کرد و غلظت کل عناصر سرب، کادمیوم و نیکل را در خاک‌ها تعیین کرد. نتایج آلودگی نسبت به این عناصر درخاک‌های استان نشان نداد . خسروی و همکاران آلودگی رسوبات تالاب انزلی به فلزات سنگین سرب، کادمیوم، جیوه، روی و مس را مورد بررسی قرار دادند. میانگین غلظت فلزات سنگین در رسوب تالاب به ترتیب برای کادمیوم ۰۲۳/۱۵۷، سرب ۶۴۶/۳، جیوه ۶۹۲/۳۰۰ نانو گرم بر گرم وزن خشک و فلز روی ۹۵۳/۱۸۶، مس ۴۵۲/۴۴ میکرو گرم بر گرم وزن خشک در منطقه شرق تالاب بدست آمد.

مواد و روش‌ها
رودخانه گوهر رود یکی از رودخانه های مهم رشت محسوب می شود که از ارتفاعات ۷۰۰ متری کوههای سراوان سرچشمه گرفته وپس ازعبور از روستای لاکان از ضلع غربی شهر رشت می گذرد در منطقه پیربازار رشت با زرجوب تلاقی پیدا کرده و با نام رودخانه پیربازار وارد تالاب انزلی می گردد . طول این رودخانه در استان گیلان ۴۰ کیلومتر است. به منظور ارزیابی میزان فلزات سنگین در رسوب رودخانه گوهررود، نمونه‌برداری از رسوب بستر رودخانه صورت گرفت. نمونه برداری از رودخانه با فواصل دو کیلومتر و تعداد نقاط کافی (حداقل سی نقطه، از هر نقطه سه تکرار) انجام گرفت. در زمان نمونه برداری مختصات نقاط نمونه برداری با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جغرافیایی (GPS) تعیین شد. نمونه‌برداری در هفته اول شهریور ماه انجام شد. از هر ایستگاه حدود ۵۰۰ گرم رسوب از عمق تقریبی ۵ سانتی‌متری برداشت شد. نمونه‌ها در ظروف فلزی به آزمایشگاه منتقل شدند. پس

از هواخشک‌شدن نمونه‌های رسوب، رسوبات با استفاده از الک استاندارد دانه بندی شده و ذرات کمتر از ۶۳ μ برای آزمایشات شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. بافت رسوب به روش هیدرومتری با دو مرحله خواندن تعیین شد .اندازه‌گیری pH رسوب به روش پتانسیومتری انجام شد(۱۰). اندازه‌گیری کربنات کلسیم معادل رسوب به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک (Spark, ۱۹۹۶)انجام شد. برای تهیه محلول‌های استاندارد این عناصر از تیترازول آنها استفاده گردید. به‌منظور تعیین غلظت کل عناصرمورد نظر، نمونه‌های رسوب با اسید نیتریک چهار مولار هضم شدند(Rodriguez and et al., ۲۰۰۶).

تجزیه و تحلیل‌های آماری متغیرها توسط نرم افزار SPSS ۱۶ انجام شد. حذف داده‌های پرت با روش چهار برابر انحراف معیار به علاوه و منهای میانگین صورت گرفت (Cahn and et al., ۱۹۹۴). برازش مدل مناسب بر تغییر نما در نرم افزار GS+ و ارزیابی مدل‌های برازش شده و برآوردها با محاسبه آماره میانگین مطلق خطا MAE ، میانگین خطا ME انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به آمار توصیفی متغیرها (جدول ۱) میانگین سرب رسوب برابر ۵۵/۹ و میانگین روی در رسوب ۴۸/۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشند که هر دو متغیر پایین‌تر از آستانه هشدار و سمیت قرار دارند. همچنین میانگین آهک رسوب ۳۵/۳ درصد و میانگین اسیدیته رسوب ۶۵/۶ می‌باشد. به دلیل اینکه اکثریت داده‌های کادمیوم به دلیل غلظت ناچیز توسط دستگاه قرائت نشد، از انجام تجزیه و تحلیل آماری و زمین آماری اجتناب شد.

جدول ۱. خلاصه آماری داده‌های رسوب

متغیر	واحد اندازه‌گیری	میانگین	حداقل	حداکثر	واریانس	چولگی	کشیدگی	آستانه هشدار*	آستانه سمیت*
سرب رسوب	ppm	۵۵/۹	۱۰/۲	۲۰/۱۸	۰۹/۱۷	۳۷۴/۰	۶۷۲/۰-	۵۰	۱۰۰
روی رسوب	ppm	۴۸/۶۴	۸۰/۳۷	۶۴/۱۰۱	۵۸/۲۶۶	۱۶۲/۰	۴۲۴/۰-	۳۰۰	۶۰۰
PH رسوب	-	۶۵/۶	۸۱/۵	۲۳/۷	۱۲/۰	-۵۶۶/۰	۰/ ۴۱۱	-	-
آهک	%	۳۵/۳	۱	۷۵/۷	۷۱۸/۳	۷۳۷/۰	۴۲۱/۰	-	-

* Order no.۷۵۶/۱۹۹۷ of the Ministry of Waters, Forests and Environmental Protection

توزیع مکانی فلزات سنگین

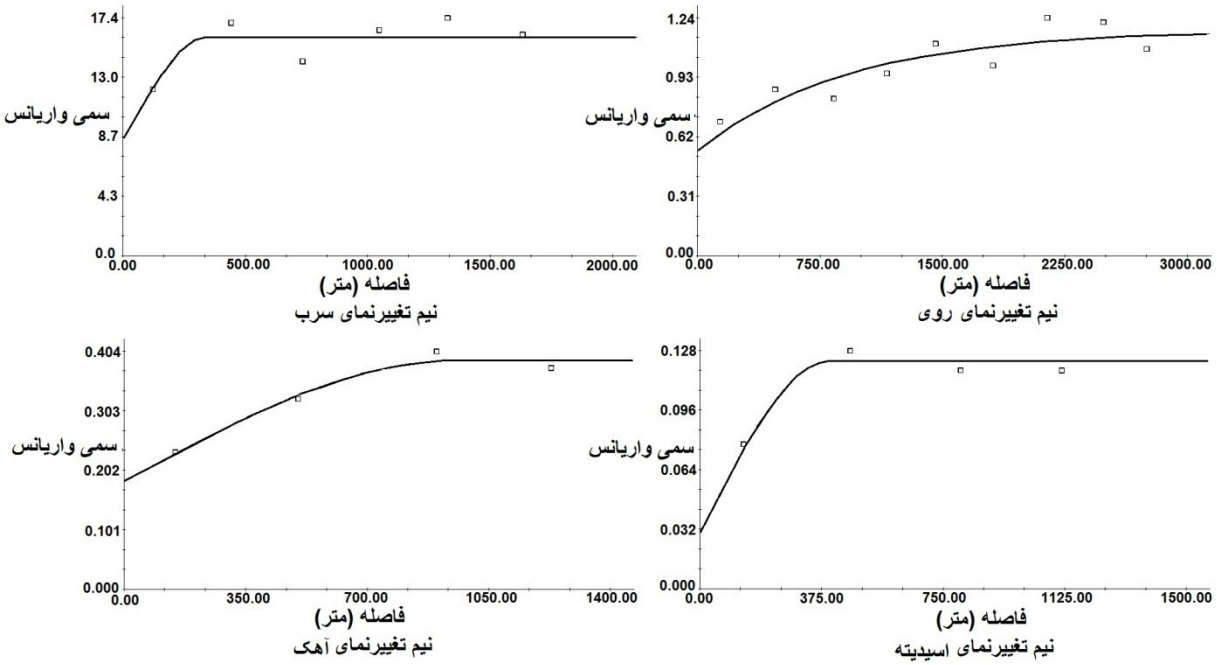
برای مدل سازی هر چهار متغیر از نرم افزار GS+ استفاده شد. بر طبق جدول ۲ مقادیر (ME) در تمامی متغیرها به جز روی رسوب نزدیک به صفر می‌باشد که نشان از نااریب بودن تخمین می‌باشد. در نتیجه نشان دهنده صحت بالای کریجینگ در پهنه بندی این متغیرها است. میانگین مطلق اشتباهات نیز برای pH و آهک نزدیک به یک می‌باشد که نشان دهنده دقت بالای کریجینگ برای تخمین این متغیرها می‌باشد. برای سرب و روی رسوبات نیز روش کریجینگ دقت کم‌تری دارد.

جدول ۲. پارامترهای مدل‌های برازش شده بر تغییرنمای متغیرها

متغیر	مدل	اثر قطعه‌ای	حد آستانه	دامنه تأثیر	MAE	ME	RSS	r^2	$\frac{C_0}{C+C_0} \times 100$

سرب رسوب	کروی	۵/۸	۱۶	۳۵۰	۵۳	۳۹/۶	۶۹۷/۰	-۰۹۶/۰	۶۶/۳
روی رسوب	نمایی	۵۵/۰	۱۸/۱	۲۷۴۵	۴۷	۰۶/۰	۷۷۶/۰	۷۴/۰	۴/۱۳
آهک	کروی	۱۸/۰	۳۹/۰	۹۶۲	۴۷	۵×۱۰^{-۴}	۹۷/۰	۳۶/۰	۳۴/۱
اسیدیته رسوب	کروی	۰۳/۰	۱۲/۰	۴۰۰	۲۵	$۸/۸ \times ۱۰^{-۵}$	۹۵/۰	۰۲/۰	۲۵/۰

میانگین خطای(ME)، (نسبت اثر قطعه‌ای به حد آستانه) $\frac{C_0}{C+C_0} \times ۱۰۰$، (کمترین مجموع مربعات) RSS، (ضریب تبیین) r^2، (میانگین مطلق اشتباهات) MAE، (تخمین



شکل ۱. نیم تغییرنمای سرب، روی، آهک و اسیدیته رسوبات

داده‌های سرب رسوب با گام ۲۰۰۰ متر و فاصله گام مؤثر ۳۰۰ متر بهترین ساختار را برای رسم تغییرنما نشان دادند. مدل برازش شده برای تغییرنمای سرب مدل کروی بود. این تغییرنما دارای دامنه تأثیر ۳۵۰ متر، کلاس وابستگی مکانی متوسط و نسبت اثر قطعه‌ای به حد آستانه در منطقه ۵۳ درصد می‌باشد. مدل برازش شده بر تغییر نمای روی رسوب، با گام ۳۰۰۰ متر و فاصله گام موثر ۳۳۰ متر، مدل نمایی بود. دامنه تأثیر تغییر نما ۲۷۴۵ متر، کلاس وابستگی مکانی متوسط، نسبت اثر قطعه‌ای به حد آستانه ۴۷ درصد می‌باشد و تغییرات روی رسوب تحت تأثیر هر دو عامل ساختاری و تصادفی است. مدل برازش شده بر تغییرنمای آهک با گام ۱۴۰۰ متر و فاصله گام موثر ۳۵۰ متر، مدل کروی بود. کلاس وابستگی مکانی متوسط و تغییرات در رسوب تحت تأثیر هر دو عامل ساختاری و تصادفی است. دامنه تأثیر ۹۶۲ متر، و نسبت اثر قطعه‌ای و حد آستانه برابر ۴۷ درصد به دست آمد. مدل برازش شده بر تغییرنمای اسیدیته با گام ۱۵۰۰ متر و فاصله گام موثر ۳۱۳ متر، مدل کروی بود. کلاس وابستگی مکانی قوی می‌باشد. دامنه تأثیر ۹۶۲ متر، و نسبت اثر قطعه‌ای و حد آستانه برابر ۲۵ درصد به دست آمد که نشان از برتری بخش ساختاردار به بخش تصادفی است.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد داده‌های سرب و روی در رسوبات به ترتیب پایین‌تر از آستانه هشدار (۵۰ ppm و ۳۰۰) و سمیت (۱۰۰ ppm و ۶۰۰) می‌باشند و در دامنه طبیعی قرار دارند. همچنین نتایج حاکی از نااریب بودن تخمین برای تمتم متغیرها به جز روی در سوبات می‌باشد. . برای سرب، آهک و pH رسوبات مدل کروی و برای روی رسوبات مدل نمایی برازش داده شد. میانگین مطلق اشتباهات نیز برای pH و آهک نزدیک به یک می‌باشد که نشان دهنده دقت بالای کریجینگ برای تخمین این متغیرها می‌باشد. برای سرب و روی رسوبات نیز روش کریجینگ دقت کم‌تری دارد.

منابع

۱- شیخ مقدسی، ز. ۱۳۸۷. ارزیابی ژئواستاتیستیکی کادمیوم، نیکل و سرب در خاک‌های استان گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

۲-عرفان منش، ا. و م. افیونی. ۱۳۷۹. آلودگی محیط زیست (آب، خاک و هوا)، انتشارات ارکان، اصفهان. ص ۳۳۰.

۳- محمدی، ج. ۱۳۸۵. پدومتری، جلد دوم: آمار مکانی (ژئواستاتیستیک)، انتشارات پلک.

۴-Biggar, J. W. and Nielsen, D. R. ۱۹۷۶. Spatial variability of the leaching characteristic of a field soil. Water Res. ۱۲ (۱) : ۷۸-۸۴.

۵-Blake, A.D., Jones,R.M. Blake, R.C.Pavalov, A.R. Darwish,I.A. and H.Yu. ۲۰۰۱. Antibody-based sensors for heavy metal ions. Biosensors and Bioelectronics, ۱۶: ۷۹۹-۸۰۹.

۶- Cahn, M.D., Hummel J.W., and Brouer B.H. ۱۹۹۴. Spatial analysis of soil fertility for site-specific management. Journal of Soil Science. Soc. Am. ۵۸: ۱۲۴۰-۱۲۴۸.

۷-Jiachun, S., Haizhen, W.Jianming, X.Jianjun, W.Xingmei,Land Haiping,Z. ۲۰۰۷. Spatial distribution of heavymetal in soil : A case study of changing, China. Environ Geol. ۵۲:۱-۱۰.

۸- Malakootian M, Yaghmaeian K, Meserghani M,Mahvi AH, Danesh Pajouh M. Determination of Pb, Cd, Cr and Ni concentration in imported Indian rice to Iran. Iranian Journal of Health and Environment.

۹- Ministry of Waters, Forests and Environmental Protection; Order no.۷۵۶/۱۹۹۷.

۱۰- Page, AL., Miller,R.H and Keeney,D.R. ۱۹۸۲. Method of Soil Analysis, Part ۲: Chemical and microbial properties. ASA and SSSA, Madison, Wisconsin. USA.

۱۱- Rodriguez-Martin, J.A., Lopez-Arias,M. and Grau-Corbi,J.M. ۲۰۰۶. Heavy metals contents in topsoils in the Ebro basin (Spain). Application of the multivariate geostatistical methods to study spatial variations.Environmental Pollution.۱-۱۲.

۱۲ -Sengupta, A. K. ۲۰۰۲. Environmental separation of heavy metals. Lewis Publisher.

Abstract

With due attention to the high costs of sampling and soil laboratory analysis, the use of new sciences such as geostatistic is useful to acceleration and facilitating determination of soil contamination risk. This study aimed to determine the condition of pollution in Goharrod river sediments , estimate and mapping Zn, Pb and Cd concentration in Goharrod river to be achieved by using geostatistic method. To achieve these goal sampling of sediment from the river bed ۳۰ Sample of sediment in every wo kilometers were collected by machine. Total concentrations of Lead, Zinc and Cadmium in sediments determined by Atomic Absorption Spectroscopy and lime percentage and soil pH were measured. Average concentrations obtained for Lead, Zinc and Cadmium in terms of mg/kg would thus be: ۹.۵۵, ۶۴.۴۸ and ۰.۰۷۵ respectively. For sediment Lead, lime and pH spherical model and Zinc exponential model fitted better in experimental variogram in GS+ program by using try and error method.

توصیه کودی بر اساس آزمون خاک و گیاه برای باغ به

حسن عرب زادگان ۱، علی اکبرزارع ۲، امیرحسین خوشگفتارمنش ۳، مهرداد رضایی فرد ۴
۱-کارشناس ارشد آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲-دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان،
۳-استاد گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳-دانش آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
یکی از مهمترین عوامل افزایش تولید و بهبود کیفیت، رعایت اصول مصرف بهینه کودها و مصرف آنها مطابق با نیاز گیاه و نتایج آزمون خاک و آب می‌باشد. با توجه به این موضوع از خاک باغی در پویاشهراستان اصفهان به منظور تعیین نیاز کودی درخت میوه به طور تصادفی و از سه عمق ۰-۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰ -۹۰ سانتی‌متری نمونه تهیه شد. پس از آنالیزها و اندازه‌گیری عناصر نتایج نشان داد که خاک مورد نظر از نظر میزان فسفر و پتاسیم بیش از حد بحرانی می باشد. همچنین نتایج نشان داد که خاک مورد نظر از نظر عناصر کم مصرف آهن و روی نیاز به مصرف خاکی این دو عنصر غذایی دارند. لذا برای چنین باغی استفاده از کودهای سولفات آهن و روی به صورت چالکود در فصل زمستان به صورت مکرر لازم است. برای تکمیل نتایج از نمونه برگ درخت (به) استفاده شد، که نتایج حاکی از کمبود آهن، فسفر و پتاسیم در(به) بود.

کلمات‌کلیدی: کود، آزمون خاک، کیفیت، به

مقدمه
افزایش روز افزون جمعیت و به دنبال آن کمبود مواد غذایی بخصوص در کشورهای در حال توسعه یکی مسایلی است که فکر محققین ذیربط را به خود مشغول داشته است. گرچه کنترل جمعیت یکی از راههای اصولی در حل این مشکل بشمار می‌آید، لیکن افزایش عملکرد تولیدات کشاورزی نیز می‌تواند یکی از این راه‌حل‌ها به حساب آید. انتخاب میزان صحیح عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تحت تأثیر آگاهی از نیاز گیاه و نیز قدرت تأمین عنصر غذایی توسط خاک می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۸۴). دلایل انجام آزمون خاک را می‌توان در موارد ذیل خلاصه نمود : ۱) تعیین شاخص ظرفیت تأمین عناصر توسط خاک ۲) تعیین میزان مصرف کودها ۳) تشخیص خاک‌هایی که دارای غلظت‌های بالایی از عناصر غذایی بوده و می‌توانند برای آب‌ها ی زیرزمینی به عنوان منبع آلودگی شناخته شوند (Sima, ۱۹۹۸). درختان میوه در هنگام باردهی مقدار زیادی از عناصر غذایی را از خاک برداشت می‌کنند که این عناصر به خاک باز نمی‌گردند. روند افزایش تولید باعث برداشت بیشتر عناصر از خاک‌ها می‌شود، که اگر به تأمین این عناصر در خاک توجه نشود، در کوتاه مدت خاک باغ‌های میوه فقیر از عناصر غذایی گشته و به تبع آن با کاهش تولید و کیفیت روبرو خواهیم شد (Faust, ۱۹۸۹). گاهی اوقات با وجود مقدار کافی از یک عنصر در خاک، باز هم گیاه علائم کمبود را بروز می‌دهد و این نشان دهندهٔ اختلال در جذب و انتقال عناصر در گیاه است (Bajwa, ۱۹۹۳). کوددهی بر مبنای تجزیه خاک یکی از ابزارهای مهم در رسیدن به هدف‌های افزایش عملکرد در واحد سطح و بهبود کیفیت می‌باشد که در آن حفظ حاصلخیزی خاک در طولانی مدت دیده می‌شود. آزمون خاک یکی از راه‌های اجرایی مطلوب برای علمی‌کردن مصرف بهینه کود می‌باشد. در باغ های با توجه به اینکه عمق و پراکنش ریشه ها زیاد می باشد لذا نمونه برداری از برگ ومیوه از اولویت مهمتری برخوردار است. لذا به عنوان مکمل آزمون خاک معمولاً از آزمون گیاه استفاده شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). درخت (به) ((*Cydonia oblongas*) سومین عضو مهم و اقتصادی درختان میوه دانه‌دار است که نسبت به دیگر درختان معتدله کم توقع است (Saberi, ۱۹۹۴). در کل درخت به توانایی زیادی برای جذب عناصر ریز مغذی مثل آهن از خاک را ندارد (Cinelli, ۲۰۰۴).

مواد و روش‌ها
مشخصات باغ میوه مورد مطالعه
باغ مورد مطالعه در پویاشهر استان اصفهان، کیلومتر ۲۲ جاده مبارکه- شهرضا واقع است. باغ با وسعت دو هزار متر مربع دارای محصولاتی از جمله: گردو، به، انگور، انار، آلبالو، آلو می‌باشد. آبیاری درختان به شکل غرقابی وکودهای مصرفی اکثراً کود حیوانی وکود مرغی است که در سطح خاک پخش می‌شود. در برخی مواقع بدون توجه به نیاز گیاه مقداری کود شیمیایی هم به خاک اضافه می‌شود. از باغ مورد مطالعه نمونه‌برداری خاک، آب و گیاه برای انجام آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی صورت گرفت. نمونه‌ها از ۳ عمق ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰، ۰-۳۰ از سه محل به روش تصادفی برداشته شد. با توجه به اینکه در سه محل نمونه‌برداری عمق‌های نمونه‌برداری یکسان بوده، لذا خاک‌های مربوط به هر عمق از سه محل نمونه‌برداری را با هم مخلوط کرده و نمونه خاکی از هر عمق به وزن ۲ تا ۴ کیلوگرم جهت آنالیز به آزمایشگاه انتقال داده شد. در باغ مورد نظر درخت به برای آنالیز تجزیه برگ انتخاب شد که از هر درخت ده برگ به صورت تصادفی چیده شد تا غلظت عناصر در برگ درخت تعیین شود. نتایج آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی صورت گرفته در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ - نتایج آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی مربوط به خاک در سه عمق مختلف

عمق خاک (cm)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	مواد آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	بافت خاک
۳۰-۰	۸۵	۱/۵۲۹	۶۴/۵	۶۴/۲	۵۸/۱	۴۹/۰	۱۶/۸	رس سیلتی
۶۰-۳۰	۹۰	۱/۵۲۹	۷۶/۵	۵۸/۲	۷۶/۱	۵۷/۰	۲۵/۸	رس سیلتی
۹۰-۶۰	۲۰	۷/۶۲۳	۶۲/۳	۶۸/۰	۵۶/۰	۵۸/۰	۲۳/۸	رس سیلتی
-	۲۰-۱۲	۳۰۰-۲۵۰	۶-۵	۲-۱	۲	۴-۲	-	حد بحرانی

نتایج و بحث

الف) خاک

به طور کلی با توجه به جدول تجزیه خاک باغ مورد نظر می توان گفت که خاک مورد نظر از نظر میزان عناصر غذایی نه تنها فقیر نیست بلکه بیشبود نیز دارد. در خصوص ماده آلی با توجه به اینکه ۵/۱ درصد را اخیرا به عنوان حد قابل قبول گزارش نموده اند لذا ماده آلی خاک مورد آزمایش در افق سطحی ۵۸/۱ درصد اندازه‌گیری شد که نشان از مدیریت خوب باغ مورد نظر از این حیث دارد. پتاسیم اندازه‌گیری شده در خاک در دامنه ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم قرار گرفته است که نشان دهنده مقدار کافی پتاسیم خاک برای تغذیه گیاهان است. با افزایش عمق مقدار آن تا حدی افزایش پیدا کرد که می توان آن را به آبشویی پتاسیم و همچنین ماده مادری پتاسیم دار مربوط دانست. توزیع فسفر با عمق، متناسب با مقدار مواد آلی در خاک است، که نشان می‌دهد بخش اعظم فسفر این خاک از مواد آلی تأمین شده است. خاک مورد نظر از نظر مقدار فسفر نیز مشکل تغذیه ای در خاک ندارد. خاک مورد مطالعه یک خاک آهکی است و با توجه به عدم مصرف کودهای آهن و روی، خاک از نظر این عناصر فقیر است. آهن یکی از عناصر کم مصرف برای گیاهان بوده و کمبود آهن بویژه در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک با pH قلیایی بسیار رایج است. به ازای هر واحد افزایش در pH خاک، حلالیت آهن ۳ ظرفیتی ۱۰۰۰ برابر و آهن ۲ ظرفیتی ۱۰۰ برابر کاهش می‌یابد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). قابلیت جذب آهن در خاک‌ها تحت تأثیر عدم تهویه کافی و پیدایش مقدار زیاد یون بی‌کربنات و نبودن موادآلی کافی به شدت کاهش می‌یابد. خاک مورد آزمایش به علت وجود بافت نسبتاً سنگین که باعث عدم تهویه کافی می‌شود و نیز به علت آهکی بودن خاک و مواد آلی کم کمبود آهن را نشان می‌دهد. در خاک مورد مطالعه به دلیل آهکی بودن خاک و پایین بودن موادآلی و همچنین عدم استفاده از کود روی، دارای کمبود روی نیز بوده به طوری که با افزایش عمق این کمبود بیشتر شده که می‌توان به افزایش pH با عمق مربوط دانست.

ب)گیاه

پتاسیم قابل جذب گیاه

نتایج حاصل از تجزیه برگ نشان‌دهنده کم بود نسبی آن برای درخت به است.(جدول ۲). مقدار پتاسیم قابل جذب در برگ درخت به ۷/۰درصد اندازه‌گیری شدکه با در نظر گرفتن حد کفایت ۱ تا ۵/۲ این گیاه علی‌رقم کافی بودن میزان پتاسیم در خاک با کمبود این عنصر مواجه است. که این کمبود می تواند به دلیل ضعیف بودن سیستم ریشه‌ای (به) و یا محدودیت قابلیت دسترسی به پتاسیم و یا زیاد بودن غلظت کلسیم و منیزیم باشد.

فسفر کل گیاه

مقدار فسفر برگ کمی کمتر از مقدار بهینه آن می باشد. با توجه به اینکه خاک مورد نظر مقدار فسفر زیادی دارد و این کمبود می تواند ناشی از رسوب و یا سایر دلایل باشد.

آهن کل گیاه

آهن گیاهان در صورتی کافی است که گیاه در حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن داشته باشد. مقدار آهن برگ درخت (به) ۵/۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد،که نشان از کمبود این عنصر در این گیاه است که شواهد کمبود در باغ کاملاً به چشم می‌خورد. در بیشتر نقاط کشور ما، مهمترین عاملی که موجب کمبود آهن می شود، زیادی بی‌کربنات در محلول خاک است.

روی کل گیاه

رنج کفایت روی برای گیاه به ۲۵ تا ۶۰ گزارش شده است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷) که درخت به از این نظر با داشت ۵/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم از نظر این عنصر دارای سطح خوبی است.

جدول۲- غلظت و حد کفایت عناصر دربرگ‌های درخت به

	پتاسیم(%)	فسفر(%)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)
برگ به	۷/۰	۶۸/۰	۵/۶۴	۵/۳۳
حد کفایت عناصر برای به	۵/۲-۱	۱-۸/۰	۱۲۰-۸۰	۶۰-۲۵

آب آبیاری

آب آبیاری باغ از چاه تامین می‌شود و با شوری ۸/۱(dS/m)، آبی با شوری متوسط تا زیاد است و برای گیاهانی که به شوری حساسند مناسب نیست . pH آب هم در رنج خنثی تا کمی قلیایی است که از این نظر محدودیتی برای گیاهان ایجاد نمی‌کند.

توصیه کودی

برای توصیه‌ی کودی(تعیین نوع ،مقدار، زمان و نحوه‌ی مصرف کودها) در گیاهان زراعی، استفاده از آزمون خاک ودرگیاهان باغی علاوه بر تجزیه خاک و آب آبیاری، تجزیه برگ وگاهی میوه مناسب‌ترین روش می‌باشد(ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). توصیه کودی بر اساس آزمون خاک در درختان میوه برعکس محصولات زراعی به دلایل متعددی از جمله پراکنش وسیع ریشه و اثرات متقابل بر جذب فی ما بین عناصر غذایی کاربرد چندانی ندارد. بلکه تجزیه خاک و تعیین کیفیت آب آبیاری به عنوان مکملی برای تجزیه برگ و توصیه‌ی بهینه کودی خواهند بود(ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

توصیة کودی باغ مورد نظر بر اساس آزمون خاک و آب و گیاه

ذخیرة پتاسیم خاک بیشتر از ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است و نیاز به مصرف کود پتاسیم قبل ازکاشت نخواهد بود، ولی مصرف ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کلوروپتاسیم به صورت بهاره توصیه می‌شود. با توجه به آهکی بودن خاک زیر کشت، استفاده از ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار ساری کود (گوگرد کشاورزی گرانوله) توصیه می‌گردد. برای تأمین نیاز گیاه به ازت مصرف ۳۰۰ کیلوگرم سولفات‌آمونیوم در هکتار و برای جبران کمبود فسفر مصرف خاکی بیوفسفات‌طلایی به میزان ۳۰۰ کیلوگرم، برای جبران برداشت عناصر ریزمغذی توسط گیاه مصرف خاکی سولفات آهن به اندازه ۲۰۰ کیلوگرم، سولفات روی ۵۰ کیلوگرم، اسید بوریک ۵۰ کیلوگرم توصیه می‌شود. همچنین محلول‌پاشی سولفات روی در مرحله خواب درختان بلافاصله پس از هرس زمستانی با غلظت ۲درصد، سولفات روی با غلظت دو در هزار به علاوه‌ی کود دو در هزار اوره، پس از ریزش کامل گلبرگ‌ها، مصرف خاکی ۱۵۰ گرم سکوسترین آهن برای هر درخت، ۲۰۰گرم سولفات روی بعلاوة ۱۰۰ گرم سولفات منگنز و ۱۰۰ گرم سولفات مس و یک کیلو سولفات پتاسیم و مقداری کود حیوانی در اواخر زمستان یا اوایل بهار توصیه می‌گردد.

منابع

ملکوتی م ج.۱۳۸۴.کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. چاپ سوم با بازنگری کامل. انتشارات سنا. ۴۶۸ صفحه. وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.

ملکوتی م ج، ن کریمیان و پ کشاورز. ۱۳۸۴. روش های تشخیص کمبود عناصر غذایی، توصیه کودی و برآورد نیاز کودی گیاهان «چاپ ششم با بازنگری بنیادی » انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۲۲۲ صفحه. تهران، ایران.

ملکوتی م ج، ن کریمیان و پ کشاورز. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. چاپ هفتم با بازنگری کامل . انتشارات دانشگاه تربیت مدرس .۷۵۵ صفحه. تهران. ایران.

Bajwa. M. I. ۱۹۹۳. Effect of Potassium on crop yield and quality in Pakistan. Regional Symposium of IPI, Tehran, Iran. Cinelli, F., Loreti, F., and Muleo, R. ۲۰۰۴. Regeneration and selection of quince BA۲۹ (Cydonia oblonga Mill.) somaclones tolerant to lime-induced chlorosis. Acta Horticulturae ۶۵۸: ۵۷۳-۵۷۹.

Faust. M. ۱۹۸۹. Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley and SonsPub. New York. USA.

Laegreid. M, OC Bockman and O Kaarstad. ۱۹۹۹. Agriculture, fertilizers and the environment. Norskhydro ASA. CABI Publishing, Norway.

Sabeti, H. ۱۹۹۴. Trees and Shrubs of Iran. Yazd University Publication (Second Publication). Yazd, Iran. ۸۱۰ pp. (in Farsi).

Abstract

Considering basics of optimal consumption of fertilizers and their consumption based on the crop needs and the results of testing soil and plant are essential in increase of production and improvement quality. These two factors have considerable roles in increase of the production. So, garden soil of Poyashar in Esfahan province was investigated to determine the fertilization needs of Quince tree and three soil samples were taken from depths ۰-۳۰, ۳۰-۶۰ and ۶۰-۹۰. Following analysis and measuring the elements, the results showed that the potassium and phosphor levels of soil were much more than the critical limit. Results, also, revealed that the soil would need to micronutrients iron and zinc. So, it is necessary to use iron sulfate and zinc sulfate fertilizers as deep placement in winter repeatedly. To complete the findings, leaves of quince tree were used as samples. Results showed deficiency of iron, phosphor and potassium. Comparison of results related to soil and leaves analysis revealed that although potassium and phosphor exist in soil, plant cannot absorb them. Thus, the final result should be represented following fruit and water analysis.

مروری بر تأثیر کودهای زیستی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی

سید رضا مهدوی اردکانی [۱]، فاطمه احمدی [۲]
۱- دانشجوی دکترای منابع طبیعی دانشگاه یزد، ۲- دانشجوی کارشناسی گیاهان زینتی مرکز آموزش جهاد کشاورزی استان یزد (ملاصدرا)

چکیده
یکی از مهمترین دلایل محدودیت تولید محصولات کشاورزی، حاصلخیز نبودن خاکهاست. مدیریت کود یک عامل مهم در موفقیت کشت گیاهان بوده، لذا استفاده از نهاده هایی که جنبه های اکولوژیکی سیستم را بهبود ببخشند و مخاطرات محیطی را کاهش داده و اثرات مطلوبی بر شاخص های کمی و کیفی گیاه داشته باشند ضروری به نظر می رسد. در این مقاله مهمترین اثرات کودهای زیستی گزارش شده را مرور کرده و تأثیر آن را بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی و مصرف بهینه آب بررسی می کنیم. محققین جایگزینی بسیار مناسب کودهای آلی به خصوص ورمی کمپوست را به جای کودهای شیمیایی با هدف افزایش باروری خاک، تولید محصولات در کشاورزی پایدار و نیز جهت تعدیل اثرات مخرب تنش آبی توصیه می نمایند. تا از پتانسیل ارگانیسم های خاک و مواد آلی به منظور حداکثر تولید، ضمن توجه به کیفیت خاک و رعایت بهداشت و ایمنی محیط زیست استفاده گردد.

واژه های کلیدی: کودهای زیستی، ورمی کمپوست، گیاهان دارویی

مقدمه
در چند دهه اخیر مصرف نهاده های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک گردیده است. مطالعات بلند مدت نشان می دهد که استفاده فشرده از کودهای شیمیایی عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می دهد. این کاهش نتیجه اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت بیولوژیک آن، افت خصوصیات فیزیکی خاک و عدم وجود عناصر غذایی میکرو در کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم می باشد (افتخاری نسب و همکاران، ۱۳۹۱). مصرف غیر اصولی و بلند مدت کودهای شیمیایی نتیجه ای جز تخریب تدریجی کیفیت خاک، کاهش ارزش کیفی محصول، به هم زدن تعادل طبیعی اکوسیستم و گسترش آلودگی های زیستی محیطی در پی نخواهد داشت (توحیدی نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از راهکارهای بهبود رشد گیاهان استفاده از کودهای آلی که خود نوعی کود بیولوژیک هستند می باشد، که سبب حفظ کیفیت مطلوب خاک، بهداشت محیط زیست و تعادل اکوسیستم خاک می شود. استفاده از کودهای آلی از مؤثرترین شیوه های مدیریتی برای کیفیت خاک در سطح مطلوب محاسبه می گردد (صالحی ساردویی و همکاران، ۱۳۹۲). به علت اثرات سوء کاربرد ناصحیح مواد شیمیایی مانند آفت کش ها، قارچ کش ها و کودهای شیمیایی انسان ها تمایل دارند مصرف کود طبیعی و داروهای گیاهی را جایگزین داروهای شیمیایی نمایند. در مورد گیاهان دارویی، متابولیت های ثانویه آن ها به صورت خالص و یا به نسبت های مشخص و گاه بدون تغییر، در سامانه های مختلف علوم پزشکی و صنایع داروسازی کاربرد دارد. کاربرد ناصحیح مواد شیمیایی می تواند باعث باقی ماندن آن ها در محصولات فرآوری شده از گیاهان دارویی شود و مشکلات بهداشتی جدیدی ایجاد کند. تولید محصولات ارگانیک (عاری از سموم و باقیمانده فلزات سنگین) مخصوصاً گیاهان دارویی ارگانیک امری اجتناب ناپذیر می باشد(طباطبایی و همکاران، ۱۳۹۰). در بحث تولید گیاهان دارویی، ارزش واقعی به کیفیت محصول یعنی میزان ماده مؤثره داده می شود و حداکثر ماده مؤثره در به کارگیری تکنیک های نوین زراعی است (افتخاری نسب و همکاران، ۱۳۹۱). مصرف کودهای زیستی در یک سیستم مبتنی بر کشاورزی پایدار، ضمن حفظ سلامتی محیط زیست، موجب افزایش کیفیت و پایداری عملکرد به ویژه در تولید گیاهان دارویی می شود (مریخی و سحرخیز، ۱۳۹۰). اضافه کردن کمپوست رسیده و پایدار به محیط کشت باعث ایجاد مقاومت در گیاهان و افزایش کیفیت آن ها می شود (درزی و همکاران، ۱۳۹۲). ورمی کمپوست به عنوان یکی از بهترین مالچ های پوششی شناخته شده است که به عنوان یک ماده هوموسی پایدار، با دارا بودن بافتی نرم و اسفنج مانند، ظرفیت زیاد نگهداری آب را دارد و دارای عناصر غذایی قابل دسترسی و مورد نیاز گیاه می باشد (احسنی ایروانی و تقی زاده، ۱۳۹۲). کودهای حیوانی سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک نظیر هوادهی بهتر، ظرفیت نگهداری رطوبت بالاتر و بهبود تبادل غذایی در خاک می شوند (فرهمند فرد و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به اثرات مخرب زیست محیطی کشاورزی متداول که ناشی از مصرف بی رویه نهاده های شیمیایی می باشد، روز به روز بر اهمیت توجه به کشاورزی جایگزین افزوده می شود. یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم زراعی با هدف حذف کاربرد کودهای شیمیایی است. کودهای آلی سبب تأمین سلامت انسان و محیط زندگی می گردند (خالص رو و همکاران، ۱۳۹۰). استفاده از ورمی کمپوست به دلیل ظرفیت بالای نگهداری آب و قابلیت در دسترس قراردهی عناصر غذایی به مرور زمان موجب رشد و عملکرد برابر نسبت به کودهای شیمیایی می باشد (طباطبایی و همکاران، ۱۳۹۰). همزیستی با قارچ های میکوریزا بر کلیه صفات اندازه گیری شده گیاه ریحان، به غیر از شاخص کلروفیل تأثیر معنی داری داشته است به طوری که بالاترین مقدار عملکرد ماده تر و خشک در گلدان، درصد و عملکرد اسانس در تیمار تلقیح با قارچ *Glomus mosseae* و کمترین آن ها در تیمار شاهد مشاهده گردیده است (اصلانی و همکاران، ۱۳۸۸). بیشترین تعداد چتر در بوته، عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه گیاه دارویی رازیانه در تلقیح با میکوریزا

حاصل شد، بیشترین تعداد چتر در بوته و عملکرد بیولوژیک با کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست و نیز بیشترین درصد همزیستی ریشه با کاربرد ۵ تن ورمی کمپوست حاصل گردید. کود فسفات زیستی نیز دارای اثر معنی داری بر ویژگی های مورد بررسی بود (درزی و همکاران ۱۳۸۷). بهبود کیفیت صفات کمی و کیفی گیاه آویشن در اثر کاربرد ورمی کمپوست در سطوح بالا بوده و میکوریزا تأثیر معنی داری بر صفات مورد بررسی نداشته است و اثر متقابل ورمی کمپوست با میکوریزا بر کلنیزاسیون ریشه معنی دار بوده است (شهقلی و همکاران، ۱۳۹۲). مصرف کود ورمی کمپوست باعث افزایش صفات رویشی و میزان کلنیزاسیون گیاه پیینو شد. قارچ مایکوریز آربوسکولار تأثیر معنی داری بر میزان کلنیزاسیون ریشه داشته اما تأثیری برصفات رویشی نداشته است (ساعی نعیمی و همکاران، ۱۳۹۱). در بررسی کاربرد کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست بر عملکرد گیاه ریحان، اثر افزایشی عملکرد ریحان در استفاده همزمان از میکوریزا و ازتوباکتر و ورمی کمپوست را بیان نمودند (زندیان و همکاران، ۱۳۹۳). مصرف ورمی کمپوست و تلقیح خاک با ازتوباکتر نیاز گیاه شوید به نیتروژن را کاهش می دهد (امینی و همکاران، ۱۳۹۱). سطح ترکیبی کودها به ویژه کودهای ورمی کمپوست و نانوزیستی با یکدیگر و با کود شیمیایی در مقایسه با مصرف کود شیمیایی به تنهایی در افزایش عملکرد کمی و کیفی نعناع فلفلی برتر بود (فرضائی و همکاران، ۱۳۹۳). محققین در بررسی سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی گیاه ریحان، افزایش عملکرد کلروفیل a را بیان نمودند (خالقی وهمکاران، ۱۳۹۲). مناسب ترین پاسخ برخی صفات گیاه دارویی ریحان به مصرف نیتروکسین و ورمی کمپوست در مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به همراه کاربرد نیتروکسین بود (عاشقی و همکاران، ۱۳۹۳). کاربرد کود زیستی نیتروکسین به همراه ۵۰ درصد ورمی کمپوست را عامل افزایش عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد اسانس گیاه زنیان عنوان کردند (سادلجی و همکاران، ۱۳۹۲). در مورد گیاه دارویی زنیان کاربرد کودهای ارگانیک (ورمی کمپوست) به تنهایی و یا در ترکیب با اسید هیومیک در بهبود صفات کمی گیاه تأثیر مثبتی داشته و کودهای بیولوژیک می توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در تولید این گیاهان باشد (ملکیان و همکاران، ۱۳۹۲). کاربرد زیاد ورمی کمپوست سبب کاهش درصد سبز شدن ولی کاربرد زیاد کوکوپیت سبب افزایش درصد سبز شدن بذر گیاه فلفل شیرین شده است (غلام نژاد نصیر آبادی و همکاران، ۱۳۹۰). کود گاوی در اکثر صفات گیاه زعفران نتایج بهتری را نشان داد، افزایش کود در تمامی صفات مورد مطالعه سبب بهبود شد (فرهمند فرد و همکاران، ۱۳۹۰). اثر افزایشی اکثر صفات مورد بررسی گیاه دارویی بادرشبی، در سطح ۳۰ درصد حجم گلدان ورمی کمپوست حاصل شد. و کود بیو فسفات اثر معنی داری بر سرعت سبز شدن بذر ها و مقدار کلروفیل برگ نشان داد. همچنین اثر متقابل بیوفسفات و ورمی کمپوست تأثیر معنی داری بر وزن خشک، وزن بذر در بوته، مقدار فتوسنتز و میزان کلروفیل برگ داشت (مفاخری و همکاران، ۱۳۹۰). کاربرد ورمی کمپوست با القای تغییرات فیزیولوژیک و اثر بر جذب و انتقال عناصر غذایی اثر مثبت و مفیدی بر گیاه شنبلیله داشته و می تواند محتوای کلروفیل و مواد غذایی موجود در بافت گیاه و به دنبال آن ارزش غذایی گیاه را بالا ببرد (تاجیک خادمی و همکاران، ۱۳۹۳). تراکم کشت و کود ورمی کمپوست بر برخی شاخص های رشدی، عملکرد و بازار پسندی گیاه خوراکی- دارویی عروسک پشت پرده تأثیر معنی داری داشته و افزایش ارتفاع گیاه در نتیجه کاربرد بیشتر ورمی کمپوست نیز احتمال دارد به دلیل تحریک تولید مواد اکسین مانند موجود در ورمی کمپوست باشد (تبریزی و همکاران، ۱۳۹۳). غلظت های کم عصاره ورمی کمپوست بنیه گیاهچه اسفرزه را تقویت می نماید ولی غلظت های بالای عصاره ورمی کمپوست اثر منفی و بازدارنده ای بر شاخص های رشد داشته است (عموآقایی و مردانی، ۱۳۹۰). برای گیاه ریحان مناسب ترین ترکیب کودی ۴۰ درصد ورمی کمپوست و برای گیاه مرزه ۳۰ درصد ورمی کمپوست می باشد (رحمانیان و همکاران، ۱۳۹۰).

مواد و روش ها

این پژوهش با بررسی اسنادی و گرد آوری اطلاعات و جمع بندی نتایج بیش از ۶۰ مقاله و مطالعه چندین کتاب که اثرات سطوح مختلف کودهای آلی را مورد ارزیابی قرار داده بودند انجام گرفته است.

نتیجه گیری

طبق نتایج حاصل از پژوهش های انجام گرفته بر روی کودهای آلی، استفاده از کودهای آلی از جمله ورمی کمپوست در میزان عملکرد و کیفیت اسانس گیاهان دارویی دارای تأثیر مثبتی می باشد.

ورمی کمپوست دارای عناصر مختلف پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه می باشد، ولی مهمتر از همه این است که تمام این عناصر به شکل قابل استفاده و محلول در آب هستند. یکی از دلایل قابلیت جذب بیشتر عناصر غذایی توسط گیاه در ورمی کمپوست به دلیل خاصیت تامپونی این ماده است که از تغییرات بیش از حد در خلال جذب عناصر توسط گیاه جلوگیری نموده و همچنین اسید های آلی موجود در خاک را (به خصوص عناصر میکرو) از طریق کمپلکس نمودن به صورت محلول درآورده و در اختیار گیاه قرار می دهد (خالقی و همکاران، ۱۳۹۲). محققین استفاده از ورمی کمپوست را در راستای افزایش کارآیی مصرف آب و تعدیل اثرات مخرب تنش آبی نظیر افزایش میزان پرولین توصیه می نمایند (طالشی و اصولی، ۱۳۹۲). همچنین در راستای کشاورزی پایدار و کشاورزی ارگانیک جایگزینی کودهای ورمی کمپوست با کودهای شیمیایی با توجه به نتایج حاصل، عملکرد مناسب و تقریباً برابری آن ها توصیه گردیده است (امینی و همکاران، ۱۳۹۱) (طباطبایی و همکاران، ۱۳۹۰) (شمس و باقرزاده چهارجویی، ۱۳۹۱) (مظفری و همکاران، ۱۳۹۲) (ملکیان و همکاران، ۱۳۹۲). افزایش بیوماس گیاهی، تسریع در گلدهی، مقدار اسانس، میزان کارون در اسانس و در نتیجه بهبود کیفیت اسانس از جمله مواردی می باشند که پژوهشگران مختلف در گزارش های خود در رابطه با گیاهان دارویی نظیر آویشن، انیسون، شوید، زعفران، آلوئه ورا و سیاهدانه بیان نموده اند و تأثیر آن را از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بر روی میزان فتوسنتز دانسته اند (شهقلی و همکاران، ۱۳۹۲) (درزی و همکاران، ۱۳۸۹و ۱۳۹۱و ۱۳۹۲) (فرهمند فرد و همکاران، ۱۳۹۰) (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۰) (عموآقایی و مردانی، ۱۳۹۰). جایگزینی مناسب و کم هزینه ورمی کمپوست برای محیط های کشت بافت به منظور ریزازدیادی درون شیشه ای گزارش گردیده

است (اسلامی طبایی و همکاران، ۱۳۹۱). بررسی تأثیر عصاره ورمی کمپوست بر درصد و سرعت جوانه زنی توسط محقیقن مثبت ارزیابی گردیده لذا اثر آن در غلظت های بالا به دلیل ایجاد تنش اسمزی و یا افزایش هورمون های رشد که در غلظت های بالا اثرات بازدارنده دارند نیز گزارش گردیده است.

منابع

احسنی ایروانی، م. و تقی زاده، م. ۱۳۹۲. تأثیر ورمی کمپوست به عنوان بستر کشت و عصاره آن بر روی صفات رشدی چمن اسپورت. اولین همایش ملی الکترونیکی مباحث نوین در علوم باغبانی، انجمن علمی مهندسی علوم باغبانی دانشگاه جهرم، جهرم.

اسلامی طبایی، پ. و امیدی، م. و خسروشاهی، م. و ترابی، س. ۱۳۹۳. اثر غلظت های مختلف عصاره ورمی کمپوست به عنوان محیط کشت پایه بر کشت درون شیشه ای گیاه به لیمو. سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران، انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.

اصلانی، ز. و حسنی، ع. و رسولی صدقیانی، م، ح. و برین، م. ۱۳۸۸. اثرات همزیستی دو گونه قارچ آربوسکولار مایکوریزا بر برخی از ویژگی های رشدی و متابولیکی گیاه ریحان. ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه گیلان، رشت.

افتخاری نسب، ن. و پایدار، ص. و پایدار، ح. و زراعی، د. و خان احمدی، م. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر خصوصیات رویشی زعفران. دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج.

امینی، ف. و گلچین، ا. و عندلیبی، ب. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و ورمی کمپوست بر برخی از صفات رشد گیاه دارویی شوید (*Anethumgraveolens L*).. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، وزارت کشور، تهران.

تاجیک خادمی، ح. و عبدوسی، و. و خلج، م. ۱۳۹۳. بررسی اثرات نسبت های مختلف ورمی کمپوست بر خصوصیات کیفی گیاه شنبلیله (*Trigonellafoenum-graceum L*).. دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، انجمن ارزیابان محیط زیست هگمتانه، همدان.

تبریزی، ل. و محمدی، ح. و صالحی، ر. ۱۳۹۳. تأثیر تراکم کشت و ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاه عروسک پشت پرده (*physalisperuvianaL*). سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران، انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.

توحیدی نژاد، ع، ا. و مدنی، ح. و جنابی، م. ۱۳۹۰. کودهای آلی و تولید ورمی کمپوست (گامی مفید در کشاورزی پایدار). انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان. چاپ اول.

خالص رو، ش. و قلاوند، ا. و سفیدکن، ف. و اصغرزاده، ا. ۱۳۹۰. تأثیر نهاده های زیستی و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب برخی عناصر در گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum L*.)). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۷، شماره ۴.

خالقی، م. و جورابلو، م. و مصطفوی، م. ۱۳۹۲. تأثیر کود آلی ورمی کمپوست بر عملکرد کلروفیل در گیاه دارویی ریحان. اولین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، دانشگاه شهید مفتح همدان، همدان.

درزی، م، ت. و حاج سید هادی، م، ر. و رجالی، ف. ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و باکتری های تثبیت کننده نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی شوید (*Anethumgraveolens*). دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج.

درزی، م، ت. و حاج سید هادی، م، ر. و رجالی، ف. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و باکتری های محرک رشد بر مقدار اسانس و درصد *Anethumgraveoiens*)) کارون در گیاه دارویی شوید. همایش ملی گیاهان دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات آیت الله آملی، تهران.

درزی، م، ت. و حاج سیدهادی، م، ر. و رجالی، ف. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum L*.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۶، شماره ۴.

درزی، م، ت. و قلاوند، ا. و رجالی، ف. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، در گیاه دارویی رازیانه. مجله علوم زراعی ایران، جلد دهم، شماره ۱.

رحمانیان، م. و حاتمی، س، ف. و اسماعیل پور، ب. و هادیان، ج. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر ورمی کمپوست بر عملکرد و صفات مورفولوژیکی مرزه و ریحان. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

زندیان، ف. و غلامی، ا. و نوری، م. و شیرزادی، ف. ۱۳۹۳. بررسی کاربرد کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست بر عملکرد گیاه ریحان بنفش. دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، موسسه آموزش عالی مهر اروند.

سادلجی، س. و هانی، ع. و خرسندی، ن. ۱۳۹۲. ارزیابی کاربرد ورمی کمپوست و باکتری های محرک رشد (PGPR) بر عملکرد کمی و فیتوشیمیایی گیاه زنیان. دومین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ساوه.

ساعی نعیمی، م. و جوانمردی، ج. و نعمتی، س، ح. و زارعی، م. ۱۳۹۱. ارزیابی کاربرد ورمی کمپوست و قارچ های میکوریز آربوسکولار بر صفات رویشی و میزان کلنیزاسیون گیاه پپینو (*Solanummuricatum*) در کشت ارگانیک. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، وزارت کشور، تهران.
شمس، س. و باقر زاده چهارجویی، ع. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی ریحان. همایش ملی محیط زیست و تولیدات گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، سمنان.
شهقلی، ح. و گیمدیل، ر. و آذرنیا، م. و صفی خانی، س. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر ورمی کمپوست و میکوریزا بر صفات کیفی و کمی آویشن. اولین همایش منطقه ای گیاهان دارویی شمال کشور، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان.
صالحی ساردویی، ع. و رهبریان، پ. و دهقان، ا. ۱۳۹۲. تأثیر ورمی کمپوست بر رشد، گلدهی و رنگدانه های فتوسنتزی گل همیشه بهار. اولین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، دانشگاه شهید مفتح همدان، همدان.
طالشی، ک. و اصولی، ن. ۱۳۹۲. بررسی اثر تنش خشکی بر میزان قندهای محلول و پرولین ریشه در گلرنگ با مصرف کود ازته و ورمی کمپوست. همایش ملی علوم و فنون کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر.
طباطبایی، س. و تقوی، ت، س. و شلمزاری، ن. ۱۳۹۰. بررسی اثرات کود شیمیایی و ورمی کمپوست بر صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی ریحان در راستای توسعه کشاورزی پایدار. اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار، دانشگاه پیام نور استان خوزستان، اهواز.
عاشقی، پ. و درزی، م، ت. و حاج سید هادی، م، ر. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست و کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی ریحان. دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، موسسه آموزش عالی مهر اروند.
عمو آقایی، ر. و مرداني، ف. ۱۳۹۰. اثر عصاره ورمی کمپوست بر جوانه زنی بذر و رشد دانه رست سیاهدانه. اولین همایش ملی علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فلاورجان، فلاورجان.
عموآقایی، ر. و مردانی، ف. ۱۳۹۰. تأثیر عصاره ورمی کمپوست بر تقویت بنیه بذر اسفرزه. اولین همایش ملی علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فلاورجان، فلاورجان.
غلام نژاد نصیرآبادی، س. و آرویی، ح. و نعمتی، س، ح. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر نسبت های کوکوپیت و ورمی کمپوست به عنوان بستر کاشت بر سبز شدن و برخی ویژگی های کمی و کیفی نشاء فلفل شیرین (*Capsicum annuum L*.)). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۴.
فرضائی، ل. و ارجی، ع. و عزیزی، ع. و رستمی، ر. ۱۳۹۳. بررسی برخی پیامدهای اگروفیزیولوژیکی و عملکردی تغذیه با کودهای شیمیایی، نانوزیستی و ورمی کمپوست در گیاه داروئی نعناع فلفلی (*Mentha piperita L*.). دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، دانشکده شهید مفتح همدان، همدان.
فرهمند فرد، ب. و بخش کلارستاقی، ک. و محبی، ن. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای کمپوست، ورمی کمپوست و گاوی بر گلدهی و برخی صفات رویشی زعفران (*crocus sativs L*.). اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ساوه.
مریخی، م. و سحرخیز، م، ج. ۱۳۹۰. تأثیر قارچ میکوریز آربوسکولار و ورمی کمپوست در ویژگی های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی همیشه بهار (*Calendula officinalis L*.). اولین کنگره ملی علوم و فناوری های نوین کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان.
مظفری، م، ر. و عامریان، م، ر. و رحیمی، م. و قربانی قوژدری، ح. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد قارچ میکو ریزا، ورمی کمپوست و فسفات زیستی بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی. اولین کنفرانس ملی علوم کشاورزی و محیط زیست، مرکز همایش های علمی همایش نگار، شیراز.
مفاخری، س. و امیدبیگی، ر. و سفیدکن، ف. و رجالی، ف. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و مقدار اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*). مجله علوم باغبانی ایران، دوره ۴۲، شماره ۳.
ملکیان، ح. و خالص رو، ش. و سفیدکن، ف. ۱۳۹۲. بررسی کاربرد ورمی کمپوست و اسید هومیک بر خصوصیات مورفولوژیک گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermumammi L*.). اولین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، دانشگاه شهید مفتح همدان، همدان.
نوروزی، ب. و مرادی، پ. و یوسفی راد، م. ۱۳۹۰. مقایسه بسترهای کمپوست و ورمی کمپوست زباله شهری به منظور تکثیر گیاه آلوئه ورا. ششمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، خوراسگان.

Abstract

Infertility of soil is one of the main reasons of the limited agricultural production. Fertilizer management is an important factor in successful plant cultivation. Therefore, it seems necessary to use methods that improve ecological aspects of the system, reduce environmental hazards, and have favorable effects on quantitative and qualitative characteristics of plants. The aim of this article is to review the most important reported effects of bio-fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of plants and optimized water consumption. Organic

fertilizers, especially vermicompost, are recommend by researchers as good alternatives to chemical fertilizers for increase in soil fertility, sustainable agricultural production, and modifying the damaging effects of water stress. In this way, soil organisms and organic matters can be utilized for maximum production regarding the soil quality and health, safety, and the environmental issues.

تأثیر نوع بقایای گیاهی جنگلی و کاربرد نیتروژن بر دینامیک کربن آلی

ساناز عدلی ۱، احمد گلچین ۲، سعید شفیعی ۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان، ۲-استاد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان ۳- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده
اکوسیستم های جنگلی یک نوع کاربری اراضی برای ذخیره کربن در خاک‌ها و حذف دی اکسید کربن اتمسفری به حساب می‌آیند. بقایای گیاهی که دیرتر تجزیه می‌شوند تا مدت طولانی‌تری در خاک باقی می‌مانند و به ذخیره بیشتر کربن در خاک کمک می‌کنند. به همین دلیل هدف این تحقیق مطالعه تأثیر نوع بقایای گیاهی و کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر معدنی شدن کربن آلی بود. برای این منظور یک آزمایش اسپیلت - اسپیلت پلات با سه تکرار و به روش کیف کلش اجرا گردید و فاکتورهای مورد بررسی شامل نوع بقایای گیاهی جنگلی (بلوط، دارتالاب، سپیدار و کاج)، سطوح ازت خاک (۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در کیلوگرم) و مدت زمان خوابانیدن بقایا (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند. که بترتیب در کرتهای فرعی - فرعی، فرعی و اصلی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار هدررفت کربن از بقایای گیاهی در اولین ماه خوابانیدن و کمترین مقدار آن در ماه چهارم خوابانیدن اتفاق افتاد. در تمامی سطوح ازت مصرفی بیشترین مقدار هدررفت کربن در بقایای گیاهی سپیدار وکمترین مقدار هدررفت کربن در بقایای گیاهی بلوط اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بقایای گیاهی بلوط از سرعت تجزیه کمتری در مقایسه با بقایای گیاهی سپیدار برخوردار بود و به ذخیره کربن بیشتری در خاک کمک می‌کند.

کلمات کلیدی: هدررفت کربن، کیفیت بقایای گیاهی، سطح ازت

مقدمه
در چرخه‌ی کربن، پوشش گیاهی به واسطه نقشی که در فتوسنتز و میزان کربن آلی خاک دارد حائز اهمیت فراوان است .(Lorenz et al., ۲۰۰۸) جنگل‌ها جز مهم‌ترین اکوسیستم‌های خشکی بوده که نقش عمده‌ای در جریان انرژی و ماده، بین زمین و اتمسفر بازی می‌کنند (Sun et al., ۲۰۰۴)، و حدود ۷۵ درصد ذخیره کربن اکوسیستم‌های خشکی را به خود اختصاص می‌دهند (Geng et al., ۲۰۰۰). حدود ۴۹ درصد از ذخیره کل کربن جنگل در تنه درختان افتاده و سرپا، ۲۷ درصد در لاشبرگ‌ها و شاخه‌ها و بقیه در خاک و کف جنگل انباشته شده است (Woodbury, ۲۰۰۷). براساس بررسی‌های انجام شده جنگل‌های ایران ۳۸۱ میلیون تن کربن جو را در خود ذخیره کرده‌اند (خسروشاهی، ۱۳۷۷). توجه به نقش جنگل ها در کاهش میزان گازهای گلخانه‌ای و جلوگیری از گرم شدن کره زمین و همچنین ترسیب کربن از دو دهه قبل شروع شده است (Ipcc, ۲۰۰۰). متوسط درجه حرارت جهان از سال ۱۹۸۰ تاکنون ۷۷/۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است که یکی از دلایل آن تخریب جنگل‌ها توسط انسان می‌باشد (Lal, ۲۰۰۷). تخریب جنگل‌ها توسط انسان‌ها در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ با نرخی حدود ۱۳ میلیون هکتار در سال سه درصد از سطح کل جنگل‌ها را شامل شده است) (FAO, ۲۰۰۰. با توجه به روند تخریب جنگل‌های طبیعی در دنیا در اثر افزایش جمعیت انسانی و نیاز روز افزون به محصولات چوبی ، توسعه جنگل‌ها از طریق جنگل کاری در زمان حال و آینده امری اجتناب ناپذیر است. عوامل متعددی بر دینامیک کربن آلی در خاک تأثیر می‌گذارند. شرایط آب و هوایی، شرایط خاکی ، ترکیب شیمیایی بقایای گیاهی و همچنین قابل دسترس بودن مواد آلی از جمله عواملی هستند که بر دینامیک کربن آلی و سرعت تجزیه آن اثر می‌گذارند .(Baldock, ۲۰۰۷) تفاوت بین تجزیه بقایای گونه‌های درختی عموماً به کیفیت سوبسترا، نسبت‌های C/N و N/P بقایا، میزان لیگنین و غلظت کلسیم و منگنز متفاوت آنها مربوط می‌گردد (Berg et al., ۲۰۱۰). سونگ و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که با افزودن نیتروژن به کلش در شرایط مزرعه‌ای، سرعت تجزیه آن افزایش یافت. با وجود آنکه اطلاعات سودمندی در زمینه روند تجزیه بقایای گیاهی و آزاد شدن عناصر غذایی گزارش شده است اما این تحقیقات پاسخ روشنی در مورد تاثیر نیتروژن معدنی اضافه شده به خاک بر دینامیک بقایای درختان جنگلی با کیفیت‌های مختلف ارائه نمی‌کنند. لذا هدف این تحقیق بررسی تاثیر سطوح مختلف نیتروژن خاک بر دینامیک کربن آلی بقایای گیاهی جنگلی مختلف بود.

مواد و روش ها
به منظور مطالعه تأثیر نوع بقایای گیاهی و کاربرد نیتروژن بر دینامیک کربن آلی یک آزمایش اسپیلت - اسپیلت پلات با سه تکرار و طرح کاملا تصادفی به روش کیف کلش به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی شامل نوع بقایای گیاهی جنگلی (بلوط، دارتالاب، سپیدار و کاج)، سطوح نیتروژن خاک (۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، و مدت زمان خوابانیدن بقایا (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند. که بترتیب در کرتهای فرعی - فرعی، فرعی و اصلی قرار داده شدند.

تهیه و تجزیه نمونه‌های گیاهی:
بقایای گیاهی بعد از انتقال به آزمایشگاه در آون در دمای ۶۰ -۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس به قطعات ریز و به طول ۲-۱ سانتی‌متر خرد شدند. سپس از بقایای گیاهی یک نمونه همگن تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. میزان کربن، نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن بقایای گیاهی مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

تهیه کیف‌های کلش (Litter bags):
برای تهیه کیف‌های کلش ابتدا یک توری پلاستیکی با قطر منافذ ۵/۰ میلی متر انتخاب و پس از برش آن، کیف‌های با اندازه ۱۰× ۱۵ سانتی متر از آن تهیه گردید. در کیف‌های کلش تهیه شده ۱۰گرم از بقایای گیاهی مختلف ریخته و درب کیف‌ها دوخته شد. سپس کیف‌ها در عمق ۵ سانتی‌متری خاک گلدان‌هایی که حاوی مقادیر متفاوتی از نیتروژن بودند قرار داده شدند. نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در گلدان‌ها در جدول ۱ گزارش شده است.

زمان نمونه برداری و آماده سازی نمونه‌ها:
نمونه‌های گیاهی با کیف‌های کلش قرار داده شده در گلدان‌ها در فواصل زمانی (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) از گلدان‌ها خارج و جهت انجام تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. در نمونه‌های برداشت شده در هر دوره زمانی، ابتدا خاک روی کیف‌ها تمیز و سپس نمونه‌ها در داخل دستگاه آون در دمای ۶۰ - ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین شدند. پس از بدست آوردن وزن بقایای گیاهی باقیمانده در هر کیف نمونه‌هایی از آن جهت تجزیه‌های بعدی آسیاب شدند (Austin and vivanco, ۲۰۰۶).

جدول ۱- برخی از ویژگیهای فیزیکی - شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

واکنش خاک	کربن آلی	نیتروژن کل	بافت خاک	رس	سیلت	شن
	درصد			درصد		
۸۸/۷	۱۸/۱	۱/۰	لوم رسی	۴۶	۳۰	۲۴

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های شیمیایی بقایای گیاهی مورد استفاده در آزمایش

نوع بقایای گیاهی	کربن آلی	نیتروژن کل	C/N
	درصد		
کاج	۹۷/۴۵	۵۴/۱	۸۵/۲۹
دارتالاب	۹۵/۴۲	۳۷/۱	۳۵/۳۱
بلوط	۵۹/۳۷	۷۲/۱	۸۵/۲۱
سپیدار	۱۵/۳۹	۱/۲	۶۴/۱۸

در نمونه‌های گیاهی باقیمانده در کیف‌های کلش درصد کربن آلی اندازه‌گیری و سپس میزان هدررفت کربن از کیف‌های کلش محاسبه گردید. کربن آلی به روش خاکستر کردن نمونه در دمای ۴۵۰ درجه به مدت ۵ ساعت (Murungu et al., ۲۰۱۰) و میزان هدررفت کربن از کسر میزان کربن باقیمانده در هر بازه زمانی از میزان کربن باقیمانده در بازه زمانی قبل محاسبه گردید. داده های جمع آوری شده در آزمایش با نرم افزار SAS تجزیه و جداول تجزیه واریانس تشکیل گردید و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث
تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بقایا بر هدر رفت کربن آلی
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بازه‌های زمانی خوابانیدن تأثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان هدر رفت کربن آلی بقایای گیاهی جنگلی داشت. (جدول ۳)

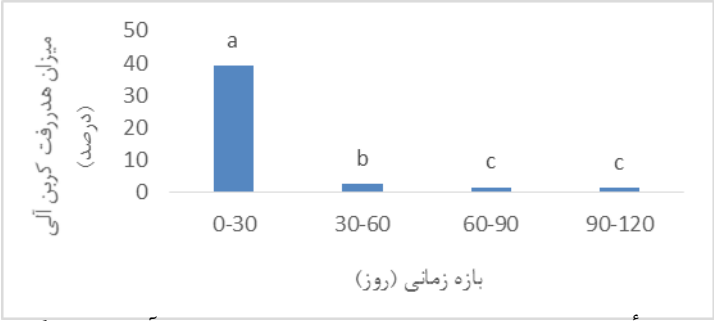
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن، سطوح ازت خاک و نوع بقایا بر میزان کربن هدررفت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		هدررفت کربن (درصد)
بازه‌های زمانی خوابانیدن	۳	۳۱۷/ ۶۱۳۴۱**
سطح ازت خاک	۳	۰۰۲۵۷/۲۹**

نوع بقایا	۳	۲۷۳۸۱/۶۴۴۹**
بازه‌های زمانی خوابانیدن × سطح ازت	۹	۵۴۴۹۴/۵ ns
بازه‌های زمانی خوابانیدن × نوع بقایا	۹	۸۵۳۹۵/۲۲**
سطح ازت خاک × نوع بقایا	۹	۲۳۵۲۲/۲۴**
بازه‌های زمانی خوابانیدن × سطح ازت خاک × نوع بقایا	۲۷	۷۵۸۳۷/۳ns
خطا	۹۶	۰۱۰۱۲/۴
ضریب تغییرات (%cv)		۷۷/۴

**** و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال پنج درصد و غیر معنی داری می باشد.**

بیشترین مقدار هدررفت کربن آلی در یک ماهه اول خوابانیدن اتفاق افتاد که میزان آن از ۸۷/۵۰ درصد برای بقایای سپیدار تا ۲۷/۲۴ درصد برای بقایای بلوط متغیر بود و مقدار هدررفت کربن در بازه‌های زمانی بعدی کم و ناچیز و در محدوده ۵۶/۰ تا ۰۰/۵ درصد بود. (شکل ۱)

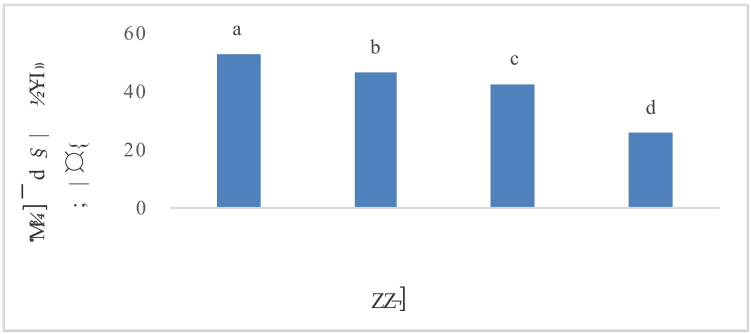


شکل ۱- تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر هدررفت کربن آلی بقایای گیاهی

با گذشت زمان مقدار هدررفت کربن آلی افزایش یافت بطوریکه چهار ماه پس از خوابانیدن بقایا، بترتیب ۷۹/۵۴، ۳۹/۵۱، ۷۹/۴۵ و ۶۳/۲۷ درصد از کربن آلی بقایای گیاهی سپیدار، کاج، دارتالاب و بلوط تلف گردید. براساس گزارشات فیشر و بینکلی (۲۰۰۰)، سرعت تجزیه مواد آلی به شرایط آب و هوایی (مقدار بارندگی و درجه حرارت محیط) که فعالیت میکروبی را کنترل می‌کند و به کیفیت بقایای گونه‌های درختی یک منطقه مرتبط است و ترکیبات ناپایدار عموما با سرعت بیشتری نسبت به ترکیبات مقاوم تجزیه می‌شوند.

اثر کیفیت بقایای گیاهی بر هدررفت کربن

نتایج نشان داد که مواد سهل التجزیه بقایای گیاهی جنگلی عمدتا در یک ماهه اول خوابانیدن تجزیه شده و مواد مقاوم به تجزیه به کندی در ماههای بعدی خوابانیدن تجزیه می‌شوند. نتایج همچنین نشان داد که درصد مواد سهل التجزیه در بقایای گیاهی سپیدار و کاج در مقایسه با بقایای گیاهی بلوط دو برابر بود. (شکل ۲) مطالعات نشان داده است که میزان نیتروژن بقایا (Frankenberger and Abdelmagid, ۱۹۸۵)، لیگنین (Muller etal., ۱۹۸۸)، پلی فنول‌ها (Constantinides and Fownes, ۱۹۹۴) و غلظت کربن محلول (Reinertsen et al., ۱۹۸۴; Oglesby and Fownes, ۱۹۹۲)، شاخص‌های مفیدی برای تعیین سرعت تجزیه بقایا هستند. سرعت تجزیه بالای بقایای سپیدار و کاج در مقایسه با بقایای بلوط را می‌توان به میزان لیگنین کمتر این بقایا نسبت داد چون سپیدار و کاج از جمله گیاهان نرم چوب و بلوط جزء گیاهان سخت چوب بحساب می‌آیند.



شکل۲- تأثیر نوع بقایا بر میزان هدررفت کربن آلی

تاثیر سطوح ازت بر هدررفت کربن

نتایج نشان داد بیشترین مقدار هدررفت کربن آلی در سطح ازت ۴۰ و کمترین مقدار آن در سطح ازت ۱۰ به ترتیب با مقادیر ۸۵/۴۲ و ۹۷/۴۰ درصد بدست آمد. (شکل ۳) و تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سطوح ازت مصرفی وجود نداشت. طبق اظهارات کنر و همکاران (۲۰۰۵)، تأثیر افزودن نیتروژن به مقدار سطوح ازت بستگی دارد.



شکل ۳- تأثیر سطوح ازت بر میزان هدررفت کربن آلی

نتیجه گیری کلی

بیشترین مقدار هدررفت کربن آلی بقایای گیاهی در ماه اول خوابانیدن اندازه گیری گردید و مقدار هدررفت در ماههای بعدی ناچیز بود. بیشترین مقدار هدررفت کربن از بقایای گیاه سپیدار و کمترین مقدار هدررفت کربن از بقایای گیاه بلوط بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که بقایای گیاهی کاج و دارتالاب تفاوت قابل ملاحظه‌ای از لحاظ مقدار هدررفت کربن نسبت به بقایای گیاه سپیدار نداشتند ولی مقدار هدررفت کربن بقایای گیاهی بلوط در مقایسه با سپیدار به‌طور چشمگیری کمتر بود.

منابع

خسروشاهی، م. ۱۳۷۷. کتاب هشدار (منابع طبیعی بستر حیات است ، در حفظ آن بکوشیم)، انتشارات سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور.

Austin A. T. and Vivanco , L. ۲۰۰۶. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. Nature. ۴۴۲: ۵۵۵- ۵۵۸.

Berg B., Davey, M., DeMarco, A., Emmett, B., Faituri, M., Hobbie, S., Johansson, M. B., Liu, C., McClaugherty, C., Norell, L., Rutigliano, F., Vesterdal, L. and Virzo De Santo, A. ۲۰۱۰. Factors influencing limit values for pine needle litter decomposition: a synthesis for boreal and temperate pine forest systems. Biogeochemistry. ۱۰۰: ۵۷-۷۳.

Boldock j.a. ۲۰۰۷. Composition and cycling of organic soil carbon in soil, In Marchner, p. and Rengel, z. (eds). Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems. Springer - Verlag, BerlinHeidelberg. ۱-۳۹۶.

Constantinides M. and Fownes, J. H. ۱۹۹۴. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants Relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. Soil Biology and Biochemistry. ۲۶: ۴۹-۵۵.

Changchun S. Deyan., L. Guisheng., Y. Yanyu, S. and Rong, M. ۲۰۱۱. Effect of nitrogen addition on decomposition of calamagrostis angustifolia litters from freshwater marshes of northeast china.Journal of Ecological Engineering ۳۷:۱۵۷۸ - ۱۵۸۲.

Frankenberger W. T. and H. M. Abdelmagid. ۱۹۸۵. Kinetic parameters of nitrogen mineralization rates of leguminous crop incorporated into soil. Plant and Soil. ۸۷: ۲۵۷-۲۷۱.

Fisher R. F., Binkley, D. ۲۰۰۰.Ecology and Management of Forest soils. (Third edition). John Wiley and Sons. INC.۴۸۹ pp.

FAO ۲۰۱۰. Global Forest Resourse Assessment FAO, Rome.

Geng Y. B., Dong,Y. S. and Meng, W. Q. ۲۰۰۰. Progresses of terrestrial carbon cycle studies. Advance in Earth Science. ۱۹: ۲۹۷-۳۰۶.

Knorr M. Frey, S. D. and Curtis, P. S. ۲۰۰۵. Nitrogen addition and litter decomposition a meta-analysis. Ecology ۸۶: ۳۲۵۲ - ۳۲۵۷.

Lorenz R. D.and Radebaugh, J. ۲۰۰۹. Global pattern of titan's dunes: radar survey from the cassini prime mission. Geophysical Research Letters, ۳۶(۳).

Lal R. ۲۰۰۷.Soil Science and the Carbon Cavitations. Soil Science Society of American Journal, ۷۱: ۱۴۲۵ - ۱۴۳۷

Muller M. M., Sundman, V., Soininvaara, O. and Merilainen A. ۱۹۸۸. Effects of chemical composition on the release of N from agricultural plant material decomposing in soil under field conditions. Biology and Fertility of Soils. ۶: ۷۸-۸۳.

Murungu F. S. Chiduza., C. Muchaonyerwa. P. and Mnkeni .P. N. S. ۲۰۱۰.Decomposition, nitrogen and phosphorus mineralization from winter-grown cover crop residues and suitability for a small holder farming system in south Africa. Nutr Cycl Agroecosyst. ۸۹: ۱۱۵-۱۲۳.

Oglesby K. A. and Fownes, J. H. ۱۹۹۲. Effects of chemical composition on N mineralization from green manures of seven tropical species. Plant and Soil. ۱۴۳: ۱۲۷-۱۳۲.

Reinertsen S. A., Elliott, L. F., Cochran, V. L. and Campbell, G. S. ۱۹۸۴. Role of available carbon and nitrogen in determining the rate of wheat straw decomposition. Soil Biology and Biochemistry. ۱۶: ۴۵۹-۴۶۴.

Sun R., Chen, J. M. and Zhou, Y. Y. ۲۰۰۴. Spatial distribution of net primary productivity and evapotranspiration in changbaishan natural reserve. China, using landsat ETM data. Canadian Journal of Remote Sensing. ۳۰: ۷۳۱-۷۴۲.

Woodbury B. ۲۰۰۷. Carbon sequestration in the U.S. forest sector from ۱۹۹۰ to ۲۰۱۰. Forest Ecology and Management. ۲۴۱(۱-۳): ۱۴-۲۷.

Abstract

Forest ecosystems are very important land uses for storage of carbon in soils and removing carbon dioxide from atmosphere. Plant residues which decompose slowly have a longer residence time and help to carbon storage in soils. The aims of this research were to study the effects of plant residue type and nitrogen application on organic carbon mineralization. For this purpose, a split - split plot experiment with three replications performed using litter bag method. The factors examined were types of plant residue (oak, bald cypress, white poplar and pine), levels of applied nitrogen (۰, ۱۰, ۲۰ and ۴۰ mg/kg N soil) and incubation time intervals (۱, ۲, ۳ and ۴ months) which were located in sub - sub, sub - and main plots respectively. According to results the greatest and the least amounts of carbon loss were measured for the first and the last month of incubation respectively. The amount of carbon lost during incubation was highest for white poplar residue and lowest for oak residue indicating that oak residue can help to carbon storage in soils. Application of nitrogen had no significant effect on organic carbon mineralization.

اثر کاربرد اسید هومیک بر فراهمی فسفر در طی زمان در خاک

حسن محمودی [۱]،علیرضا آستارایی [۲]، امیر فتوت [۲]، حجت امامی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی

چکیده
استفاده مستمر از کودهای فسفری می تواند بر تغذیه گیاه و آلودگی محیط زیست تاثیرگذار باشد. از این رو هدف از این مطالعه تاثیر اسید هومیک بر فراهمی فسفر کودهای فسفری در طی زمان بود، بنابراین با توجه به اهمیت روزافزون این عنصر، پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با تیمار سوپر فسفات تریپل در دو سطح (صفر و ۳۰ کیلو گرم بر هکتار) و اسید هومیک در دو سطح (صفر و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم) با ۸ تکرار در دو فاصله زمانی ۷ و ۲۸ روز در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد اسید هومیک می تواند باعث افزایش فراهمی فسفر شود.

کلمات کلیدی: فراهمی فسفر، اسید هیومیک، سوپر فسفات تریپل، فواصل زمانی

مقدمه
عملکرد گیاهان در خاك هایی که سطوح فسفر قابل دسترس آن کم باشد، فاکتور محدودکننده ای برای تولید بشمار می آید (ویولانت و گیانفرد، ۱۹۹۳). فسفر به خاطر شیمی پیچیده‌اش هم در خاك های آهکی و قلیایی (به خاطر Ca^{+2}) و هم در خاك های اسیدی (به خاطر Al^{+3} و Fe^{+3}) مشکل جذب داشته و کمتر از ۲۰ درصد کود فسفر مصرفی جذب گیاه شده و بقیه در خاك انباشته و تثبیت مي‌شود (گروتز و گوئرینوت، ۲۰۰۲). قابل دسترس بودن فسفر در کوتاه مدت در کودهای کشاورزی و دیگر اصلاح کننده های خاك از قبیل کودهای معدنی و کودهای حیوانی به شدت تحت تاثیر پروسه‌های بیوشیمیایی بوده، در حالی که در بلند مدت عموما تحت تاثیر تبدیل ژئوشیمیایی قرار مي‌گیرد (واندروسکا، ۲۰۰۶). اسیدهای آلی مثل اسید هومیك جزء مواد هوموسی هستند که منشا طبیعی داشته و در نتیجه فرآیندهای زیستی به وجود آمده، در نقل و انتقالات و فراهمی عناصر به ویژه فسفر بسیار مهم می باشد استفاده از مخلوط اسید هومیك و اسید فولویك به عنوان اصلاح کننده های خاك کارایی مصرف کود فسفر را بهبود مي‌بخشد (دلگادو و همکاران، ۲۰۰۲) به طوری که مولکول‌های اسید آلی مثل اسید هومیك با تغییر بار سطحی سطوح خاك و با توجه به برخی تاثیرات فضایی این مولکول ها که دارای ساختار فضایی گسترده ای هستند سبب مسدود شدن مکان های سطحی و کاهش تثبیت فسفر مي‌گردند (سیمئونی و همکاران، ۲۰۰۳).

مواد و روش ها
این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی به صورت فاکتوریل شامل تیمار فسفر در دو سطح (صفر و ۳۰ کیلوگرم بر هکتار) با استفاده از کودسوپر فسفات تریپل و اسید هومیک در دو سطح (صفر و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) و در دو زمان ۷ و ۲۸ روزه با ۸ تکرار در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. خاک مورد نظر از زمین های پردیس دانشگاه فردوسی مشهد تهیه و پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. خاک ها را در ظروف پلی اتیلن با حجم ۰۲/۶۴۱ سانتی متر مکعب (ستون خاک) اضافه کرده و پس از اعمال تیمار های کود فسفر و اسید هومیک، رطوبت ستون های خاک را به حد ظرفیت زراعی رسانده و برای جلوگیری از تبخیر سطحی ستون ها، سطح بالایی ستونها توسط پلاستیک پوشانده شده و جهت تهویه منافذی در آنها ایجاد، و ستون ها در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۷ و ۲۸ روز نگهداری شدند. سپس مقادیر فسفر با کربنات کلسیم ۵/۰مولار اندازه گیری شدند. برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک

	بافت	فسفر قابل دسترس (mg/kg)	نیتروژن کل(%)	PH (گل اشباع)	*CCE (%)	*OC (%)	EC (dS/m)	CEC (meq/۱۰۰g)
خاک	لومی	۵۶/۱۶	۱/۰	۲۳/۷	۳۴/۷	۶۸/۰	۵/۲	۳۸/۱۲

کربن آلی :*OC ،کربنات کلسیم معادل :*CCE

نتایج و بحث

بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که در خاک مورد نظر افزایش اسید هومیک می تواند در مدت زمان کوتاه (۷روز) تاثیر معنی داری بر افزایش فراهمی فسفر در خاک داشته باشد (جدول ۲) دلگادو و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که اصلاح کننده های آلی مرکب از ترکیب اسیدهای هومیك و فولویك بازیافت فسفر را افزایش می‌دهد. هوا و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که مواد هومیکی در واکنش با فسفر خاك ممکن است فسفر تثبیت شده را بازیافت کرده و فسفر قابل استفاده گیاه را افزایش دهد.

جدول ۲- اثر تیمارهای فسفر و اسید هومیک و اثر متقابل آنها بر فسفر قابل استفاده در ۷ روز

اسید هومیک (mg/kg)	مقادیر فسفر (kg/ha)		میانگین
	صفر	۳۰	
صفر	۵۷/۱۷b	۷۹/۳۳a	۶۸/۲۵A
۱۰۰	۲۸/۳۰a	۴۰/۳۷a	۸۴/۳۳A
میانگین	۹۲/۲۳B	۵۹/۳۵A	

اما مصرف اسید هومیک در مدت زمان ۲۸روز آزمایش (جدول ۳) تفاوت معنی داری را نسبت به خاک شاهد نشان نداد که بیانگر کاهش تاثیر اسید هومیک در طی زمان ۲۸ روز است که مشابه نتایج ژن یو و همکاران (۲۰۱۳) است ، آنها نیزبیان کردن که تاثیر اسید هومیک در طی زمان کاهش می یابد. استفاده سوپر فسفات تریپل در طی زمان ۷ و ۲۸ روز همراه با اسید هومیک و بدون اسید هومیک تفاوت معنی داری با خاک شاهد داشتند که احتمالا به مصرف سوپرفسفات نسبت داده می شود. تاثیر اثر زمان بر میزان فسفر قابل دسترس در جدول ۴ گزارش شده است.

جدول ۳- اثر تیمارهای فسفر و اسید هومیک و اثر متقابل آنها بر فسفر قابل استفاده در ۲۸ روز

اسید هومیک (mg/kg)	مقادیر فسفر (kg/ha)		میانگین
	صفر	۳۰	
صفر	۵۷/۱۷b	۱۹/۳۳a	۳۸/۲۵A
۱۰۰	۷۹/۲۲b	۶۹/۳۳a	A ۲۴/۲۸
میانگین	۱۸/۲۰B	۴۴/۳۳A	

جدول۴- مقایسه مقادیرتیمارهای فسفر واسید هومیک در فاصله زمانی ۷ روز و ۲۸ روز

اسید هومیک (mg/kg)	مقادیر فسفر (kg/ha)	مدت زمان آزمایش (روز)	
		۷	۲۸
صفر	صفر	۵۷/۱۷	۵۷/۱۷
	۳۰	۷۹/۳۳	۱۹/۳۳
۱۰۰	صفر	۲۸/۳۰	۷۹/۲۲
	۳۰	۴/۳۷	۶۹/۳۳
میانگین		۷۶/۲۹A	۸۱/۲۶A

از آنجایی که در دهه‌های گذشته خاک های زراعی ایران مقادیر زیادی کودهای فسفاته دریافت کرده اند و این امر به تجمع فسفر بیشتر در این خاك ها منجر شده است (ملکوتی، ۱۳۷۸). بنابراین به خاطر جذب سطحی و رسوب فسفر مصرفی، فقط بخش کوچکی از کود فسفر قابل دسترس گیاه قرار گرفته است (ژن- یو و همکاران، ۲۰۱۳). از اینرو با توجه به تاثیر اسید هومیک در بازیافت فسفر تثبیت شده می توان استفاده از اسیدهای آلی مثل اسید هومیک را جهت افزایش فراهمی فسفر باقی مانده و کاهش مصرف کودهای فسفری توصیه نمود.

منابع

ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. چاپ دوم، انتشارات آموزش کشاورزی، سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

Delgado, A., Madrid, A., Kassem, S., Andreu, L., Campillo, M. C. ۲۰۰۲. Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. Plant and Soil. ۲۴۵, ۲۷۷-۲۸۶.

Grotz, N., Guerinot, M. L. ۲۰۰۲. Limiting nutrients: An old problem with new solutions. Guerinot. Plant Biology. ۵, ۱۵۸- ۱۶۳.

Hua, Q. X., Li, J. Y., Zhou, J. M., Wang, H. Y., Du, C. W., Chen, X. Q. ۲۰۰۸. Enhancement of phosphorus solubility by humic substances in ferrosols. Pedosphere. ۱۸, ۵۳۳- ۵۳۸.

Simeoni, M. A., Batts, B. D., McRae, C., ۲۰۰۳. Effect of groundwater fulvic acid on the adsorption of Arsenate by ferrihydrite and gibbsite. Apple. Geochem. ۱۵۰۷-۱۵۱۵.

Violante, A,Gianfreda, L.۱۹۹۳. Competition in Adsorption between Phosphate and Oxalate on an Aluminum Hydroxide Montmorillonite. Soil Science Society of America. ۵۷, ۱۲۳۵- ۱۲۴۱.

Wandruszka, R. V. ۲۰۰۶.Phosphorus retention in calcareous soils and the effect of organic matter on its mobility. Geochemical Transactions. ۷: ۶.

Zhen-Yu, D., Qing-Hua, W., Fang-Chun, L., Hai-Lin, M., Bing-Yao, M., MALHI, S. S. ۲۰۱۳. Movement of phosphorus in a calcareous soil as affected by Humic Acid. Pedosphere. ۲۳, ۲۲۹-۲۳۵.

Abstract

Continuous use of phosphorus fertilizers can affect plant nutrition and environmental pollution. The purpose of this study was the effect of humic acid amounts on phosphorus fertilizers in different time intervals. This study was performed in a completely randomized design (factorial) with eight replications. Treatments were two levels of phosphorus (zero and ۳۰ kg. ha$^{-۱}$) by using superphosphate salt and two levels of humic acid (zero and ۱۰۰ mg. kg$^{-۱}$) at two time intervals of ۷ and ۲۸ days under laboratory conditions. The results showed that the use of humic acid can increase the availability of phosphorus.

بررسی اثرات نانو ذرات مغناطیس Fe_2O_3بر تحمل به شوری گیاه کنجد (رقم جیرفت ۱۳ gl) در مرحله جوانه زنی

اسماعیل جهانی [۱]، ناصر برومند [۲]، صالح سنجری [۳]، آتنا نعیمی [۴]
- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت ۳- مربی گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت ۴- استادیار گروه شیمی دانشکده علوم پایه دانشگاه جیرفت

چکیده
به منظور بررسی اثرات نانو ذرات مغناطیس بر تحمل به شوری بر صفات مورفولوژیك گیاه کنجد، آزمایش در مرحله جوانه‌زنی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی و با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول سطوح نانو ذرات مغناطیس (۰، ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و فاکتور دوم سطوح شوری (صفر(شاهد)، ۴/۲، ۸/۴، ۲/۷، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) در نظر گرفته شد. سطوح شوری با استفاده از نمک NaCl تهیه گردید. نتایج نشان داد که اثر مستقیم نانو ذرات بر میانگین زمان جوانه‌زنی و اثر متقابل نانو ذرات مغناطیس بر همه صفات جوانه‌زنی گیاه کنجد معنی‌دار شد. تیمار ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذرات مغناطیس در سطوح مختلف شوری بر شاخص میانگین زمان جوانه‌زنی بذر اثر معنی‌داری داشت.

واژه های کلیدی: **کنجدرقم جیرفت (۱۳ gl)، شوری، جوانه‌زنی، نانوذرات مغناطیس**

مقدمه
کنجد با نام علمی Sesamum indicum از خانواده پیچ اناری (Pedaliaceae)، از دانه‌های روغنی مناطق گرم و نیمه‌گرم است. این گیاه دارای ارقام محلی زیادی است و در اغلب کشورها به صورت سنتی کشت و کار می‌شود (Grichar and et al., ۲۰۰۱). دانه‌های این گیاه حاوی ۵۰ درصد روغن و ۲۰ درصد پروتئین می‌باشند. از این گیاه علاوه بر مصارف شیرینی‌پزی در تهیه روغن برای طبخ غذا استفاده می‌شود. کنجد گیاهی مقاوم به خشکی است و به آب و هوای گرم و خشك سازگاری خوبی دارد. این گیاه دارای خواص درمانی متعددی است. از این گیاه جهت رفع قولنج، رفع گرفتگی صدا، کاهش فشار خون بالا، رفع ناراحتی‌های کبد سه صفرا و نرم‌کننده معده و روده استفاده می‌شود (دادخواه، ۱۳۸۹).
شوری یکی از مهمترین فاکتورهای محیطی است که تاثیر زیادی بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌گذارد. شوری روی جذب بذر، جوانه‌زنی و رشد ریشه تاثیر می‌گذارد. مهمترین روش تکثیر گیاهان از طریق بذر است و بذر حاوی ماده ژنتیکی گیاهان است. جوانه‌زنی اولین مرحله رشد گیاه است و جوانه‌زنی بذر برای رشد خیلی حیاتی است (خان و گلزار، ۲۰۰۳). حدود یک سوم زمین‌های کشاورزی دنیا تحت تاثیر شوری می‌باشند (Kaya et al., ۲۰۰۲). Li and et al., (۲۰۱۳) در بررسی اثرات فیزیولوژیک نانو ذرات مغناطیس بر روی گیاه هندوانه اعلام کردند که تفاوت معنی‌داری در بین فعالیت ریشه، فعالیت کاتالاز (CAT)، پراکسیداز (POD) و سوپراکسید دسموتاز (SOD)، کلروفیل و مالون دی آلدئید (MDA)، فعالیت آهن ردوکتاز و محتوای آهن آپوپلاست ریشه، بین تیمارها با غلظت مختلف شوری و شاهد وجود دارد. آنان بیان کردند که غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر از نانو ذرات مغناطیس آهن Fe2O3 علاوه بر این که باعث افزایش جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه هندوانه می‌شود، بلکه در نهایت باعث بهبود عملکرد فیزیولوژیکی و مقاومت به تنش‌های محیطی در این گیاه می‌شود.
هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر نانو ذرات مغناطیس و شوری بر صفات جوانه‌زنی گیاه کنجد می‌باشد.

مواد و روش‌ها
این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط آزمایشگاه انجام پذیرفت. فاکتور اول سطوح شوری (صفر، ۴/۲، ۸/۴، ۲/۷، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر)، و فاکتور دوم سطوح نانو ذرات مغناطیس (۰، ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰میلی‌گرم بر لیتر)، بود. بذرهای کنجد با قوه نامیه ۱۰۰ درصد از مرکز تحقیقات جیرفت و کهنوج تهیه گردید، محل اجری این آزمایش در آزمایشگاه باغبانی دانشگاه جیرفت بود. ابتدا به مدت ۲۰ دقیقه بذرها با قارچ‌کش ویتاواکس با غلظت دو در هزار ضد عفونی شدند و سپس به مدت سه ساعت بذرهای کنجد در ظروف حاوی تیمارهای مختلف نانو ذرات مغناطیس خیسانده شدند. چون نانو ذرات مغناطیس ته‌نشین می‌شوند به مدت ۴۰ دقیقه شیک شدند. در هر پتری دیش ۲۰ عدد بذر کنجد (هر کدام از تیمارهای نانو ذرات مغناطیس) با سه تکرار گذاشته شد و بعد از آن تیمارهای شوری اعمال شدند ، تیمارها در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه و رطوبت نسبی ۵۰ درصد و دور روشنایی ۱۶ ساعت در روز قرار داده شدند. نتایج جوانه‌زنی به مدت ۱۰ روز در جدول مربوطه نوشته شد. درصد جوانه‌زنی (GP) و سرعت جوانه‌زنی (GR) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد.

۱) درصد جوانه‌زنی= ((S/T × ۱۰۰)، سرعت جوانه‌زنی (GR)=(Ni.Di)
S: تعداد بذرهای جوانه‌زده، T: کل بذرها، Ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز، Di: تعداد روزهای گذشته از زمان کاشت بذر.
متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی(MTG): متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد از رابطه زیر محاسبه گردید (Ellis and Robert, ۱۹۸۱):
۲)

$$MTG = \frac{\Sigma\ ND}{\Sigma\ N}$$

که در این رابطه: n، تعداد بذور جوانه‌زده در طی d روز، d، تعداد روزها از ابتدا جوانه‌زنی و N ، مجموع کل تعداد بذور جوانه‌زده می‌باشد.
متوسط جوانه‌زنی روزانه (MDG): متوسط جوانه‌زنی روزانه که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه می‌باشد، از رابطه زیر محاسبه گردید (Scott et al., ۱۹۸۴):

$$MDG = \frac{FGP}{d}$$

در این رابطه FGP درصد جوانه‌زنی نهایی (قوه نامیه) و d تعداد روز تا رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی نهایی (طول دورة آزمایش) می‌باشد.
سرعت جوانه‌زنی روزانه (DGS): این شاخص، عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه و با فرمول زیر محاسبه گردید (Huntr et al., ۱۹۸۴):
۳)

$$DGS = \frac{1}{MDG}$$

نتایج و بحث

مجموعاً اثرات نانو ذرات مغناطیس بر خصوصیات کنجد را می‌توان به دو دسته، اثر مستقیم و اثر متقابل تقسیم کرد. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر مستقیم نانو ذرات در سطح پنج درصد فقط بر میانگین زمان جوانه‌زنی معنی‌دار شد در حالی که اثرات متقابل نانو در شوری‌های مختلف بر تمام صفات اندازه گیری شده، معنی‌دار شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر مستقیم نانو ذرات مغناطیس(جدول ۲)، تیمار شاهد دارای میانگین زمان جوانه‌زنی بیشتری نسبت به دیگر تیمارها شد. به عبارت دیگر نانو ذرات در تمام سطوح باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی گیاه کنجد شدند. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نانوذرات مغناطیس در شوری های مختلف (جدول ۳) نشان داد که در شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر،تیمارهای دارای نانو ذرات مغناطیس میانگین‌های آماری بالاتری نسبت به شاهد دارند. کمترین میزان جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر،مربوط به شاهد و بیشترین میزان جوانه‌زنی مربوط به تیمار نانو ذرات ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر شد. همچنین برای سرعت جوانه‌زنی اثرات متقابل نانو در شوری‌های مختلف معنی‌دار شد به طوری که در سطح پنج درصد میانگین‌ها در چهار گروه‌های آماری مختلف قرار کرفتند، در تیمار نانو ذرات مغناطیس ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در سطوح مختلف شوری از لحاظ سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند. به عبارت دیگر، در شرایط تنش شوری نانو ذرات مغناطیس باعث بهبود سرعت جوانه‌زنی شدند،از لحاظ میانگین زمان جوانه‌زنی بین شاهد و سطوح نانو ذرات تفاوت معنی‌دار است.همچنین شاهد بدون نانو ذرات دارای میانگین آماری بالاتری، یعنی سرعت جوانه‌زنی کمتر نسبت به تیمارهای دارای نانوذرات مغناطیس شد. میانگین زمان جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی روزانه در شاهد نسبت به تیمارهای دارای نانوذرات مغناطیس اختلاف معنی‌داری داشت، به این معنی که تیمارهای دارای نانو ذرات مغناطیس نسبت به شاهد سرعت و میانگین زمان جوانه‌زنی روزانه کمتری داشتند. در پایان تیمار ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذرات مغناطیس در سطوح مختلف شوری بر شاخص درصد و میانگین زمان جوانه‌زنی بذر اثر معنی‌داری داشت و باعث افزایش مقاومت به شوری شد.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر نانو ذرات مغناطیس و شوری بر صفات اندازه گیری شده گیاه کنجد

منابع تغیر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	متوسط جوانه زنی روزانه	سرعت جوانه‌زنی روزانه
نانو	۳	۰/۳۸^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۰۰**	۰/۳۸^{ns}	۰/۳۸^{ns}
شوری	۵	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۰**	۰/۰۰**	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۵^{ns}
نانو*شوری	۱۵	۰/۰۰۴**	۰/۰۱**	۰/۰۰**	۰/۰۰**	۰/۰۰**
نانو	۳	۰/۳۸^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۰۰**	۰/۳۸^{ns}	۰/۳۸^{ns}

توضیحات: ns (معنی‌دار نیست، * معنی‌دار در سطح پنج درصد ** معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد)

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین اثرات نانو ذرات مغناطیس بر صفات اندازه گیری شده گیاه کنجد

جدول ۳. نتایج

سطوح نانو ذرات مغناطیس	درصدجوانه زنی کنجد	سرعت جوانه‌زنی کنجد	میانگین زمان جوانه‌زنی	متوسط جوانه‌زنی روزانه	سرعت جوانه‌زنی روزانه
۰	۷۲۷۸۳۳/۳A	۶۲/۰۴A	-۰/۱۶A	۷۲۷/۸۳A	-۷۲۷/۸۳A
۳۰	۷۵۶۳۲۶/۴A	۶۸/۸A	-۰/۱۹B	۷۵۶/۳۳A	-۷۵۶/۳۳A
۶۰	۷۹۸۱۳۸/۹A	۷۳/۲۲A	-۰/۲B	۷۹۸/۱۴A	-۷۹۸/۱۴A
۱۰۰	۸۵۹۴۷۲/۲A	۷۷/۰۵A	-۰/۲B	۸۵۹/۴۷A	-۸۵۹/۴۷A

توضیحات: میانگین های دارای حروف مشابه با هم تفاوت معنی‌داری ندارند. در ضمن منفی بودن و بزرگی و کوچکی اعداد به دلیل نرمال شدن آن ها است و اهمیت چندانی ندارد برای مقایسات فقط حروف انگلیسی مهم اند. (روش دانکن در سطح ۵ درصد)

مقایسه میانگین اثرات متقابل نانو ذرات مغناطیس در شوری های مختلف بر صفات اندازه گیری شده گیاه کنجد

سطوح نانو (میلی گرم بر لیتر)	سطوح شوری (دسی زیمنس بر متر)	درصد جوانه‌زنی کنجد	سرعت جوانه‌زنی کنجد	میانگین زمان جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی روزانه	سرعت جوانه‌زنی روزانه
۰	۰	۱۰۰۰۰۰۰ A	۹۳/۵A	-۰/۲EFI	۱۰۰۰ A	-۱۰۰۰ B
	۲/۴	۵۴۵۹۵۸/۳A	۵۶/۴۹ABCD	-۰/۲DEFI	۵۴۶A	-۵۴۶B
	۴/۸	۹۵۲۴۵۸/۳A	۹۰/۳۲AB	-۰/۲EFI	۹۵۲/۵A	-۹۵۲/۵B
	۷/۲	۹۵۲۴۵۸/۳A	۸۰/۴۳ABC	-۰/۲CDEFI	۹۵۲/۵A	-۹۵۲/۵B
	۱۰	۹۰۹۶۶۶/۷A	۵۱/۳۱BCD	-۰/۱B	۹۰۹/۷A	-۹۰۹/۷B
	۱۵	۶۴۵۸/۳B	۰/۲۲D	۰ A	۶/۵B	-۶/۵A
۳۰	۰	۸۱۹۳۳۳/۳A	۷۷/۷۴ABCD	-۰/۲DEFI	۸۱۹/۳A	-۸۱۹/۳B
	۲/۴	۸۱۹۳۳۳/۳A	۸۲/۵۷ABC	-۰/۲EFI	۸۱۹/۳A	-۸۱۹/۳B
	۴/۸	۷۷۶۲۹۱/۷A	۷۳/۰۷ABCD	-۰/۲DEFI	۷۷۶/۳A	-۷۷۶/۳B
	۷/۲	۶۱۳۲۵۰A	۵۳/۷۲ABCD	-۰/۲BCDEF	۶۱۳/۳A	-۶۱۳/۳B
	۱۰	۸۲۳۸۳۳/۳A	۸۶/۳۵AB	-۰/۲EFI	۸۲۳/۸A	-۸۲۳/۸B
	۱۵	۶۸۵۹۱۶/۷A	۳۹/۳۵D	-۰/۱B	۶۸۵/۹A	-۶۸۵/۹B
۶۰	۰	۰	۸۶۲۱۲۵A	۸۴/۴۴ABC	-۰/۲EFI	۸۶۲/۱A
	۲/۴	۹۰۹۶۶۶/۷A	۹۳/۶۷A	-۰/۳I	۹۰۹/۷A	-۹۰۹/۷B
	۴/۸	۹۵۲۴۵۸/۳A	۹۵/۱A	-۰/۲FI	۹۵۲/۵A	-۹۵۲/۵B
	۷/۲	۶۴۰۴۵۸/۳A	۶۵/۳۵ABCD	-۰/۲EFI	۶۴۰/۵A	-۶۴۰/۵B
	۱۰	۵۶۲۰۰۰A	۴۳/۵۸CD	-۰/۱BC	۵۶۲A	-۵۶۲B
۱۵	۸۶۲۱۲۵A	۵۷/۲ABCD	-۰/۱BCD	۸۶۲/۱A	-۸۶۲/۱B	
۱۰۰	۰	۱۰۰۰۰۰۰A	۹۳/۰۱A	-۰/۲EFI	۱۰۰۰A	-۱۰۰۰B
	۲/۴	۹۰۹۶۶۶/۷A	۹۳/۶۷A	-۰/۳I	۹۰۹/۷A	-۹۰۹/۷B
	۴/۸	۸۱۴۵۸۳/۳A	۷۰/۹۱ABCD	-۰/۲CDEF	۸۱۴/۶A	-۸۱۴/۶B
	۷/۲	۷۰۸۳۳۳/۳A	۶۴/۳۷ABCD	-۰/۲EFI	۷۰۸/۳A	-۷۰۸/۳B
	۱۰	۷۷۱۷۹۱/۷A	۶۹/۹۵ABCD	-۰/۲CDEFI	۷۷۱/۸A	-۷۷۱/۸B
	۱۵	۹۵۲۴۵۸/۳A	۷۰/۴ABCD	-۰/۲BCDE	۹۵۲/۵A	-۹۵۲/۵B

توضیحات: میانگین های دارای حروف مشابه با هم تفاوت معنی‌داری ندارند. در ضمن منفی بودن و بزرگی و کوچکی اعداد به دلیل نرمال شدن ان ها است و اهمیت چندانی ندارد برای مقایسات فقط حروف انگلیسی مهم اند. (روش دانکن در سطح ۵ درصد)

نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج محققان دیگر از جمله، (Li and et al., ۲۰۱۳) همسویی دارد. (Li and et al., ۲۰۱۳) در بررسی اثرات فیزیولوزیک نانو ذرات مغناطیس بر روی گیاه هندوانه اعلام کردند که تفاوت معنی‌داری در، فعالیت ریشه، فعالیت کاتالاز (CAT)، پراکسیداز (POD) و سوپراکسید دسموتاز (SOD)، کلروفیل و مالون دی آلدئید (MDA)، فعالیت آهن ردوکتاز، محتوای آهن آپوپلاست ریشه، بین تیمار Fe_2O_3 در سطوح مختلف و شاهد وجود دارد. همچنین آنان اعلام کردند که سطح ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر از نانو ذرات مغناطیس آهن Fe_2O_3 علاوه بر این که باعث افزایش جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه هندوانه می‌شود، بلکه در نهایت باعث بهبود عملکرد فیزیولوژیکی و مقاومت به تنش‌های محیطی در این گیاه می‌شود. Haghighi and Pessarakli (۲۰۱۳) اثر کاربرد نانو سلیکون و سلیکون را در شرایط هیدروپونیک بر برخی از ویژگی‌های تبادل گازی در گیاه گوجه‌فرنگی تحت

تنش شوری مختلف را مورد بررسی قرار دادند. آنان بیان کردند بین سلیکون معمولی و نانو سلیکون تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. از طرفی استفاده از سیلیکون در بهبود تحمل به شوری گیاه گوجه فرنگی مفید است که با نتایج این آزمایش همسویی دارد.

منابع

دادخواه، ع. ۱۳۸۹. مطالعه اثرتنش شوری و نوع نمک بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چهار گیاه دارویی شنبلیله، کنجد، شاهدانه و زنیان. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۶، شماره ۳، صفحه‌های ۳۵۸ تا ۳۶۹.

Ellis R.H. and Roberts E.H. ۱۹۸۱. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci and Tech, ۹: ۳۷۷-۴۰۹

Grichar W.J., Sestak D.C., Brewer K.D. and Besler B.A. ۲۰۰۱. Seasam (Seamum indicum L.) tolerance and weed control with soil-applied herbicides. Crop Protection, ۲۰: ۳۸۹-۳۹۴.

Haghighi M. and Pessarakli M. ۲۰۱۳. Influence of silicon and nano-silicon on salinity tolerance of cherry tomatoes (Solanum lycopersicum L.) at early growth stage. sien sciencedirect, ۱۶۱:۱۱۱-۱۱۷.

Huntr E.A., Glasbey C.A. and Naylov R.E.L. ۱۹۸۴. The analysis of data from germination tests. Journal of Agricultural Science, Cambridge, ۱۰۲: ۲۰۷-۲۱۳.

Kaya C., Kirnak H., Higgs D. and Saltati K. ۲۰۰۲. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Scientia Horticulturae, ۲۶: ۸۰۷-۸۲۰.

Li J., Chang P.R., Huang J., Wang Y., Yuan H. and Ren H. ۲۰۱۳. Physiological effects of magnetic iron oxide nanoparticles towards watermelon. Nanosci Nanotechnol, ۱۳(۸): ۵۵۶۱-۵۵۶۷.

Scott S.J., Jones R.A. and Willams W.A. ۱۹۸۴. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, ۲۴: ۱۱۹۲-۱۱۹۹.

Abstract

The effects of iron oxid nanoparticles on the salinity tolerance on plant morphological characteristics of sesame seeds were investigated in the germination stage. All the steps were repeated for three times and a factorial experiment in a complete randomization design. The behavior of magnetic nanoparticles was considered with ۴ levels (۰, ۳۰, ۶۰ and ۱۰۰ mg per liter), and salinity with ۶ levels (zero (control), ۲.۴, ۴.۸, ۷.۲, ۱۰ and ۱۵ dS m). Salinity levels of NaCl salt were prepared. The results were shown very well that the effect of magnetic nanoparticles on all significant Germination of sesame plants treated with ۳۰ mg per liter. The magnetic nanoparticles in different levels of salinity on seed germination and the average index were shown a significant effect.

ارزیابی خطرپذیری ناشی از ورود کادمیم به بدن در اثر مصرف پسته در مقایسه با استانداردهای جهانی در باغات پسته رفسنجان

حکیمه هاشمی‌پور [۱]، حسین شیرانی [۲]، سید جواد حسینی‌فرد [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، ۲- دانشیار، گروه علوم خاک، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، ۳- استادیار، موسسه تحقیقات پسته کشور

چکیده
کادمیم یکی از سمی‌ترین عناصر سنگین برای موجودات زنده است که نقش زیستی ندارد. این فلز عمدتاً از طریق فرآیندهای صنعتی و کودهای فسفاته به محیط زیست راه می‌یابد. در این تحقیق ۷۰ نمونه خوشه از میوه درخت در اراضی پسته‌کاری شش منطقه از حومه‌ی رفسنجان تهیه شد. سپس غلظت کادمیم با استفاده از روش اکسیداسیون خشک اندازه‌گیری گردید. به‌منظور ارزیابی خطر کادمیم برای سلامتی انسان از طریق خوردن پسته در خاک‌های کشاورزی شهرستان رفسنجان از تابعی به نام نسبت خطر [۱۵۶](HQ) استفاده شود. نتایج نشان داد ارزیابی خطر ناشی از عنصر کادمیم با درنظر گرفتن مسیر ورود از طریق خوردن پسته، حاکی از آن است که خطر کل غیرسرطانی کادمیم کمتر از یک (حد بحرانی برای خطر) بود. این امر بدین معناست که مصرف این محصولات، سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید نمی‌کند.

واژههای کلیدی: کادمیم، ارزیابی خطر، نسبت خطر، اراضی پسته‌کاری، رفسنجان

مقدمه
فلز سنگین به فلزی گفته می‌شود که وزن مخصوص آن بیشتر از ۵/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد. فلزات سنگین پایدار، غیر قابل تجزیه و در غلظت بالا سمی می‌باشند(et al. Ijagbemi, ۲۰۰۹). در بین فلزات سنگین کادمیم به علت نیمه‌عمر طولانی در بدن انسان و حیوان و سمی بودن زیاد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. این عنصر در نارسایی کبد، ریه، استخوان، جریان خون، قلب و اندام‌های حیاتی مانند مغز و کلیه نقش دارد و بر هوش افراد نیز تأثیر سوء می‌گذارد(Gupt and Bhattacharyya, ۲۰۰۸).

فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و توسعه‌ی شهرنشینی، امکان انباشت فلزات سنگین در گیاهان زراعی و درنتیجه ورود آن‌ها به زنجیره‌ی غذایی انسان را افزایش داده است(et al. Jauslin, ۲۰۰۴). انباشتگی عناصر سمی، نه تنها رشد گیاهان را محدود می‌کند، بلکه کیفیت و امنیت غذایی آن‌ها را نیز متأثر می‌سازد. به‌علاوه، حتی ورود مقادیر کم این عناصر نیز در طولانی‌مدت، می‌تواند آثار زیان‌آوری را بر سلامت انسان داشته باشد (et al. Kirchner, ۲۰۰۶).

ارزیابی خطر، فرآیندی است که در طی آن، احتمال و بزرگی خسارت، هدررفت یا آسیب ناشی از یک خطر و تهدید بالقوه سلامتی تخمین زده می‌شود. مدیریت خطر [۱۵۷]، فرآیندی است که در آن نتایج ارزیابی خطر از جنبه‌های مختلف اقتصادی، سیاسی، قانونی و اخلاقی مورد توجه قرار می‌گیرد. تصمیم‌گیری‌های مدیریتی زیست محیطی براساس ارزیابی خطر و مدیریت خطر انجام می‌شوند. به‌طور کلی، ارزیابی خطر، فراهم کننده اصول علمی برای قانون گذاری‌های زیست محیطی می‌باشد. (et al., Pierzynski ۲۰۰۰) ارزیابی خطر فرآیند پیچیده‌ای است که دربرگیرنده بسیاری از تخصص‌ها و مهارت‌هاست و طی آن ناگزیر به استفاده از برخی فرضیات هستیم که همین امر منشأ ایجاد خطا در این فرآیند است. ارزیابی خطر ممکن است برای سلامت انسان، سلامت اکوسیستم یا ترکیبی از هر دو انجام شود. ارزیابی خطر معمولاً در مناطق مختلف دارای آلودگی و در مقیاس منطقه‌ای انجام می‌گیرد (et al. Pierzynski, ۲۰۰۰). در بررسی ارزیابی خطر برای سلامت انسان، خطرات ناشی از آلاینده‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند (USEPA, ۱۹۸۹):

الف- غیرسرطان‌زا [۱۵۸]
موادشیمیایی و عناصر سنگین ممکن است باعث ایجاد بیماری‌های غیرسرطانی در انسان شوند.

ب- سرطان‌زا [۱۵۹]

---

۱۵۶ Hazard Quotient
۱۵۷ risk management
۱۵۸ carcinogenic-non
۱۵۹ carcinogenic

هدف انجام این پژوهش، تعیین رابطه ارزیابی خطر کادمیم برای سلامتی انسان از طریق خوردن پسته در خاک‌های کشاورزی شهرستان رفسنجان به کمک تابعی به نام نسبت خطر (HQ)[۱۶۰] بود.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

برای انجام این تحقیق، شش منطقه واقع در شهرستان رفسنجان، شامل بخش‌های کشکوئیه، نوق، کبوترخان، داوران، حومه‌ی غربی و حومه‌ی شرقی انتخاب شدند. این مناطق بین طول‌های جغرافیایی ''۳۸ '۲۳ °۳۰ تا ''۳۷ '۲۷ °۳۰ قراردارند. ارتفاع این مناطق از سطح دریا ۱۴۵۳ تا ۱۴۶۹ متر متغیر است. کاربری فعلی اراضی به کشت آبی باغ‌های پسته اختصاص یافته است که بر روی واحدهای فیزیوگرافی دشت‌های دامنه‌ای و واریزه‌های بادبزنی شکل سنگریزه‌دار واقع شده‌اند. منابع آب کشاورزی از چاه‌های عمیق موجود در منطقه تأمین می‌شوند (مداحیان، ۱۳۷۰).

جدول ۱- غلظت کادمیم بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم در نمونه‌های مورد آزمایش

خصوصیت	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
کادمیم در میوه	۸۰/۰	۴۹/۰	۱۲/۰	۲۳/۲

نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

برای نمونه‌گیری خاک از هر منطقه، هفت الی هشت مزرعه به‌طور تصادفی انتخاب گردید و نمونه‌ها در زمان برداشت محصول (اواخر تابستان تا اوایل پاییز) برداشت شدند. به‌طوری که در هر باغ از پنج الی شش درخت، دو تا سه خوشه از میوه درخت جدا شده و پس از کندن پوست سبز و استخوانی آن‌ها، مغزها هواخشک شدند. برای اندازه‌گیری کادمیم، نمونه‌های میوه به‌مدت ۴۸ ساعت در داخل آون در دمای ۶۵ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند تا به وزن ثابت برسند. پس از خشک شدن نمونه‌ها در هاون پودر گردیدند. سپس با استفاده از روش هضم خشک، اندازه‌گیری انجام شد. غلظت روی و کادمیم در عصاره با استفاده از دستگاه ICP با حد تشخیص 10^{-9} میلی‌گرم بر لیتر و طول موج ۸/۲۲۸، اندازه‌گیری گردید.

آنالیز داده‌ها

ارزیابی قرار گرفتن در معرض آلاینده‌ها (Exposure Assessment)

ورود کادمیم به بدن انسان از طریق مصرف پسته

ورود کادمیم به بدن انسان از طریق خوردن پسته، به‌عنوان محصول عمده‌ی باغی شهرستان رفسنجان، از طریق فرمول معرفی شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (USEPA) محاسبه گردید (USEPA, ۱۹۸۹):

$$\text{Intake (mg kg}^{-1}\text{d}^{-1}) = (CF \times IR \times FI \times EF \times ED)/(BW \times AT) \quad [1]$$

CF: غلظت آلاینده در ماده خورده شده برحسب میلی‌گرم بر گرم ($g\ mg^{-1}$)، IR: نرخ خورده شدن برحسب گرم بر روز یا گرم بر لیتر ($L\ g^{-1}$ یا $d\ g^{-1}$)، FI: ضریبی که بیانگر مقداری از آلاینده است که از طریق ماده خورده شده جذب بدن می‌شود (بدون واحد). میانگین این ضریب ۲۵/۰ است و مقدار آن در بدترین و محافظه کارانه‌ترین حالت ۴/۰ می‌باشد (USEPA, ۱۹۸۹) در این مطالعه مقدار ۴/۰ که می‌تواند بیانگر ۹۵ درصد بالای احتمال خطر باشد، استفاده شد. EF: تناوب مصرف در سال برحسب روز بر سال ($y\ d^{-1}$)، ED: تعداد سال‌هایی که از این ماده خوراکی استفاده می‌شود. این عامل در محاسبه احتمال خطرپذیری بیماری‌های سرطانی ۷۰ سال و در بیماری‌های غیرسرطانی ۳۰ سال در نظر گرفته می‌شود (y). BW: وزن بدن برحسب کیلوگرم (kg)، AT: میانگین دوره زمانی که فرد در طول حیات در معرض آلاینده قرار می‌گیرد.

در محاسبه خطرپذیری غیرسرطانی:

$$AT = ۳۶۵\ (dy^{-1}) \times ۳۰\ (y) \quad [2]$$

و در محاسبه خطرپذیری سرطانی:

[۱۶۰] Hazard Quotient

$$AT = ۳۶۵\ (dy^{-۱}) \times ۷۰\ (y) \qquad [۳]$$

تعیین خطر

سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA, ۱۹۸۹) دو فرمول مجزا برای محاسبه میزان خطر ابتلا به بیماری‌های سرطانی و غیرسرطانی، به شرح زیر معرفی کرده است که در این مطالعه از این فرمول‌ها استفاده گردید:

$$HQ = Intake/RfD \qquad [۴]$$

در این معادله، HQ[۱۶۱] بیانگر میزان خطر غیرسرطانی و سرطانی و RfD غلظت مرجع یا مبنا می‌باشد($d^{-۱} kg\ mg^{-۱}$) و Intake مقدار ورود آلاینده به بدن انسان برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم بر روز است.

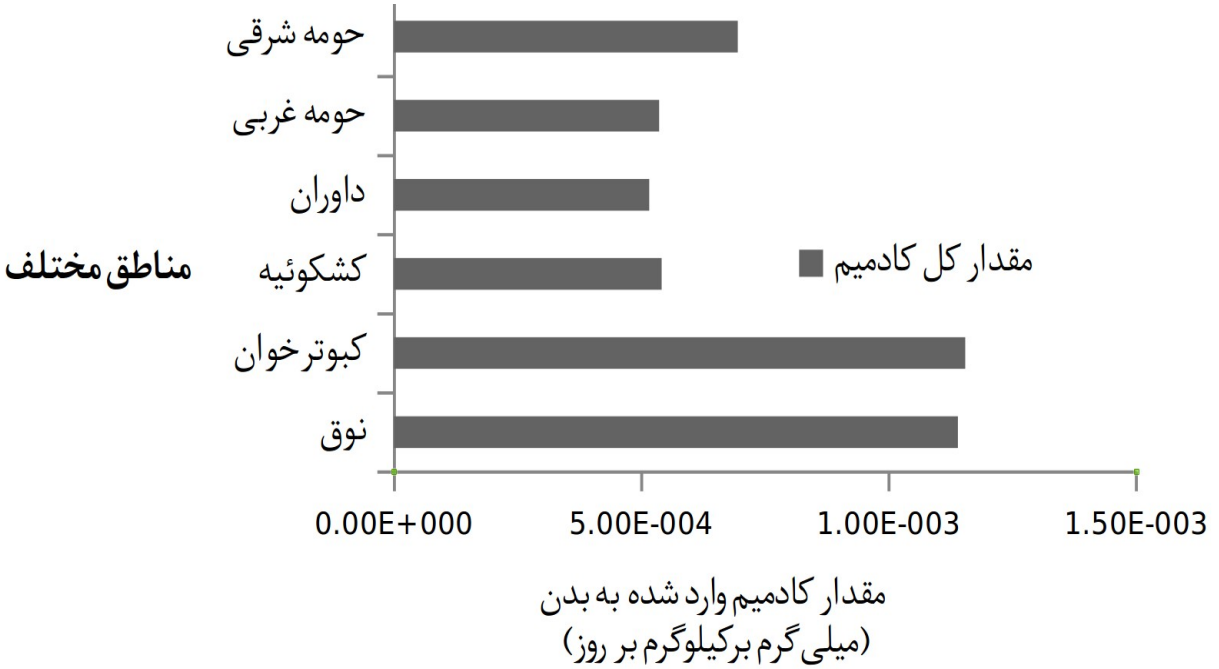
نتایج و بحث

ارزیابی خطر[۱۶۲] ناشی از ورود کادمیم به بدن در اثر مصرف پسته

مقدار کادمیم وارد شده به بدن انسان

مقدار کادمیم وارد شده به بدن با در نظر گرفتن مسیر ورود از طریق مصرف پسته در شکل ۱ نمایش داده شده است.

این نتایج براساس فرمول‌های ۲ و ۳ به‌دست آمده‌اند. مقدار ورودی کادمیم به بدن انسان از طریق مصرف پسته در همه مناطق کمتر از حدود بحرانی مربوطه می‌باشد. به‌عنوان مثال میانگین مقدار کادمیم وارد شده به بدن دختران کمتر از شش سال در کل شهرستان رفسنجان برابر $۵۵۸/۵\times۱۰^{-۴}$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن انسان بر روز ($kgbw\ gm^{-۱}\ d^{-۱}$)، زنان میانسال $۸۶/۱\times۱۰^{-۴}$ $kgbw\ gm^{-۱}\ d^{-۱}$ و هم‌چنین در گروه سنی زنان مسن $۸۸/۱\times۱۰^{-۴}$ $kgbw\ gm^{-۱}\ d^{-۱}$ است که کمتر از حدود بحرانی پیشنهاد شده توسط FAO/WHO در سال (۱۹۹۱) $۰۱۷۳/۰$ $kgbw\ gm^{-۱}\ d^{-۱}$ می‌باشد. بر اساس شکل ۱ بالاترین غلظت کادمیم در پسته‌ی تولید شده در مناطق، کبوترخان با مقدار $۱۵۵/۱\times۱۰^{-۳}$ $kg\ gm^{-۱}\ d^{-۱}$ و نوق با مقدار برابر $۱۴/۱\times۱۰^{-۳}$ $kgbw\ gm^{-۱}\ d^{-۱}$ می‌باشد. در این مناطق میزان کودهای شیمیایی، به‌ویژه کودهای فسفات مورد استفاده از سایر نقاط بالاتر می‌باشد. این کودها معمولاً حاوی مقادیر زیادی کادمیم به‌صورت ناخالصی هستند (Kabata-Pendias, ۲۰۰۱). به ترتیب مناطق حومه شرقی، کشکوئیه، حومه غربی و داوران در درجات بعدی از نظر غلظت کادمیم وارد شده به بدن قرار دارند.



[۱۶۱] Hazard Quotient

[۱۶۲] Risk Assessment

در تمام رده‌های سنی از طریق مصرف پسته در مناطق مختلف (mg kgbw^{-1} d^{-1}) شکل ۱- مقدار کادمیم وارد شده به بدن مورد بررسی

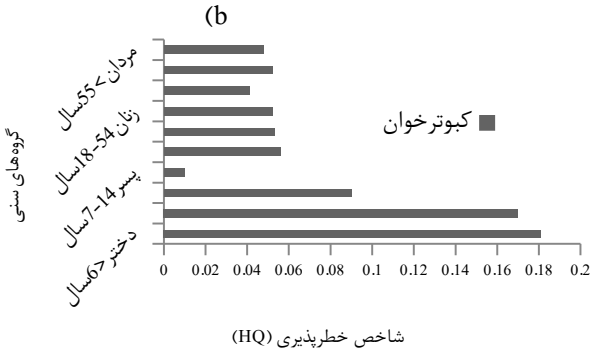
تعیین و توصیف خطر ناشی از کادمیم موجود در پسته

خطرات غیرسرطانی مربوط به فلز سنگین کادمیم با درنظر گرفتن مسیر مصرف پسته و برای همه گروه‌های سنی و جنسی افراد در شکل‌های ۲ نشان داده شده است. در بین همه‌ی گروه‌های سنی و جنسی مورد بررسی در این پژوهش و در خلال مسیر خوردن پسته، بالاترین پتانسیل خطر برای کودکان دختر زیر شش سال برای مصرف کنندگان می‌باشد.

وارد شدن کادمیم در طول سالیان متمادی[۱۶۳] از طریق مصرف پسته، کوچک‌تر از RFD دهانی مربوط به کادمیم می‌باشد. تهدید سلامتی انسان از طریق خطر وارد شدن کادمیم موجود در پسته کم است. هم‌چنین پتانسیل تهدید سلامتی انسان به‌دلیل خطر ناشی از کادمیم از مسیر مصرف پسته کمتر از یک می‌باشد (شکل‌های ۲) و این بدان معناست که خطر ناشی از این مسیر و این فلز در محدوده‌ی قابل قبول قرار دارد. زیرا چنان‌چه شاخص خطرپذیری (HQ) کمتر از یک باشد، نشان‌دهنده‌ی این است که خطر در محدوده قابل قبول قرار دارد. اگر HQ کمی بالاتر از یک باشد (در محدوده‌ی ۱ تا ۳) نشان‌دهنده‌ی این است که خطر در محدوده کمینه قرار دارد، به‌ویژه اگر در محاسبات مربوط به ارزیابی قرارگیری در معرض آلاینده‌ها از فرضیات محافظه‌کارانه استفاده شده باشد. چنان‌چه HQ بالاتر از سه باشد، بدین معناست که افراد ساکن در منطقه‌ی مورد بررسی، در معرض خطر جدی ناشی از آن آلاینده هستند. پتانسیل پایین خطر کادمیم برای سلامت انسان، ممکن است به‌دلیل غلظت مبنای به نسبت بالای آن باشد (Robson, ۲۰۰۳).

بیشترین خطرات مرتبط با مصرف پسته، در میان مصرف‌کنندگان پسته‌ی کبوترخان یافته شد. بالا بودن میزان HQ کبوترخان، نوق و حومه شرقی، برای همه گروه‌های دریافت‌کننده، در مقایسه با سایر مناطق مورد نظر، این نکته را به ذهن متبادر می‌کند که کودکان و بزرگسالان مصرف‌کننده‌ی پسته‌ی این مناطق، خطرات غیرسرطانی بیشتری را تجربه می‌کنند، اگرچه این خطر در کل در مقایسه با مقادیر بحرانی بسیار کمتر است. بالاتر بودن غلظت Cd مغز در گیاه پسته رشد یافته در این مناطق، در مقایسه با سایر نقاط، علت عمده‌ی آن است. مقادیر بالاتر HQ در کبوترخان و نوق، نشان می‌دهد که کودکان و بزرگسالان مصرف‌کننده‌ی پسته در این مناطق، بیشتر در معرض خطرات ناشی از Cd در اثر مصرف پسته می‌باشند.

نتایج این شکل‌ها براساس فرمول شاخص خطرپذیری (فرمول ۱) به‌دست آمده اند.

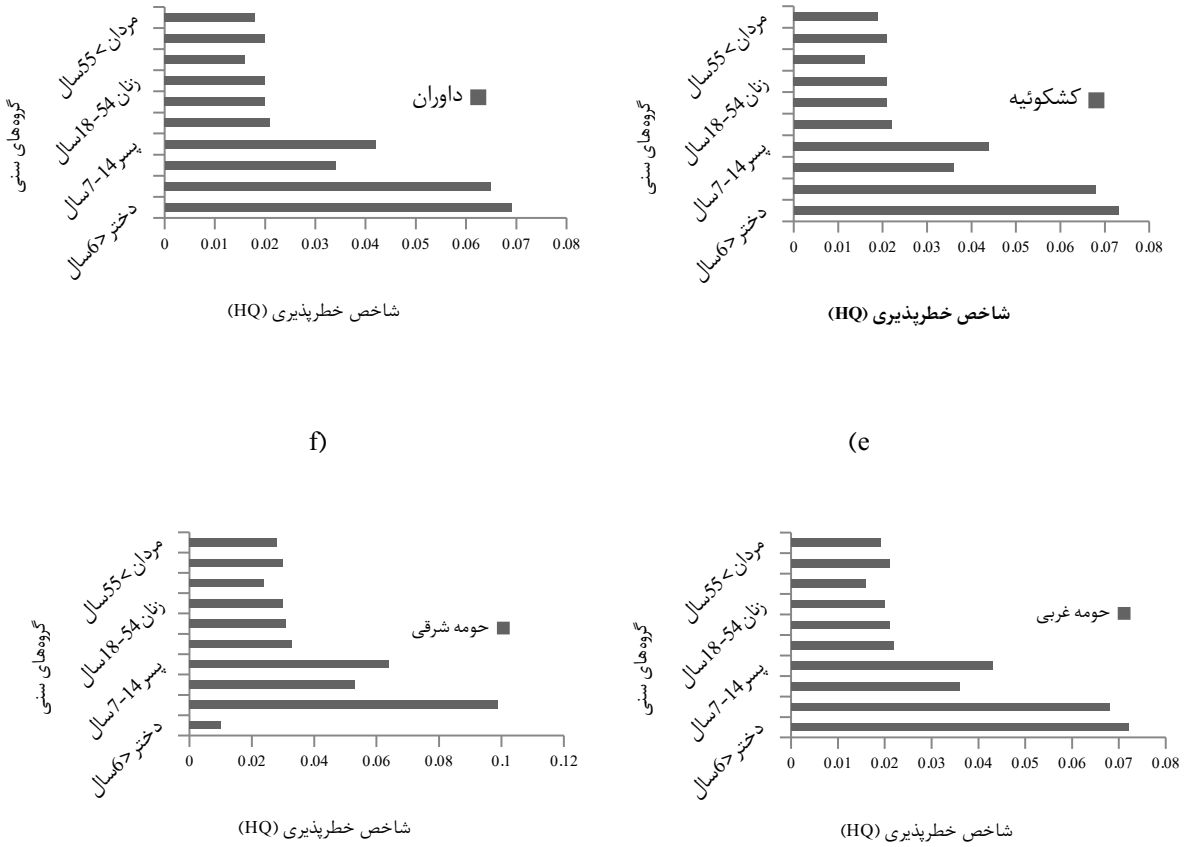




(d

c)

[۱۶۳] Chronic intake



شکل ۲- خطر غیرسرطانی ناشی از قرار گرفتن در معرض کادمیم در مناطق a) نوق b) کبوترخان c) کشکوئیه d) داوران e) حومه غربی f) حومه شرقی با درنظر گرفتن گروه‌های سنی و جنسی مختلف

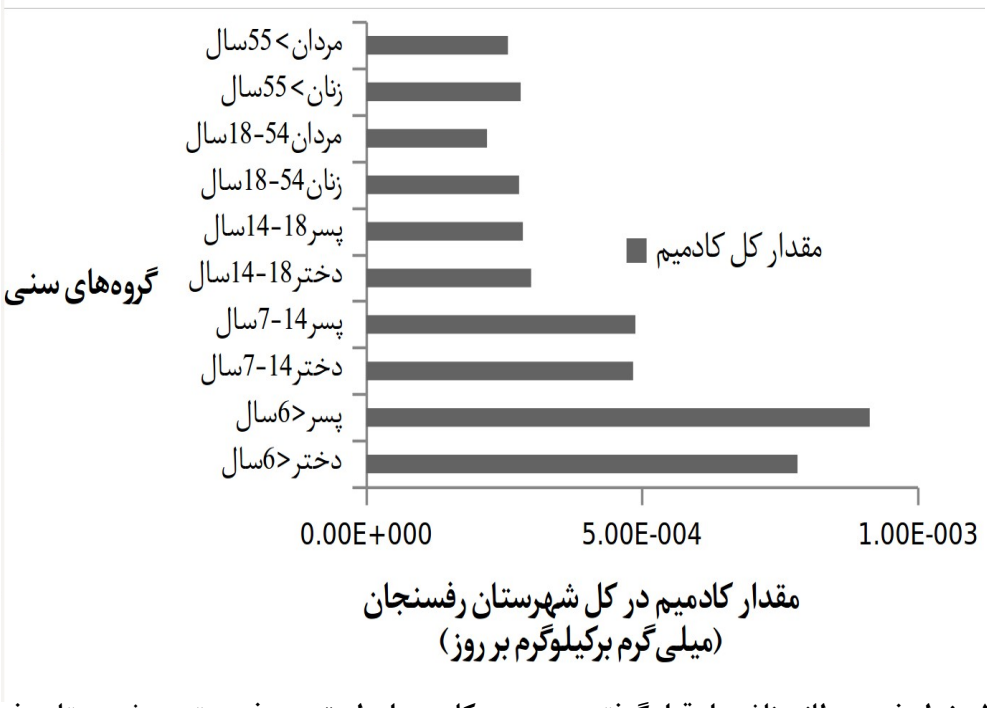
ارزیابی خطر تجمعی ناشی از کادمیم موجود در پسته

ارزیابی تجمعی خطر، مجموع همه محیط‌ها را در طول زمان درنظر می‌گیرد. به‌علاوه می‌توان ارزیابی تجمعی خطر را با ترکیب کردن مسیرهای مختلف و آلاینده‌های مختلف از منابع گوناگون محاسبه کرد (USEPA, ۲۰۰۷). در این مطالعه ارزیابی تجمعی خطر در مورد فلز کادمیم و با درنظر گرفتن همه‌ی مناطق انجام شد (شکل ۳).

خطرات مربوط به مصرف کادمیم در مورد همه‌ی گروه‌های سنی به جز کودکان بسیار کوچک بودند. خطر تجمعی کادمیم برای کودکان $۶۶۷/۲\times۱۰^{-۳}$ و برای بزرگسالان $۰۷۹/۱\times۱۰^{-۳}$ و برای افراد مسن $۵۳۷/۰\times۱۰^{-۳}$ بوده است.

مطالعات انجام شده در مورد خطرپذیری فلزات سنگین از طریق تماس پوستی با خاک و آب نشان دادند که در مورد همه‌ی فلزات سنگین و همه‌ی گروه‌های افراد، نسبت خطر کوچک‌تر از یک است (محدوده‌ی قابل‌قبول) (یگانه، ۱۳۹۱). به‌طور کلی جذب فلزات از راه پوست کم است (Paustenbach, ۲۰۰۰; Tiktak et al., ۱۹۹۸). طبیعت نامحلول بودن بسیاری از فلزات در خاک، قابلیت جذب پوستی آن‌ها را محدود می‌کند (Marlburg-Graf, ۲۰۰۶; Seixas et al., ۲۰۰۵).

خطرات غیرسرطانی ناشی از خوردن تصادفی خاک و تنفس ذرات گرد و غبار بسیار کمتر از یک است و به نظر می‌رسد که این مسیرها به‌طور جدی سلامت انسان را تهدید نمی‌کنند. بنابراین می‌توان گفت مسیر ورود فلزات سنگین از طریق مصرف مواد غذایی بسیار مهم می‌باشد، که پسته یکی از تنقلات پرمصرف در ایران و جهان به‌شمار می‌رود. لازم به ذکر است که در این پژوهش خطر کادمیم ناشی از مصرف پسته بررسی شد، در صورتی که کادمیم از طریق مختلف و مواد غذایی گوناگون می‌تواند وارد بدن شود. بنابراین اگر تمامی مسیرهای ورود مواد غذایی مختلف را در نظر بگیریم، ممکن است این خطر در حد بحرانی قرار گیرد.



شکل۳- خطر غیرسرطانی ناشی از قرار گرفتن در معرض کادمیم از طریق مصرف پسته در شهرستان رفسنجان

منابع

مداحیان، ح. ۱۳۷۰. بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی کرمان به‌ویژه رفسنجان، وزارت کشاورزی، تحقیقات آب و خاک استان کرمان.

FAO/WHO. ۱۹۹۱. Food Standards Programme. Codex Alimentarius Commission, XII, supplement ۴. FAO/WHO, Rome, Italy

Gupta, S. S. and Bhattacharyya, K. G. ۲۰۰۸. Immobilization of Pb( ), Cd( ) and Ni( ) ions on Kaolinite and montmorillonite surfaces from aqueous medium. Journal of Environmental Management, ۸۷: ۴۶-۵۸.

Ijagbemi, C. O., Tbeak, M. and Kim, D. ۲۰۰۹. Montmorillonite surface properties and sorption characteristics for heavy metal removal from aqueous solutions. Journal of hazardous materials, ۱۶۶: ۵۳۸-۵۴۶.

Jauslin, M., Keller, A. and Schulin, R. ۲۰۰۴. Schwermetallbelastete Boden: Quantitative modelle zur abschatzung der gefahrdung von mensch und umvelt. Evaluationsbericht, Bundesamt fur umwelt, Wald and Landschaft (BUWAL), Bern, ۶۰ S.+ Anh.

Kabata-Pendias, A. ۲۰۰۱. *Trace Element in Soils and Plants*: *a primer* (۳ rd *ed.*). Boca Raton/CRC Press, Florida, USA.

Kirchner, J. W., Clifford, S., Riebe, L., Kennrth Ferrier, L. and Robert Finkel, C. ۲۰۰۶. Cosmogenic nuclide method for measuring long-term rates of physical erosion and chemical weathering. Journal of Geochemical Exploration, ۸۸: ۲۹۶-۲۹۹.

Marlburg-Graf, B. ۲۰۰۶. Berechnung von regional Schvermetalleintragen in der Landwirtschaft. Bodenschutz, ۱(۶۰): ۱۵-۲۰.

Paustenbach, D. J. ۲۰۰۰. The practice of exposure assessment: A state-of-the-art review. Journal of Toxicology Environmental Health, *Part B*, ۳: ۱۷۹-۲۱۹.

Pierzynski, G. M., Sims, J. T. and Vance, G. F. ۲۰۰۰. *Soils and environmental quality*, CRC press, Washington.

Robson, M. ۲۰۰۳. Methodologies for assessing exposures to metals: Human host factors. Ecotoxicology Environmental Safety, ۵۶: ۱۰۴-۱۰۹.

Seixas, J., Nunes, J. P., Lourenco, P., Lobo, F. and Condado, P. ۲۰۰۵. Geneticland: modling land use chang using evolutionary algorithms. ۴۵th *Congress of the European Regional Science Association, Land Use and Water Management in a Sustainable Network Society*, Vrije Universiteit Amsterdam, ۲۳-۲۷.

Tiktak, A., Alkemade, R., Van Grinsven, H. and Makaske, K. ۱۹۹۸. Modeling cadmium accumulation on regional sale in the Netherland. Nutreant Cycling in Agroecosystem, ۵۰: ۲۰۹-۲۲۲.

USEPA (US Environmental Protection Agency). ۱۹۸۹. Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual Part A. EPA/۵۴۰/۱-۸۹/۰۰۲. Office of Health and Environmental Assessment, Washington, DC, USA.

USEPA. ۲۰۰۷. Concept, Methods and Data Sources for Cumulative Health Risk Assessment of Multiple Chemical, Exposures and Effects: A Resource Document, EPA/۶۰۰/R-۰۶/۰۱۳F. National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, Cincinnati, OH, USA.

Abstract

Cadmium is a heavy metal Smytryn for organisms that no biological role. The metal, mostly through industrial processes and the environment is phosphate fertilizers. In this study ۷۰ clusters of fruit trees on land Rafsanjan Pistachio orchards six regions of the countryside were prepared.

The cadmium concentrations were measured using dry oxidation. In order to assess the risk to human health from eating pistachios cadmium in agricultural soils Rafsanjan city function called risk ratio (HQ) should be used.

The results showed that the risk assessment of cadmium element with respect to the direction of entry by eating nuts, suggests that the risk of non-cancerous cadmium less than one (too critical to risk), respectively. This means that the consumption of these products, threatens the health of consumers.

تغییرات عناصر غذائی در خاک تحت تاثیر سیستم های مختلف کشت برنج

محمود صلحی، احمد رمضانی و سینا صلحی
۱-استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ۲-پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ۳-دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی گرایش ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیای دانشگاه اصفهان

چکیده
سیستم های مختلف کشت برنج خاک از درجات و مدت های متفاوت غرقاب میگردد که می تواند مجموعه ای از تغییرات شیمیائی و الکترو شیمیائی در آن ایجاد کند . لذا سیستم های کشت برنج می توانند بر روی حلالیت و قابلیت جذب عناصر غذایی تاثیر داشته باشد. این آزمایش به منظور بررسی تغییرات عناصر غذائی در خاک شالیزار در سه سیستم کشت برنج، شامل سیستم‌های کشت متداول،SRI و بهبود یافته در منطقه لنجان استان اصفهان در سال ۹۳ به اجرا گذاشته شد. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا گذاشته شد. نتایج نشان داد هدایت الکتریکی و غلظت عناصر غذائی ، Fe،Zn Cu ،Mnدر خاک در مراحل مختلف رشد برنج در سطح احتمال ۵% تحت تاثیر سیستم‌های کشت قرار گرفت. بطور کلی اجرای سیستم های کاشت باعث تغییر در خواص شیمیائی خاک بویژه تغییرات غلظت عناصر غذائی میکرو آهن و منگنز بود.

واژه های کلیدی: عناصر غذایی، برنج، سیستم های کشت.

مقدمه
برنج (*Oryza sativa L*) یکی از محصولات اساسی و مهم کشاورزی است که غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد. این محصول در بیش از ۱۰۰ کشور جهان تولید شده و ۲۱ درصد از انرژی و ۱۵ درصد از پروتئین مورد نیاز مردم دنیا را تأمین می کند (دپار و همکاران، ۲۰۱۱). پس از چند دهه تحقیق در زمینه چگونگی دستیابی به تولید محصول بیشتر و پایدار و سیستم‌های تولید کشاورزی پایدار، چند الگوی جدید، مبتنی بر شیوه‌های اگرواکولوژیکی و سودآور از لحاظ اقتصادی معرفی شده‌اند. از جمله این الگوها SRI ((System of Rice Intensification یا سیستم کشت متمرکز و CA (Conservation Agriculture) یا کشاورزی حفاظتی را می‌توان نامبرد. ویژگی این سیستم‌ها عبارت است از "حداقل استفاده از نهاده‌ها (low-input intensification) (مایر، ۲۰۰۹) یا" تولید فشرده پایدار(sustainable intensification) (انجمن رویال، ۲۰۰۹). این سیستم‌ها پتانسیل بالقوه‌ای برای افزایش بهره‌وری بدون آسیب به محیط زیست را نشان می‌دهند که می‌تواند از جمله فرصت‌های بسیار مورد نیاز برای پرداختن به چالش‌های جهانی از جمله کاهش فقر، امنیت آب و غذا، کاهش هزینه‌های تولید مواد غذایی، کاهش مصرف انرژی و نهاده‌های تولید، حفاظت از منابع طبیعی و افزایش بهره‌وری از محیط زیست و مقابله با تغییرات آب‌وهوایی باشد (کسام، ۲۰۱۱).

کمبود روی پس از نیتروژن، فسفر و پتاسیم مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد در برنج است که موجب کاهش قابل توجهی در عملکرد دانه و کیفیت تغذیه‌ای آن می‌شود. در حال حاضر کمبود روی یکی از مهم‌ترین تنش‌های مواد غذایی محدود کننده تولید برنج در آسیا به شمار می‌آید(گویجانو گویترا، ۲۰۰۲). در ایران به دلیل آهکی بودن خاک‌ها و واکنش قلیائی خاك مسئله کمبود عناصر ریزمغذی از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. غرقاب شدن يك خاك غیر اشباع از آب، مجموعه ای از تغییرات شیمیائی و الکترو شیمیائی در آن ایجاد می کند که در حاصلخیزی خاك بسیار موثر است. مهمترین تغییرات شیمیائی و الکترو شیمیائی در خاکهای غرقاب که حاصلخیزی خاك را تحت تاثیر قرار می دهند عبارتند از مصرف اکسیژن و تهی شدن خاك از آن. فقدان اکسیژن باعث تغییر در واکنش خاك، دنیتریفیکاسیون، تجمع آمونیوم و تثبیت نیتروژن گازی، احیای منگنز چهار ظرفیتی، احیای آهن سه ظرفیتی، احیای سولفات و تشکیل سولفید هیدروژن، تولید اسید های آلی، تجمع دی اکسید کربن و تغییر در غلظت آهن، منگنز، فسفر، سیلیسیوم، بور، مس، مولیبدن، و روی محلول در آب می شود. شدت این تغییرات با توجه به خصوصیات شیمیائی و فیزیکی خاك، رژیم آبی و دمائی خاك در خاکها و مناطق مختلف متفاوت است(ملکوتی و کاووسی، ۱۳۸۳). با توجه به اینکه سیستم غرقاب در این روش ها متفاوت است و قابلیت جذب عناصر غذایی در روش های مختلف غرقاب تغییر میکند. لذا هدف از این مطالعه بررسی تغییرات عناصر غذایی خاک در سیستم های مختلف کشت برنج و در مراحل مختلف دوره رشد برنج بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تغییرات عناصر غذائی در مزرعه ابتدا قبل از اجرای آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک محل آزمایش نمونه برداری شد که مشخصات آن در جدول ۱ ارائه شده است. پس از بررسی چند مزرعه در مناطق مختلف برنجکاری استان اصفهان، مزرعه مذکور به دلیل دارا بودن میزان روی کمتر از حد بحرانی (۱ تا ۲ میلی گرم بر کیلوگرم - ملکوتی و کاووسی، ۱۳۸۳) با میزان روی ۷۶/۰ میلی گرم بر کیلوگرم انتخاب شد. ضمنا براساس آزمون خاک مقادیر عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم براساس توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب کشور شامل ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و اوره مصرف گردید. تمامی کود فسفر و پتاسیم و نیمی از کود نیتروژن در زمان تهیه بستر و ۵۰ درصد اوره باقیمانده در مراحل پنجه‌زنی و قبل از شروع گلدهی بطور مساوی تقسیط و مصرف شد.

به منظور بررسی تغییرات عناصر غذائی خاک قبل از کاشت و در سه مرحله از رشد شامل پنجه زنی (Tillering)، ظهور خوشه (Heading) و در زمان برداشت محصول(Harvesting)، پارامتر های pH، OC ، EC و غلظت عناصر غذائی پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم (N. P. K.) و عناصر کم مصرف Fe، Mn ، Zn، Cu تعیین گردید. هدایت الکتریکی بادستگاه هدایت سنج مدل متراهم در عصاره گل اشباع اندازه‌گیری شد. اسیدیته در سوسپانسیون ۱ به ۵/۲، ماده آلی به روش اکسیداسیون تر (واکلی بلاک، ۱۹۳۴) فسفر به روش اولسن، پتاسیم به روش استات سدیم، غلظت کل عناصر فلزی در نمونه‌های خاک، به روش عصاره‌گیری با مخلوط HF،HClO۴ و HNO۳ به روش (پرات، ۱۹۶۵) انجام شد. برای تعیین غلظت عناصر فلزی قابل استخراج توسط DTPA از (روش لیندزی و نورول، ۱۹۷۸) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از اندازه گیری مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاک قبل از کاشت و در مراحل پنجه زنی، ظهور خوشه و در زمان برداشت محصول در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. مقایسه تغییرات شیمیا یی خاك قبل و بعد از اجرای آزمایش نشان داد که در اثر غرقاب کردن زمین متوسط هدایت الکتریکی خاك از ۶۵/۲ قبل از کاشت به ۰۹/۳ در زمان پنجه زنی و ۲۴/۳ دسی زیمنس بر متر در زمان ظهور خوشه افزایش یافت ولی در زمان برداشت به ۶۱/۲ دسی زیمنس بر متر کاهش یافت. به نظر می رسد علت افزایش آن در زمان پنجه زنی و ظهور خوشه مربوط به هدایت الکتریکی آب آبیاری بوده(۲ دسی زیمنس بر متر) و تبخیر

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاك محل قبل از آزمایش

عمق	هدایت الکتریکی	کلاس بافت	اسیدیته	ماده آلی	نیتروژن	$mg\ Kg^{-1}$					
Soil depth (*cm*)	Ec×۱۰۳	Soil Texture	pH	درصد	درصد	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	مس قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب
				$_{(\%)}Oc$	$_{(\%)}N$	$P_{(ava)}$	$K_{(ava)}$	$Cu_{(ava)}$	$Zn_{(ava)}$	$Mn_{(ava)}$	$Fe_{(ava)}$
۰-۳۰	۲.۶۵	Clay loam	۳/۷	۸۹/۰	۰۹/۰	۵۴/۱۲	۲۱۰	۰/۶	۷۶/۰	۵/۶	۸۴/۲۸

مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاك در زمان پنجه زنی، ظهور خوشه و برداشت تحت تاثیر سیستم های کاشت -۲

زمان نمونه گیری	سیستم کاشت	عمق	هدایت الکتریکی	اسیدیته	ماده آلی	نیتروژن	$mg\ Kg^{-1}$					
		Soil depth (*cm*)	Ec×۱۰۳	pH	درصد	درصد	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	مس قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب
					$_{(\%)}Oc$	$_{(\%)}N$	$P_{(ava)}$	$K_{(ava)}$	$Cu_{(ava)}$	$Zn_{(ava)}$	$Mn_{(ava)}$	$Fe_{(ava)}$

نشاکاری	متداول	۳۰-۰	۷۷/۲ a	۲۶/۷a	۱۶/۱a	۱۲/۰a	۵۶/۲۶a	۰۰/۱۳۵a	۶۶/۵a	۲۶/۱ a	۸۹/۱۰a	۹۳/۱۰۰a
	SRI	۳۰-۰	۸۷/۳ a	۲۳/۷a	۰۸/۱a	۱۱/۰a	۴۱/۳۱a	۰۰/۱۴۵a	۲۵/۶a	۰۷/۱ a	۲۹/۱۲a	۷۳/۹۸a
	بهبودیافته	۳۰-۰	۶۲/۲ a	a۵۱/۷	۲۸/۱a	۱۳/۰a	۴۰/۲۶a	۶۷/۱۴۱a	۳۲/۵a	۱۴/۱ a	۳۸/۱۳a	۴۰/۹۱a
ظهورخوشه	متداول	۳۰-۰	۹۲/۲ b	۵۳/۷a	۹۹/۰a	۱۰/۰a	۱۷/۲۹a	۳۳/۱۷۳a	۹۴/۴a	۹۷/۰ a	۰۶/۱۱a	۸۳/۱۰۲a
	SRI	۳۰-۰	۵۵/۳ a	۴۳/۷a	۹۲/۰a	۰۹/۰a	۲۱/۲۶a	۳۳/۱۴۸a	۵۷/۵a	۹۲/۰ a	۶۹/۷b	۱۳/۷۷b
	بهبودیافته	۳۰-۰	۲۴/۲ b	۵۰/۷a	۹۵/۰a	۰۹/۰a	۸۷/۳۲a	۶۷/۱۶۳a	۲۱/۴a	۰۷/۱ a	۹۷/۹a	۳۳/۱۱۴a
برداشت	متداول	۳۰-۰	۷۶/۲ a	۰۳/۷a	۹۲/۰a	۹۲/۰a	۱۳/۳۱a	۶۷/۱۷۱a	۰۷/۵a	۵۵/۱ a	۳۰/۱۳a	۷۳/۱۱۳a
	SRI	۳۰-۰	۶۵/۲ a	۴۱/۷a	۱۱/۱a	۱۱/۰a	۰۷/۳۵a	۳۳/۱۸۸a	۶۳/۵a	۰۸/۱ a	۶۳/۹b	۴۷/۸۱a
	بهبودیافته	۳۰-۰	۴۴/۲ a	۴۷/۷a	۱۳/۱a	۱۱/۰a	۱۰/۳۱a	۰۰/۱۶۵a	۳۴/۵a	۵۲/۱ a	۸۴/۱۳a	۰۱/۹۵a

تابستانه بوده است. این روند در شالیزار ها عادی به نظر می رسد. هدایت ویژه محلول اکثر خاکها بعد از غرقاب شدن افزایش می یابد و به حداکثر می رسد و سپس به یك حد تقریبا ثابتی که در خاکهای مختلف فرق می کند، کاهش می یابد(ملکوتی و کاووسی، ۱۳۸۳). در زمان ظهور خوشه نیز هدایت الکتریکی خاك در اثر اجرای سیستم‌های مختلف کشت دارای تفاوت معنی داری بود بطوریکه در تیمار SRI که پس از آغاز پنجه زنی آبیاری متناوب در آن اعمال شده بود شوری خاك بیشتر از دوسیستم کاشت متداول و بهبود یافته بود. احتمالا تر و خشك شدن خاك در اثر آبیاری متناوب باعث حرکت املاح و نمکها به سطح خاك شده و سبب افزایش شوری شده است. افزایش هدایت الکتریکی عمدتا ناشی از تحرك بالای Fe++ و Mn++ و تشکیل HCO_3^-, NH_4^+, RCOO- و تبادل کاتیونها از سطوح کلوئیدی بوسیله کاتیونهای Mn ، Fe++ و NH_4^+ است. کاهش مجدد EC تحت تاثیر رسوب Fe++ به صورت $Fe_2(OH)$ و FeS، رسوب Mn++ به صورت $MnCO_3$ تلفات CO_2 و تبدیل RCOO- به NH4+ است. بنابراین رابطه بسیار قوی بین سینتیك این یونها و تغییرات EC در خاکهای غرقاب وجود دارد (پونامپروم و همکاران، ۱۹۶۶).

نتایج تجزیه خاک نشان داد اسیدیته خاك در مراحل مختلف رشد دارای تغییرات جزئی بوده و تقریبا ثابت بوده‌اند. نظر به اینکه خاك مورد مطالعه قبل از کاشت دارای pH برابر ۳/۷ بوده که تقریبا در کلاس خاکهای خنثی و خنثی متمایل به آهکی قرار دارد، لذا تغییرات آن اگرچه افزایشی بوده ولی این افزایش در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نبود. با غرقاب شدن خاك واکنش خاکهای اسیدی افزایش می یابد ولی عکس این پدیده در خاکهای آهکی و سدیمی به وقوع می پیوندد. معمولا در اکثر خاکها چند هفته پس از غرقاب کردن واکنش خاك بین ۷/۶ تا ۲/۷ در خاك و بین ۵/۶ تا ۷ در محلول خاك تثبیت می گردد. افزایش اسیدیته در خاکهای دچار کمبود آهن بسیار اندك است (ملکوتی و کاووسی، ۱۳۸۳). نتایج آزمایش نشان داد که میزان ماده آلی و نیتروژن خاك در مراحل مختلف رشد دارای تغییرات جزئی بوده و تقریبا ثابت بوده اند. نتایج آزمون اولیه خاک نشان داد که میزان ماده آلی و نیتروژن خاک به ترتیب برابر ۷/۰ و ۰۷/۰ درصد بود. با توجه به پائین بودن درصد ماده آلی و به تبع آن نیتروژن خاک، و نظر به این که رقم برنج مورد استفاده در آزمایش از ارقام پرمحصول با عملکرد بیش از ۵ تن درهکتار بود، براساس توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب کشور مقدار ۳۰۰ کیلوگرم اوره جهت تامین نیاز گیاه مصرف شد. نیمی از کود نیتروژن در زمان تهیه بستر و ۵۰ درصد اوره باقیمانده در مراحل پنجه‌زنی و قبل از شروع گلدهی بطور مساوی تقسیط و مصرف شد (ایری، ۱۹۸۴). مقدار ماده آلی و نیتروژن خاک پس از غرقاب کردن خاک در مرحله پنجه زنی افزایش یافت و به ترتیب به ۲/۱ و ۱۲/۰ درصد رسید. دلیل اصلی این افزایش مصرف کود اوره در زمان تهیه بستر می تواند باشد. پس از این افزایش مقدار نیتروژن در مرحله ظهور خوشه به ۹۵/۰ و در زمان برداشت به ۱ درصد رسید. دلیل این کاهش میتواند مربوط به مصرف نیتروژن توسط گیاه مقدار فسفر خاك قبل از آزمایش ۵۴/۱۲ میلی گرم در کیلوگرم بود و تحت تاثیرغرقاب شدن زمین و در اثر مصرف کود سوپرفسفات تریپل در زمان تهیه بستر، به ۲۸، ۲۹ و ۳۲ میلی گرم در کیلوگرم به ترتیب در در مرحله پنجه زنی، آغاز خوشه دهی و زمان برداشت رسید و این میزان تحت تاثیر سیستمهای کاشت هم قرار نگرفت. هنگامی که خاك غرقاب می شود غلظت فسفر محلول در آب و محلول در اسید افزایش می یابد، به حداکثر می رسد و یا اینکه تقریبا به یك حد تقریبا ثابت می رسد و سپس کاهش می یابد (دوبرمان و همکاران، ۲۰۰۲). مقدار پتاسیم خاك قبل از آزمایش ۱۳۰ میلی گرم در کیلوگرم بود که تحت تاثیرغرقاب شدن زمین و در اثر مصرف کود سولفات پتاسیم در زمان تهیه بستر به بیش از ۱۴۰ در مرحله پنجه زنی و بیش از ۱۶۰ در زمان آغاز خوشه دهی و به ۱۷۰ میلی گرم در کیلوگرم در زمان برداشت افزایش یافت و این میزان تحت تاثیر سیستمهای کاشت هم قرار نگرفت. گزارش شده است که خشک و تر شدن خاک بطور متناوب بسته به سطح پتاسیم محلول و کانیهای غالب می تواند پتاسیم قابل استخراج خاک را کاهش یا افزایش دهد. در صورتیکه مقدار پتاسیم تبادلی خاک نسبتا زیاد یا به تازه گی کود در یافت کرده باشد، خشک شدن معمولا باعث ایجاد انقباض در شبکه رسی و تثبیت پتاسیم می گردد. از طرفی خشک شدن می تواند باعث ایجاد پیچش در ورقه های رسی گردد که حاصل آن آزاد شدن یونهای

پتاسیمی است(واتسون و میکلین، ۱۹۸۵) برخی از محققین علت این امر را دهیدراته شدن پروتون و تبدیل SiO_2 به $SiOH^-$ و کاهش بار لایه ای می دانند(Jackson and Luo, ۹۸۵). بررسی های مختلف نشان داده است که پس از غرقاب کردن خاك، پتاسیم محلول در آب افزایش می یابد. همچنین غلظت یونهای Fe^{++} و Mn^{++} افزایش یافته و این یونها بر سر مکانهای تبادلی با پتاسیم رقابت کرده و پتاسیم تبادلی را به محلول آزاد می کنند. شرایط احیائی ایجاد شده در خاک در اراضی شالیزاری در اثر غرقاب کردن باعث افزایش غلظت Mn, Fe^{++} و NH^+ شده و K^+ را از مکانهای تبادلی جابجا می کند. در اثر این پدیده، غلظت یون پتاسیم در محلول خاک افزایش و قابلیت جذب آن برای برنج بالا می رود (میشلن و پاتریک، ۱۹۷۱). کاووسی(۱۳۷۹) با مطالعه میزان پتاسیم اراضی شالیزاری گیلان مقدار پتاسم اندازه گیری شده در ۱۰۹ نمونه خاک بین ۹۲-۸ و متوسط آنرا ۴۷ میلی گرم در لیتر گزارش کرد.مقدار مس قابل جذب خاك قبل از آزمایش ۶ میلی گرم در کیلوگرم بود که تحت تاثیرغرقاب شدن زمین در مرحله پنجه زنی به ۶۳/۵، در زمان آغاز خوشه دهی به ۹۰/۴ و در زمان برداشت به ۳۲/۵ میلی گرم در کیلوگرم رسید که حاکی از کاهش مقدار مس می باشد اگر چه این کاهش محسوس نبود و تحت تاثیر سیستمهای کاشت قرار نگرفت. بررسی ها نشان داه که مس محلول در آب پس از غرقاب کردن خاك کاهش می یابد. غرقاب کردن خاك فرمهای فعال مس از قبیل محلول، تبادلی و کمپلکس آلی را به فرم غیر فعال باقیمانده تبدیل می کند در نتیجه قابلیت جذب مس پس از غرقاب کردن کاهش می یابد(فاجریا و همکاران، ۲۰۰۳). مقدار قابل جذب منگنز خاك قبل از آزمایش ۵/۶ میلی گرم در کیلوگرم بود که تحت تاثیرغرقاب شدن زمین در مرحله پنجه زنی به ۰۷/۱۳، در زمان آغاز خوشه دهی به ۴۲/۹ و در زمان برداشت به ۹۲/۱۱ میلی گرم در کیلوگرم رسید که حاکی از افزایش مقدار منگنز در تمام مراحل رشد نسبت به قبل از کاشت می باشد. مقدار منگنز تحت تاثیر سیستمهای کاشت هم قرار گرفت، بطوریکه پس از مرحله پنجه زنی در اثر اجرای سیستم های کاشت در تیمار SRI در اثر کاهش رطوبت خاك در مقایسه با شرایط غرقاب کاهش معنی داری داشت و این روند در مرحله برداشت نیز مشاهده شد. در خاکهای شالیزار در اثر غرقاب کردن خاك و احیای اکسید های منگنز به مقدار این عنصر به تدریج افزوده می شود. آنگاه برای مدتی که بستگی به وضعیت ماده آلی خاك، بافت خاك و مخصوصا دمای خاك دارد، عملا ثابت می ماند سپس در مراحل بعدی دوباره کاهش می یابد. (ملکوتی و کاووسی، ۱۳۸۳). مقدار قابل جذب آهن خاك قبل از آزمایش ۸/۲۸ میلی گرم در کیلوگرم بود که تحت تاثیرغرقاب شدن زمین در مرحله پنجه زنی به ۰۲/۹۷، در زمان آغاز خوشه دهی به ۰۹/۹۲ و در زمان برداشت به ۶۲/۸۸ میلی گرم در کیلوگرم رسید که حاکی از افزایش مقدار آهن در شرایط غرقاب می باشد. مقدار آهن در زمان پنجه زنی حداکثر بود، سپس یك روند کاهشی بسیار کندی تا زمان برداشت نشان داد. آهن تحت تاثیر سیستمهای کاشت هم قرار گرفت، بطوریکه پس از مرحله پنجه زنی در اثر اجرای سیستم های کاشت در تیمار SRI در اثر کاهش رطوبت خاك در مقایسه با شرایط غرقاب دائم، کاهش معنی داری داشت و این روند در مرحله برداشت نیز ادامه داشت. مقدار قابل جذب آهن در اثر غرقاب کردن خاك به میزان قابل توجهی در مراحل مختلف رشد افزایش یافت. بطوریکه در مرحله پنجه زنی تفاوتی بین تیمارهای سیستم کاشت مشاهده نشد ولی در مرحله آغاز خوشه دهی و برداشت این تفاوت معنی دار بود. در مرحله پنجه زنی در هر سه سیستم رژیم آبیاری غرقاب دائم بوده ولی پس از آن که در تیمار SRI آبیاری متناوب اجراشده است و مقدار منگنز و آهن بطور قابل توجهی در این تیمار کمتر شده است مهمترین تغییری که هنگام غرقاب کردن خاك و کاهش Eh آن بوجود می آید، احیای Fe^{3+} به Fe^{2+} است. در نتیجه رنگ خاك از قهوه‌ای به خاکستری تغییر می کند و مقادیر زیادی از آهن دو ظرفیتی وارد فاز محلول می شود. غلظت آهن محلول پس از غرقاب ابتدا به سرعت افزایش یافته و به مقدار نسبتا ثابتی می رسد. روند مشابهی در مورد آهن قابل جذب در خاکهای آهکی گزارش شده است. غلظت آهن محلول در آب در اثر وضعیت احیائی افزایش و در مدت یک تا سه هفته پس از غرقاب به مقدار حداکثر حدود ۶۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم می رشد و سپس به ۵۰- ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم کاهش می یابد(پاتریک، ۱۹۶۶). مقدار قابل جذب روی خاك قبل از آزمایش ۷۶/۰ میلی گرم در کیلوگرم بود که تحت تاثیرغرقاب شدن زمین در مرحله پنجه زنی به ۱۲/۱، در زمان آغاز خوشه دهی به ۹۹/۰ و در زمان برداشت به ۱۲/۲ میلی گرم در کیلوگرم رسید که حاکی از افزایش مقدار روی در شرایط غرقاب می باشد. مقدار روی در زمان برداشت (۱۲/۲ میلی گرم در کیلوگرم) حداکثر بود و در آغاز خوشه دهی نسبت به پنجه زنی کاهش یافت. مقدار قابل جذب روی تحت تاثیر سیستمهای کاشت هم قرار گرفت، بطوریکه پس از مرحله پنجه زنی در اثر اجرای سیستم های کاشت در تیمار SRI در اثر کاهش رطوبت خاك در مقایسه با شرایط غرقاب کاهش معنی داری داشت و این روند در مرحله برداشت نیز ادامه داشت.

منابع

Day P. R,۱۹۶۵.Particle Fractionation and Particle Size Analysis.In C.A. Black (ed.), Method of Soil Analysis Part ۱. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp. ۵۴۵-۵۶۵.

Depar, N., Rajpar, I., Memon, M. Y., Imtiaz, M. and Zia-ul-hassan. ۲۰۱۱. Mineral nutrient densities in some domestic and exotic rice genotypes. Pakistan Journal of Agricultural, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences. ۲۷:۱۳۴-۱۴۲.

Dobermann, A., George, T. and Thevs, N. ۲۰۰۲. Phosphorus fertilizer effects on soil phosphoruspools in acid upland soils. Soil Science Society of America Journal ۶۶:۶۵۲-۶۶۰.

Fageria, N. K., Slaton, N.A. Baligar, V. C. ۲۰۰۳. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. Advances in Agronomy ۸۰:۶۳-۱۵۲.
Meyer, R. ۲۰۰۹. Agricultural technologies for developing countries. European Parliament, Brussels. http://www.europarl.europa.eu/ stoa/default_en.htm.
IRRI(International Rice Rsearch Institute). ۱۹۸۴. Annual report. Philippines. ۴۹۴p.
Kassam, A., Stoop, W. and Uphoff, N. ۲۰۱۱. Review of SRI modifications in rice crop and water management and research issues for making further improvements in agricultural and water productivity. Paddy and Water Environment. ۹:۱۶۳-۱۸۰.
Lindsay WL, Orvell WA,۱۹۷۸.Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil SciSoc American J. ۴۲:۴۲۱-۴۲۸.
Meers E,Vandecasteele B,Ruttens A,VangronsveldJ, Tack FMG, ۲۰۰۷.Potential of five willow species (Salix spp.) for phytoextraction of heavy metals. Environ and Exp Bot. ۶۰ : ۵۷-۶۸.
Ponnamperuma, F. N.۱۹۸۵. Chemistry of sumgbmerged soils. Adv. Agron. ۲۴:۲۹-۹۵.
Pratt, P.F. ۱۹۶۵. Digestion with Hydrofluoric and Perchloric for Total Potassium and Sodium. pp. ۱۰۱۹-۱۰۴۶. In: C. A. Black,(Ed.), Methods of Soil Analysis, Part۲.
Royal, Society. ۲۰۰۹. Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture. Report of Commission chaired by Sir D. Baulcombe. Royal Society, London.
Walkley A, Black C. A. ۱۹۳۴. An Examination of the Degtareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method .S Sci. ۳۷:۲۹-۳۸.

Abstract

The effect of rice cultivation methods on the availability of soil nutrients, was evaluated using split plot based on randomized complete block in three replications in Isfahan Agricultural Research Center. Three rice cultivation methods were system of Rice Intensification (SRI), Conventional Rice Cultivation System (CRC) and Improved Rice Cultivation System (IRC) were main plot factor and the availability of nutrients were sub plot. The results showed that, cultivation systems had a significant effect on EC and micronutrients availability. Irrigation systems has changed some chemical properties of soil specially Mn and Fe availability.

نگهداشت پرکلرواتیلن در خاک با بافت رسی

منصور چترنور [۱]، مهدی همایی [۲]، محمد محمودیان شوشتری [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاک‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۲- استاد گروه خاک‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس ،
۳- استاد گروه عمران، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

یکی از روش¬های رایج دفع آلودگی پساب¬های صنعتی و هیدروکربنی، رهاسازی آن‌ها در خاک است. در این پژوهش رفتار نگهداشت پرکلرواتیلن در خاکی با بافت رسی تعیین و با رفتار نگهداشت آب مقایسه گردید. برای برآورد منحنی نگهداشت این سیالات از مدل‌های ون‌گنوختن، بروکس- کوری و کوسوگی استفاده شد. نتایج نشان داد که پرکلرواتیلن نسبت به آب نگهداشت کمتری در خاک دارد. پارامتر نقطه ورود هوا به خاک ( ) در هر سه مدل ون‌گنوختن، بروکس- کوری و کوسوگی برای آب مقدار کمتری نسبت به پرکلرواتیلن است که سبب می شود که نقطه عطف منحنی نگهداشت آلاینده در قسمت پایین تری نسبت به آب قرار بگیرد. پارامترهای توزیع تخلخل شامل ، n و در پرکلرواتیلن نسبت به آب مقدار کمتری دارد که سبب می‌شود منحنی نگهداشت پرکلرواتیلن شیب نسبی بیشتری نسبت آب داشته باشد. با توجه به نگهداشت کمتر و هدایت هیدرولیکی بیشتر پرکلرواتیلن نسبت به آب، این آلاینده حرکت سریع تری را در خاک دارد.

واژه های کلیدی: آلودگی هیدروکربنی، پرکلرواتیلن، منحنی نگهداشت

مقدمه

ترکیبات دسته *NAPLs*[۱۶۴] از مهم‌ترین آلاینده‌های آب‌های زیر زمینی به شمار می‌روند. ترکیبات کلردار مثل پرکلرواتیلن و تری کلرو اتیلن از الاینده های سمی و خطرناک این دسته هستند. انتقال و حرکت آلاینده¬های *NAPL* متأثر از حجم آلاینده رها شده در محیط، سطح نفوذ، مدت زمان رها شدن، ویژگی¬های مکانیکی و شیمیایی آلاینده، ویژگی ها ی مکانیکی محیط متخلخل و وضعیت آب زیر زمینی در محل آلودگی است (Aminian et al., ۲۰۰۲). منحنی نگهداشت خاک (*Soil Retention curve*) بیانگر مقدار فاز مایع موجود در خاک به صورت تابعی از مکش ماتریک خاک است. بروکز و کوری (Brooks and Corey, ۱۹۶۴) مدلی را برای بررسی جریان نفت در خاک بدست آورد که به دلیل سادگی شکل آن در فیزیک خاک هم استفاده می‌شود. مدل ونگنوختن (Van Genuchten, ۱۹۸۰) از رایج ترین مدل های منحنی مشخصه رطوبتی است که به طور گسترده مورد استفاده پژوهشگران قرار گرفته است. در نهایت کوسوگی (۱۹۹۶) پیشنهادهایی برای اصلاح مدل های قبلی ارائه نمود و مدلی تحت عنوان مدل توزیع نرمال که دارای تابع خطای متمم است، ارائه داد.

$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \begin{cases} \frac{1}{2} erfc\left(\frac{\ln\left(h/\alpha\right)}{\sqrt{2n}} \right) & h < 0 \\ 1 \end{cases} \qquad (۱)$$

در این رابطه erfc تابع خطای متمّم، عکس نقطه ورود هوا به خاک(L^{-1})، $_r$ و $_s$ به ترتیب رطوبت‌باقیمانده و رطوبت اشباع است (L^3L^{-3}) و n انحراف استاندارد توزیع فشار کاپیلاری در منافذ تغییر یافته (پارامتری بدون بعد) است.

نوری و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به بررسی اثر نفت سفید بر روی ویژگی‌های هیدرولیکی منحنی نگهداشت و هدایت هیدرولیکی پرداختند. از طریق سه مدل ون‌گنوختن، بروکز - کوری و کمپل رفتار این آلاینده را در محیط متخلخل پیش‌بینی کردند و در پایان نتیجه گرفتند که این سیال به دلیل کشش سطحی کمتر و زاویه تماس بیشتر، رفتار نگهداشت کمتری نسبت به آب در محیط متخلخل دارد. مدل بروکز- کوری و کمپل نسبت به مدل ون‌گنوختن کارایی کمتری برای پیش‌بینی رفتار دو سیال داشت و سه مدل کمپل، بروکز- کوری و ون‌گنوختن، برای نفت سفید نسبت به آب کارایی بیشتری از خود نشان دادند. راکن و همکاران روشی را برای تعیین منحنی نگهداشت *DNAPL* موجود در ماسه‌سنگ‌ها مورد آزمایش قرار دادند. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که فرایند حرکت *DNAPL* ها در محیط متخلخل تا حد زیادی به توزیع فضایی منافذ محیط بستگی دارد. منحنی فشار مویینگی اندازه گیری شده از مدل بروکس و کوری. تبعیت نمود. اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری و شبیه سازی شده توسط مدل *IP*، نشان داد که این مدل اثرات ناشی از نوسان و ناهمواری محیط متخلخل را در نظر نمی‌گیرد. هدف از این پژوهش تعیین منحنی نگهداشت سیال پرکلرواتیلن و مقایسه آن با سیال آب در خاک با بافت رسی است.

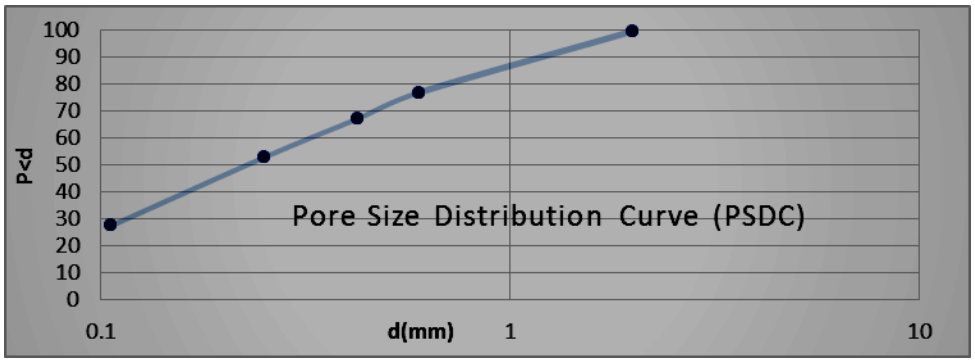
[۱۶۴] Nonaqueous Phase Liquids

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های فیزیکی و منحنی توزیع اندازه ذرات محیط متخلخل مورد مطالعه در این پژوهش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی¬های فیزیکی خاک با بافت رسی

بافت	تخلخل حجمی (%)	ρ_b (g.cm^{-3})	ρ_p (g.cm^{-3})	dg (mm)	σ_g
Clay	۵۳/۰	۰۱۷/۱	۱۶/۲	۰۰۵۱/۰	۸۷/۸



شکل ۱. منحنی توزیع اندازه ذرات خاک Clay

در این پژوهش از سیالات پرکلرواتیلن و آب استفاده شد. پرکلرواتیلن با نام اختصاری (PCE)، از گروه ترکیبات آلیفاتیک کلردار با فرمول شیمیایی آن (C_2Cl_4) و دارای جرم مولکولی و چگالی به ترتیب ۸/۱۶۵ g/ml و ۶/۱ g/ml است. این ترکیب به صورت مایعی فرار، به شدت پایدار و اغلب غیر قابل اشتعال می‌باشد. میزان حلالیت پرکلرواتیلن به میزان ۱۱۵۰ mg/l در ۲۰ $^{\circ}C$ است. پرکلرواتیلن به عنوان حلال انواع چربی ها و تمیز کننده خشک[۱۶۵]، به طور گسترده در خشک شویی‌ها و همچنین در صنایع فلزی و نساجی کاربرد دارد. خصوصیات فیزیکی سیالات در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی سیالات مورد استفاده در آزمایش

نام سیال	گرانروی (cp[۱])	کشش سطحی (dyne/cm)	وزن مخصوص (g.cm^{-3})
پرکلرواتیلن	۸۳۹/۰	۸۶/۳۲	۶۲۳/۱
آب	۱	۲/۷۲	۱

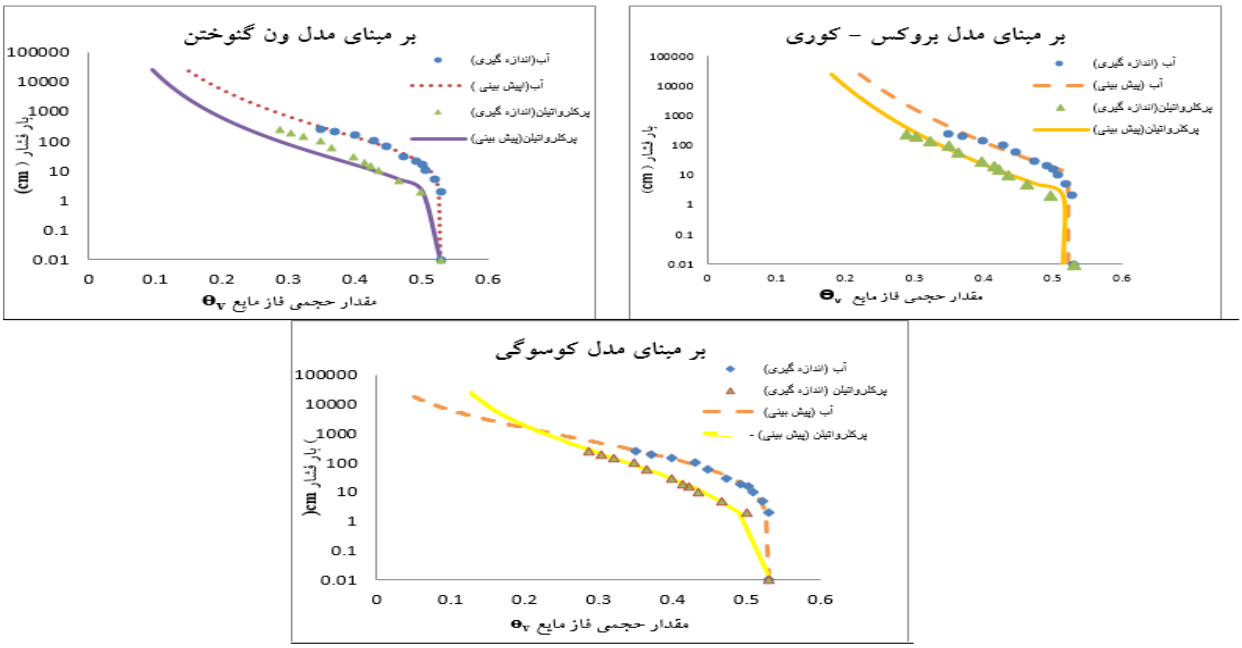
۱ . سانتی پواز، ۲. سانتی استوکس،

نمونه خاک پس از اشباع ۲۴ ساعته در قیف دستگاه بوخنر ستون آویزان قرار داده شد. به‌منظور جلوگیری از تصعید سیال (بویژه پرکلرواتیلن) درب قیف بوخنر با صفحات سلفونی پوشانده شد. با وارد کردن مکش‌های ۱۰ ، ۲۰ ، ۳۰ ، ۶۰ ، ۱۰۰ ، ۱۵۰ ، ۲۰۰ و ۲۵۰ به نمونه خاک منحنی نگهداشت برای سیالات تری‌کلرواتیلن و آب تعیین شد. سپس منحنی نگهداشت آب و پرکلرواتیلن توابع هیدرولیکی بروکز و کوری (۱۹۶۴) ون‌گنوختن (۱۹۸۰) و کوسوگی (۱۹۹۶) پیش‌بینی شد.

۱۶۵. Dry cleaning

نتیجه گیری و بحث

شکل ۲ نشاندهنده منحنی نگهداشت اندازه‌گیری شده و برآورد شده، بر مبنای مدل‌های ون‌گنوختن، بروکز-کوری و کوسوگی، برای سیالات پرکلرواتیلن، آب در خاک با بافت رسی: است؛ با توجه به اشکال موجود مشاهده می‌شود که در یک مقدار معین از فاز مایع حجمی، مقدار مکش کمتری برای زهکشی پرکلرواتیلن نسبت به آب لازم است دلیل آن را در ویژگی‌های فیزیکی سیالات از قبیل کشش سطحی سیال ( )، زاویه‌ی تماس ( )، وزن مخصوص ( ) و گرانروی سیالات که بر روی نگهداشت سیالات در خاک اثر دارند می‌باشد. در حالت کلی برآیند این ویژگی‌های سیالات بر روی منحنی نگهداشت خاک اثرگذار خواهد بود. طبق معادله‌ی لاپلاس: $h = \frac{2\sigma \cos\alpha}{\rho g r}$ در یک مقدار مشخص مایع، هر چه کشش سطحی سیال ( ) کاهش و وزن مخصوص سیال ( ) و زاویه‌ی تماس ( ) افزایش یابد، توانایی نگهداشت خاک برای سیال کاهش می‌یابد که با توجه به شکل ۲رفتار نگهداشت آب و پرکلرواتیلن به خوبی توجیه می شود.



در سیستم¬های دو فازی برای سیالات آب و پرکلرواتیلن Clay شکل ۲. منحنی¬های نگهداشت خاک

جدول ۴-۲ پارامترهای منحنی نگهداشت محیط‌های متخلخل مربوط به سیستم‌های دو فازی را نشان می‌دهد. پارامترهای مربوط به توزیع تخلخل (n در مدل ون گنوختن و در مدل بروکس- کوری و در مدل کوسوگی) تغییرات کمی نسبت به هم دارند بنابرین شیب منحنی نگهداشت این سیالات به هم نزدیک بوده و تغییرات معناداری را نشان نمی‌دهد. با این وجود این پارامتر توزیع تخلخل از ترتیب (پرکلرواتیلن > آب) تبعیت می‌کند. پارامترهای نماینده پتانسیل ورود هوا در دو مدل ون‌گنوختن و بروکز- کوری برای پرکلرواتیلن بیشتر از آب است ولی در مدل کوسوگی بین دو سیال پرکلرواتیلن آب تفاوت معناداری وجود ندارد. و در هر مدل از ترتیب (آب < پرکلرواتیلن) پیروی می‌کند بنابرین پتانسیل ورود هوا برای ماده پرکلرواتیلن از دو سیال دیگر بیشتر است و از ترتیب (آب < پرکلرواتیلن) تبعیت می‌کند.

جدول ۳. پارامترهای مدل‌های منحنی نگهداشت در خاک با بافت رسی

سیال	مدل										
	LN			BC				VG			
	θ_s	σ	α^2	θ_r	λ	α^2	ℓ	θ_r	α^1	m	n
پرکلرواتیلن	۰/۵۳	۳/۴۳	۰/۰۰۶	۰۰۷	۰/۱۱۴	۰/۴۰۴	۰/۵۴	۰/۰۰۱	۰/۲۲	۰/۱۶	۱/۲
آب	۰/۵۳	۲/۴۲۷	۰/۰۰۱۳	/۰۳	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۵۴	۰/۰۰۱	۰/۰۲۶	۰/۱۶	۱/۱۹

۱. در مدل ون‌گنوختن، ۲. در مدل بروکز-کوری، ۳. در مدل کوسوگی، .

منابع

نوری، م. همایی، م. بایبوردی. م. ۱۳۹۱. بررسی پارامتریک ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در حضور آلاینده نفت سفید. نشریه حفاظت منابع آب و خاک. سال دوم. شماره اول

Amin, M.M., Faraji, M., Momenbeik, F. and Hasanzadeh, A. ۲۰۱۱. Biodegradation of Perchloroethylene (PCE) in the Synthetic Industrial Wastewater Using Anaerobic Migrating Blanket Reactor (AMBR). *Health System Research,* ۷.

Brooks RH and Corey AT, ۱۹۶۴. Hydraulic properties of porous media. Hydrology Papers, Colorado State University.

van Genuchten MTh, ۱۹۸۰. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J, ۴۴(۵): ۸۹۲-۸۹۸.

Kaseros, V.B., Sleep, B.E. and Bagley, D.M. ۲۰۰۰. Column studies of biodegradation of mixtures of tetrachloroethene and carbon tetrachloride. *Water Research*, ۳۴(۱۷): ۴۱۶۱-۴۱۶۸

Kosugi, K. ۱۹۹۶. Lognormal distribution model for unsaturated soil hydraulic properties. *Water Resources Research,* ۳۲: ۲۶۹۷-۲۷۰۳.

Weerakone, W., Wong, R. and Mehrotra, A. ۲۰۱۲. Measurement of Capillary Pressure Curve of DNAPL in a Water-Saturated Sandstone Fracture. *Journal ofGeotechnical and Geoenvironmental Engineering,* ۱۳۸(۵): ۶۱۴-۶۲۴

Abstract

One of the common industrial and hydrocarbon contaminants disposal methods is the release of such materials into the soil. In this study, the retention behaviors of Perchloroethylene in clay textured soil was determined and compared to that of water. By using the van Genuchten, Brooks-Corey and Kosugi models, the retention curves of fluids were predicted. The results indicated that Perchloroethylene has lesser retention in soil compared to water. In all three models (Genuchten, Brooks-Corey and Kosugi) the air entry value parameters for water was less than that of Perchloroethylene, that causes the turning point of the Perchloroethylene retention curve, placed in the lower part compared to water. The pore distribution parameters (i.e. n, and) in Perchloroethylene was lower than water, that cause of relative retention curve slope perchloroethylene further than water. Perchloroethylene moves faster in soil media due to its lower retention and more hydraulic conductivity compared to water.

بررسی کیفیت خاک باغات سیب سمیرم به منظور مدیریت پایدار تولید محصول سالم

اکبر گندمکار [۱] و مجید بصیرت [۲]
۱-هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان و موسسه تحقیقات خاک و آب سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ۲-هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان و موسسه تحقیقات خاک و آب سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده
جهت بررسی کیفیت خاک نسبت به تعیین باغات مناسب و تهیه نمونه خاک مرکب در سمیرم اصفهان اقدام گردید. باغاتی انتخاب شدند که دارای عملکردهای متفاوت بودند یعنی شامل باغات با عملکردهای متفاوت بودند و دامنه گوناگونی از خصوصیات خاك را نیز شامل می شدند. اما محدودیت های غالب باغات را نیز دارا بودند. فسفر قابل جذب خاک دارای متوسط کل ۲/۱۱ میلی گرم در کیلو گرم در وضعیت مطلوبی قرار داشت. پتاسیم قابل جذب خاک با متوسط کل ۱۹۰ میلی گرم در کیلو گرم کمبود نشان داد. میانگین کربن آلی خاک ۳/۱درصد است که وضعیت متوسطی را نشان می دهد. نتایج نشان داد که استفاده طولانی مدت سبب کاهش حاصلخیزی و کیفیت خاک شده است. لازم است علاوه بر اصلاح خاک در زمان احداث باغ با کاربرد مواد آلی، پتاسیم، گوگرد، کودهای بیولوژیک، ذغال و غیره ، هر ساله نسبت به تامین عناصر کودی مورد نیاز درخت اقدام نمود.
واژه‌های کلیدی: کیفیت خاک، سیب سمیرم، کربن آلی

مقدمه
خاک از عوامل اساسی در تولید محصولات کشاورزی می باشد. هنگامی دارای تولیدی پایدار و محصولی سالم هستیم که خصوصیات فیزیکی ، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در وضعیت مناسبی جهت رشد و نمو درختان قرار داشته باشند. تولید پایدار و بهبود کیفیت منابع خاک و آب از چالش‌های مدیریت تغذیه گیاهی می‌باشد. برای پایداری یك سیستم کشت بایستی همه عناصر غذایی برداشت شده بوسیله گیاه، توسط منابع موجود، جایگزین گردد. عدم مصرف متناسب عناصرغذایی، تهدیدی جدی برای کشاورزی پایدار می‌باشد. یکی از منابع تأمین عناصر غذایی و افزایش تولیدات گیاهی در بسیاری از سیستم های کشت استفاده از کودهای شیمیائی می باشد. ولی از طرفی مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی باعث آلودگی منابع آب و خاک می شود. بنابراین ارزیابی کمی و کیفی کودها بدلیل خطرات و آسیب های زیست محیطی ناشی از مصرف آنها بایستی انجام شود(ریگانولد و همکاران ۲۰۰۶). با توجه به آهکی بودن خاك(۵۰درصد)، پ.هاش قلیائی(پ هاش ۸)، مواد آلی اندك(۰/۷ %) و سالیان متمادی بهره برداری بدون توجه به تغذیه متعادل کودهای شیمیایی و مواد آلی در درختان سیب سمیرم مشکلات متعدد تغذیه ای (کمبود فسفر، پتاسیم،روی ومنگنز) مشاهده میگردد. از نشانه های بارز آن عملکرد پائین، انواع کلروز و نکروز ، جاروئی شدن و خشکیدگی سرشاخه ها و ریزش گل و میوه میباشند.

در تمامی مناطق تولید سیب درختی جهان و همچنین ایران مانند سمیرم، ارومیه، دماوند، خراسان، فارس و ... کمبود گسترده کلسیم موجب افت فاحش کیفیت میوه تولیدی بسیاری از باغات گردیده است. بدلیل فنولوژی خاص ریشه درخت سیب، برای جذب کلسیم ضعیف است و کلسیم کمی جذب می کند همچنین رقابت دیگر عناصر نیز موجب تشدید این امر میگردد. از این رو مقدار بالای پتاسیم ، منیزیم و آمونیوم هر کدام جذب کلسیم را کاهش می دهند. کلسیمی که توسط ریشه جذب شده نیز به آهستگی در طول درخت حرکت می کند تا به میوه برسد. بیان گردیده درختان دانه دار نظیر سیب و به در مقایسه درختان هسته دار مانند انواع آلو، سیستم ریشه ضعیفی داشته و کمبود عناصر بیشتر در آنها دیده میشود. پاسخ سریع کاربرد کلسیم وقتی است که کلسیم مستقیما روی سطح میوه پاشیده شود. مابین اندام هوایی و میوه نیز برای جذب کلسیم رقابت شدیدی وجود دارد و بخش هوایی معمولا قوی تر عمل می کند. هر عاملی که محرک رشد اندام های رویشی درخت باشد سبب عدم دریافت کلسیم کافی توسط میوه می شود.

نسبت های نیتروژن به کلسیم(N/Ca) و پتاسیم به کلسیم (K/Ca)بعنوان معیارهای مناسب تری نسبت به غلظت آنها، جهت ارزیابی وضعیت ایندو عنصر در میوه نیز بیان گردیده است. همچنین گزارش شده که نوسانات شدید آبیاری، کوددهی زیاد و تولید میوه درشت و هرس شدید و دیر هنگام موجب گسترش لکه تلخی و کمبود کلسیم در میوه سیب می شود. کنترل سال آوری با تنک کردن گل و میوه نیز در پیشگیری از لکه تلخی موثر است. افزایش مقدار کلسیم و کاهش نسبت ازت به کلسیم، پتاسیم به کلسیم و منیزیم به کلسیم سبب کاهش لکه تلخی سیب میگردد. تابستان گرم با افزایش نسبت پتاسیم به کلسیم بروز لکه تلخی سیب را تشدید مینماید.

بعلت سیستم سطحی ریشه (بیش از ۷۰% ریشه های فعال درخت در عمق ۵۰ سانتیمتری)،درختان سیب به تهویه و تراکم خاك بسیار حساس میباشند. اکثر باغات میوه کشور در خاکهای آهکی ایجاد شده اند. در خاکهای آهکی بدلیل وجود پ هاش بالا و غلظت زیاد آنیون بیکربنات در محلول خاک، بخشی از عناصر غذایی که قابلیت جذب آنها وابسته به پ هاش است(نظیر فسفر، آهن، منگنز، مس و روی) تثبیت و از دسترس گیاه خارج می شوند بطوریکه علیرغم وجود مقادیر قابل توجه عناصر یاد شده در خاک، فرم محلول و قابلت جذب آنها معمولا کمتر از مقداری است که بتواند نیاز گیاه به این عناصر را برطرف نماید. لذا در مواردی

کمبود این عناصر غذایی (بویژه آهن) یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاه و تولید محصولات باغی محسوب می شود(شهابی ۱۳۸۰).

با عدم تامین کامل نیازهای غذایی درختان در طول سال های بهره برداری آنها ضعیف شده و موجب گسترش بیماریهای کشنده نظیرشانکرسیتوسپورایی(عامل ثانوی) شده است. با تغذیه کامل و افزایش سلامت و قوی شدن سیستم ایمنی درخت سیب از بروز بیماری فوق جلوگیری می شود. کاربرد عناصر غذایی بصورت محلولپاشی قبل و پس از برداشت محصول موجب افزایش غلظت شیره موجود در آوندها افزایش مقاومت شاخه ها در برابر یخ زدگی و جلوگیری از بروز شانکر بسیار موثر گزارش شده است.

مواد و روش

نسبت به تعیین باغات مناسب و تهیه نمونه خاک مرکب و ثبت مختصات جغرافیایی و مدیریت باغ در مورد آبیاری، کوددهی، مبارزه با آفات و بیماری ها و ... اقدام گردید. باغاتی انتخاب شدند که دارای عملکردهای متفاوت باشند یعنی شامل باغات با عملکرد مطلوب، عملکرد متوسط و عملکرد پایین بودند. دامنه متفاوتی از خصوصیات خاك (با استفاده از مطالعات خاك .....) را نیز شامل می شدند. در عین حال از لحاظ مولفه های خاک و سن باغ و وضعیت عمومی یکسانی بودند اما محدودیت های غالب منطقه را نیز دارا بودند. مختصات جغرافیایی(طول، عرض،ارتفاع) توسط دستگاه GPSبرای هر باغ ثبت گردید. برای هر باغ پرسشنامه ای تکمیل و در آن اطلاعات مدیریتی باغ درج گردید. فاکتور های خاک شامل درصد ماده آلی، غلظت قابل جذب عناصر ماکرو و میکرو در عمق های صفر تا ۳۰ سانتی متری و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متری(جائیکه عمق خاک اجازه داد) تعیین گردیدند. نمونه های مرکب خاک از دوسوم بیرونی تاج درخت در محلی که چالکود نشده اما جبهه رطوبتی داشت و ریشه درختان در آن فعال بودند گرفته شد. تجزیه و تحلیل های آماری داده های خاک و برگ و ... با استفاده از نرم افزار های(SAS , MSTATC , SPSS) انجام گردید.

نتایج و بحث

منابع آب باغات سمیرم شامل چاه های نیمه عمیق ، چشمه و رودخانه می باشند. کیفیت آب جهت آبیاری مطلوب بوده و تنها در بعضی موارد غلظت بیکربنات آب بالا بوده(در باغاتی که فاقد استخر ذخیره آب بوده و آب سرد وارد سیستم آبیاری می گردد) که موجب تشدید کمبود عناصری مانند آهن، روی و منگنز در گیاه می گردد. سیستم آبیاری باغات قطره ای یا آبیاری معمولی(نشتی) بوده، و بنا بر رکوردهای موجود میانگین آب مصرفی سالیانه حدود هفت هزار متر مکعب در هکتار است.

میانگین بافت خاک شامل ۲۶ درصد شن، ۳۱درصد سیلت و ۴۳ رس بوده و در کلاس کلی لوم قرار دارد. بافت خاک سنگین بوده و افزایش کربن آلی خاک، میتواند موجب بهبود ساختمان و تهویه خاک شده که برای توسعه ریشه درختان سیب بسیارحائز اهمیت است. از خصوصیات بارز خاک های منطقه سمیرم، خاک کم عمق، وجود آهک ($CaCO_3$)فراوان در ماتریکس خاک و لایه های آهکی در پروفیل خاک که از گسترش ریشه درخت جلوگیری می کند و تمامی تعادلات و فرایندهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک را تحت تاثیر خود قرار می دهد. تیب اراضی فلات های با شیب زیاد و سنگریزه فراوان می باشند.

جدول تعدادی ازخصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاك باغات سیب سمیرم

عمق خاك (cm)	O C	$CaCO_3$ %	رس	کلاس بافتی	EC dS m^{-1}	pH
۳۰-۰	۵۴/۱	۴۵	۲۹	کلی لوم	۶۲/۰	۷/۷
۶۰-۳۰	۸۹/۰	۵۲	۲۹	کلی لوم	۴۰/۰	۸/۷

عمق خاك (cm)	P	K	Zn	Mn	Fe	Cu	B
				mg kg^{-1}			
۳۰-۰	۵/۶	۲۱۰	۸۱/۰	۱۳	۹	۵/۲	۱/۰
۶۰-۳۰	۵/۴	۱۶۸	۴۸/۰	۵/۷	۶	۷/۱	۱۴/۰

درصد گچ($CaSO_4, 2H_2O$) خاک ناچیز است.

بنابر نتایج تجزیه خاک دامنه تغییرات عناصر غذایی خاک بدین قرار می باشند، فسفر قابل جذب خاک با متوسط کل ۲/۱۱ میلی گرم در کیلو گرم ، ۵۰ درصد نمونه ها تا ۵/۵ میلی گرم در کیلوگرم ، ۱۵ درصد نمونه ها تا ۱۰-۵/۵ میلیگرم در کیلوگرم ،۲۳ درصد نمونه ها تا ۱۵-۱۰ میلیگرم در کیلوگرم ، ۱۲ درصد نمونه ها تا ۱۵ میلیگرم در کیلوگرم قرار دارند. در کل مقدار فسفر قابل جذب خاک در وضعیت مطلوبی قرار دارد. اضافه نمودن قارچهای مایکوریزا(بعنوان کود بیولوژیک) به رایزوسفر ریشه در افزایش راندمان جذب آب و فسفر بومی خاک بسیار موثر گزارش شده است.

پتاسیم قابل جذب خاک: متوسط کل ۱۹۰ میلی گرم در کیلو گرم ، ۶درصد کمتر از ۱۲۰ میلی گرم در کیلو گرم. میانگین کربن آلی خاک ۳/۱درصد است که وضعیت متوسطی را نشان می دهد. لازم است نسبت به کاربرد سولفات پتاس معمولی در زمستان بصورت چالکود، پتاس مورد نیاز درخت را تامین نمود. همچنین میتوان از منابع با حلالیت بالا نظیر سولوپتاس در طول فصل رشد استفاده نمود. مابین عناصر کم نیاز، عنصر روی با میانگین ۷/۰ میلیگرم در کیلوگرم خاک کمتر از حد مورد نیاز درخت است. میانگین آهن ۸/۸ ، منگنز ۶/۱۰ و مس ۳/۱ میلیگرم در کیلوگرم خاک است و وضعیت مناسبی را نشان میدهند.

نتیجه گیری: درخت سیب از معدود درختان میوه است که در مناطق کوهستانی با ارتفاع بالای دو هزار متر بخوبی رشد و نمو کرده و زمستانهای بسیار سرد و طولانی را تحمل نموده و بهترین میوه را هم در این شرایط تولید میکند. در حالیکه این شرایط برای دیگر درختان میوه مناسب نیست. در این شرائط اقلیمی(سرشاخه های حوزه های آبخیز) و تیپ اراضی فلات(تپه ماهور) با شیب های تند و خاک کم عمق و حساس به فرسایش است. اکثریت باغهای سیب ایران از جمله سمیرم اصفهان در تیپ اراضی فوق با استفاده از آبیاری قطره ای گسترش بیرویه یافته است. خاک کم عمق ، سیستم ضعیف ریشه سیب، پدیده تغییر اقلیم و غیره موجب بروز مشکلات متعدد تغذیه ای از جمله کمبود کلسیم و بروز گسترده لکه تلخی میوه شده است. لازم است علاوه بر اصلاح خاک در زمان احداث باغ با کاربرد مواد آلی، گوگرد، کودهای بیولوژیک، ذغال و غیره ، هر ساله نسبت به تامین عناصر کودی مورد نیاز درخت اقدام نمود.

منابع

شهابی، ع. ا. ۱۳۸۰. شناخت ناهنجاریهای تغذیه ای و ارائه راهکارهای مدیریتی مصرف بهینه کود برای رتقاء عملکرد کمی و کیفی درختان سیب در منطقه سمیرم، پایان نامه دکتری ، دانشگاه تربیت مدرس،دانشکده کشاورزی، تهران، ایران.

Jensen, M., Rorabaugh P. and M. Garcia. ۲۰۰۷. Comparing five growing media for physical Characteristics and tomato yield potential. Controlled Environment Agriculture Center, College of Agriculture and Life Science, The university of Arizona.

Martina K., Bernhard F., lsbergen H., Harald S., and Jurgen K.F.J. ۲۰۱۵. Humus balances of different farm production systems in main production areas in Austria , Plant Nutr. Soil Sci. ۱۷۸, ۲۵-۳۴.

Reganold J.P., Glover J.D., Andrews P.K., and Hinman H.R. ۲۰۰۶. Sustainability of tree apple production systems, Nature ۴۱۰:۹۲۶-۹۳۰.

Reijneveld A., Wensem J. and Oenema O. ۲۰۰۹. Soil organic carbon contents of agricultural land in the Netherlands between ۱۹۸۴ and ۲۰۰۴, Wageningen University and Research Centre, Alterra, Netherlands.

Salt D.E., Smith R.D., and Raskin I. ۱۹۹۸. Phytoremediation. Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology, ۴۹: ۶۴۳-۶۶۸.

Wells C.E., Eissenstat D. M. ۲۰۰۳. Beyond the roots of young seedlings: The influence of age and order on fine root physiology. J. Plant Growth Regul. ۲۱, ۳۲۴-۳۳۴.

Xia M.Z. and Xiong F.Q.۱۹۹۱. Interaction of molybdenum, phosphorus and potassium on yield of Vicia faba. J. Agr. Sci. ۱۱۷, ۸۵-۸۹.

Abstract

To evaluate the soil quality of Semirom apple garden, soil sample were collected. The selected gardens had different yield and soil properties, but had the most problems of gardens. Average of soil organic carbon(SOC) measured as ۱.۳ percent. Soil available P (۱۱.۲ mg kg^{-1})and K (۱۹۰ mg kg^{-1})were at adequate limit.The long-term agricultural practices in apple gardens resulted low soil fertility and quality. Farmers must conditioned the soil by applied of organic matter, K, S, biochar, biological fertilizers and sustainability other fertilizers.

تعیین سطح مناسب فسفر در خاک‌های مناطق توتون‌کاری استان‌های مازندران و گلستان برای توتون رقم K_{326} در شرایط گلدانی

عبدالغفور قلی‌زاده [۱]، ، رضا خراسانی [۲]، علیرضا کریمی [۲]، عبدالرحیم مهدوی [۱و۲] غلامرضا مرادی [۱]
۱- محقق مرکز تحقیقات و آموزش توتون تیرتاش، ۲- عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده
جهت تعیین سطح مناسب فسفر، از خاک‌های مناطق توتون‌کاری استان‌های مازندران و گلستان تعداد ۵۰ نمونه خاک سطحی تهیه و پس از تجزیه نمونه‌ها، تعداد ۲۱ نمونه که از نظر فسفر قابل استفاده، درصد آهک کل و خواص فیزیکوشیمیایی دارای تنوع کافی بوده انتخاب گردید. طرح در قالب فاکتوریل بر پایهٔ کاملا تصادفی با ۴۲ تیمار در ۳ تکرار اجرا شد، که عامل اول انواع مختلف خاک (۲۱ نمونه خاک) و عامل دوم دو سطح فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل (صفر و ۴۶ کیلوگرم پنتا اکسید فسفر) بود. در طول فصل رشد از بزرگترین برگ‌های رسیده نمونه‌گیری و فسفر کل اندازه‌گیری و همچنین صفات مورفولوژیکی و عملکردی تعیین شد. در نهایت سطح مناسب فسفر با روش تصویری کیت- نلسون برای دستیابی به ۹۵ درصد عملکرد نسبی وزن سبز، وزن خشک و درآمد ناخالص نسبی، ۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک (ppm) تعیین گردید.

واژه های کلیدی: سطح مناسب فسفر، توتون، روش تصویری کیت ـ نلسون

مقدمه
فسفر در بین عناصر غذایی بعد از نیتروژن مهم ترین عامل محدودکننده تولیدات کشاورزی در بیش تر مناطق جهان و ایران می باشد. منابع فسفر محدود بوده و امکان اتمام آن ها وجود دارد (سالاردینی، ۱۳۷۴). فرشادی فر و دردی‌پور (۱۳۸۸) حد بحرانی فسفر برای گندم در تعدادی از خاک‌های لسی استان گلستان را ۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک تعیین کردند و به این نتیجه رسیدند که ۶۰ درصد خاک‌های مورد بررسی زیر حد بحرانی و ۴۰ درصد نیز بالای حد بحرانی قرار داشتند. مستشاری و ربانی (۱۳۸۹) در تحقیقی تحت عنوان تعیین حدود بحرانی عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در خاک و گیاه در مزارع گندم منطقه قزوین به روش تصویری کیت ـ نلسون نشان دادند که حد بحرانی فسفر برای گندم در خاک ۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و در برگ گندم ۲۸/۰ درصد است.
هاشمی مجد و همکاران (۱۳۸۸) حد بحرانی فسفر برای گیاه یونجه را در خاک‌های شهرستان اردبیل ۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بدست آوردند. همچنین حد بحرانی فسفر برای گیاه یونجه توسط دانك و همکاران (۱۹۹۲) ۱۶ و میتوش و همکاران (۲۰۰۲) ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بدست آمد. کاظمی و همکاران (۱۳۹۰) در تعیین حد بحرانی فسفر و تاثیر آن بر رشد و عملکرد ذرت به این نتیجه رسیدند که حد بحرانی فسفر در شرایط گلخانه‌ای در منطقه میانه برای دستیابی به ۹۰ درصد عملکرد نسبی ماده خشك گیاهی ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاك می‌باشد. میرزاوند و همکاران (۱۳۸۸) حد بحرانی فسفر قابل استفاده خاك برای گیاه برنج (رقم قصر دشتی) در خاك‌های آهکی شالیزاری استان فارس را حدود ۸/۱۳ میلی گرم بر کیلوگرم خاك تعیین کردند.
عطاردی و نادری (۱۳۸۸) حد بحرانی فسفر قابل جذب گیاه سورگوم را به روش عصاره‌گیری اولسن ۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاك بدست آوردند. تحقیقی که در کشور فرانسه توسط نیکولاس (۲۰۰۵) انجام گرفت نشان داد که حداکثر مصرف فسفر ۵ کیلوگرم به شکل P_2O_5 در هر تن عملکرد توتون گرمخانه‌ای و ۴ کیلوگرم در هر تن عملکرد توتون بارلی است که این میزان برای پتاسیم ۶۰ کیلوگرم به شکل K_2O به ازای هر تن عملکرد توتون گرمخانه‌ای و ۱۶۰ کیلوگرم به ازای هر تن عملکرد بارلی بود. استان‌های مازندران و گلستان از عمده‌ترین مناطق تولید توتون در ایران است. با این وجود در این مناطق بررسی‌های اندکی در مورد وضعیت فسفر صورت گرفته است. لذا این طرح با هدف تعیین حد بحرانی فسفر در خاك مناطق و پاسخ‌های گیاهی به کاربرد مقادیر مختلف آن می‌تواند کمك مؤثری در توصیه بهینه کودی این عنصر غذایی باشد.

مواد و روش‌ها
این آزمایش شامل نمونه‌برداری، مطالعات آزمایشگاهی و گلخانه‌ای بود. نمونه‌برداری طی دو مرحله انجام شد، در مرحله اول، ۵۰ نمونه خاك از مناطق توتون‌کاری استان‌های مازندران و گلستان از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری به صورت مرکب تهیّه و محل نمونه‌ها با دستگاه GPS مشخص گردید. سپس برای هر نمونه، فسفر قابل استفاده (روش اولسن)، درصد آهک خاک (روش خنثی سازی با اسید کلریدریك)، بافت خاك (روش هیدرومتری) و کربن آلی (روش والکلی ـ بلاك) تعیین شدند (احیایی، ۱۳۷۶). پس از تجزیه فیزیکوشیمیایی نمونه‌ها، تعداد ۲۱ نمونه به نحوی انتخاب شدند که دارای پراکنش خوبی از نظر فسفر قابل استفاده و درصد آهک خاک بودند و همچنین از نظر خواص فیزیکوشیمیایی دارای تنوع کافی بوده و نیز منطقه وسیعی را در بر داشتند. در مرحله دوم (برای مطالعات گلخانه‌ای از نمونه‌های انتخاب شده برای هر مزرعه، نمونه برداری مجدد صورت گرفت.) نیز تهیّه نمونه خاک از عمق

صفر تا ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. بخشی از نمونه‌های آماده شده برای انجام تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه منتقل و بقیّه آن برای انجام کشت به گلخانه مرکز منتقل شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در گلدان‌های پلاستیکی ۲۰ کیلوگرمی اجرا شدند. عامل اوّل، ۲۱ نوع خاك مناطق کشت توتون استان‌های مازندران و گلستان و عامل دوّم، دو سطح صفر و ۴۶ کیلوگرم پنتا اکسید فسفر (P_2O_5) در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل بودند. کودهای ازت و پتاسیم به ترتیب از منابع نیترات فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم بر اساس تجزیه خاک به گلدان‌ها اضافه شدند.

نشاء رقم K326 در گلدان‌ها نشاکاری شده و سایر عملیات داشت و برداشت طبق توصیه‌های مرکز انجام شد. آبیاری به صورت قطره‌ای انجام گرفت. در طول فصل رشد از کمربرگ‌های رسیده نمونه‌گیری و درصد قند (روش برتراند)، نیکوتین (روش کرستا) و فسفر کل اندازه‌گیری شد. همچنین صفات طول و عرض کمربرگ، قطر ساقه، کلروفیل برگ، وزن سبز، عملکرد، درآمد ناخالص و متوسط قیمت توتون تعیین شد. مقدار عملکرد نسبی برای فاکتورهای وزن سبز و عملکرد و درآمد ناخالص از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{عملکرد نسبی} = \left(\frac{\text{مقدار صفت مورد نظر در تیمار شاهد}}{\text{مقدار صفت مورد نظر در تیمار فسفر}}\right) \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

در نهایت سطح مناسب فسفر برای خاك‌های مورد آزمایش با روش تصویری کیت ـ نلسون تعیین گردید.

نتایج و بحث

نتایج برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاك مناطق نمونه‌برداری شده قبل از اعمال تیمار نشان داد که پراکنش اسیدیته خاک‌ها (pH) بین ۱۵/۷ و ۵۵/۷ است. خاک‌های مناطق توتون‌کاری استان مازندران به دلیل پراکندگی سطح زیر کشت دارای تنوع بیشتری از نظر اسیدیته خاک نسبت به استان گلستان بوده ولی میانگین اسیدیته خاک در استان گلستان (۴۵/۷) بیشتر از استان مازندران (۳۰/۷) است. کلیه نمونه‌های خاک دارای هدایت الکتریکی کمتر از ۱ دسی زیمنس بر متر هستند و جزء خاک‌های غیر شور (خاک‌های با هدایت الکتریکی کمتر از ۲ دسی زیمنس بر متر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) طبقه‌بندی شدند. میانگین هدایت الکتریکی در هر دو استان تقریبا مساوی بود. کلیه نمونه‌های خاک دارای میزان کلر کمتر از ۵/۱ میلی‌اکی‌والان بر لیتر بودند ولی میانگین میزان کلر در خاکهای مناطق نمونه‌برداری شده در استان گلستان (۰۰/۱ میلی‌اکی‌والان بر لیتر) بیشتر از خاک‌های مناطق نمونه‌برداری شده در استان مازندران (۸۰/۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر) بود.

از نظر درصد کربن آلی کلیه نمونه‌ها بین ۶/۰ و ۲ درصد قرار داشتند. میانگین درصد کربن آلی خاک در مناطق نمونه‌برداری شده در استان گلستان (۲۹/۱ درصد) بیشتر از مناطق نمونه‌برداری شده در استان مازندران (۱۷/۱ درصد) بود. از نظر میزان نیتروژن کل، میانگین آن در استان گلستان (۱۸/۰ درصد) کمتر از استان مازندران (۲۳/۰ درصد) است.

نمونه‌های خاك دامنه گسترده‌ای از میزان فسفر را (۸/۵۴- ۷/۲ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) دارا بودند که این گستردگی و تنوع میزان فسفر در استان مازندران بیشتر از گلستان است. به طوریکه مقادیر حداقل و حداکثر فسفر نمونه‌ها در استان مازندران قرار داشت ولی میانگین فسفر خاک در استان گلستان (۹۳/۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) کمتر از استان مازندران (۰۴/۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) است. میزان پتاسیم خاک‌ها نیز همانند میزان فسفر نمونه‌های خاك دامنه گسترده‌ای (۹/۵۹۵- ۴۵ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) را دارا بودند ولی برخلاف میزان فسفر، میانگین میزان پتاسیم نمونه‌های خاک در استان گلستان (۴۰/۲۸۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بیشتر از استان مازندران (۴۳/۱۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) است. از نظر توزیع اندازه ذرات، خاک‌های استان گلستان دارای بافت سبک‌تری نسبت به خاک‌های استان مازندران است به طوریکه میانگین توزیع اندازه ذرات خاک در استان گلستان بافت لومی سیلتی و در استان مازندران بافت لومی رسی را نشان داد.

عملکرد نسبی برای هر یک از صفات طبق رابطه ۱ محاسبه و در جدول شماره ۱ آورده شده است. ولی بدلیل اهمیت صفت درآمد ناخالص که از حاصلضرب متوسط قیمت در عملکرد خشک توتون بدست می‌آید سطح مناسب فسفر بر اساس این صفت محاسبه شده است. هرچه میزان عملکرد نسبی به عدد ۱۰۰ نزدیک باشد نشان‌دهنده این است که اضافه کردن کود فسفر تأثیر خیلی کمی روی صفت مورد نظر داشته و یا هیچ گونه تأثیری نداشته است در بعضی مواقع که عملکرد نسبی بزرگتر از ۱۰۰ است نشان‌دهنده این است که اضافه کردن کود فسفر نه تنها باعث افزایش صفت مورد نظر نشده، بلکه به دلیل بر هم زدن تعادل تغذیه‌ای باعث کاهش آن نیز شده است. نزدیک بودن عدد عملکرد نسبی به ۱۰۰ به این معنی است که از نظر صفت مورد نظر اختلاف کمی بین تیمار شاهد و تیمار فسفر وجود دارد به عبارت دیگر عملکرد صفت مورد نظر مثلاً وزن سبز در تیمار شاهد و تیمار مقدار مشخصی از نیتروژن خیلی نزدیک به هم است.

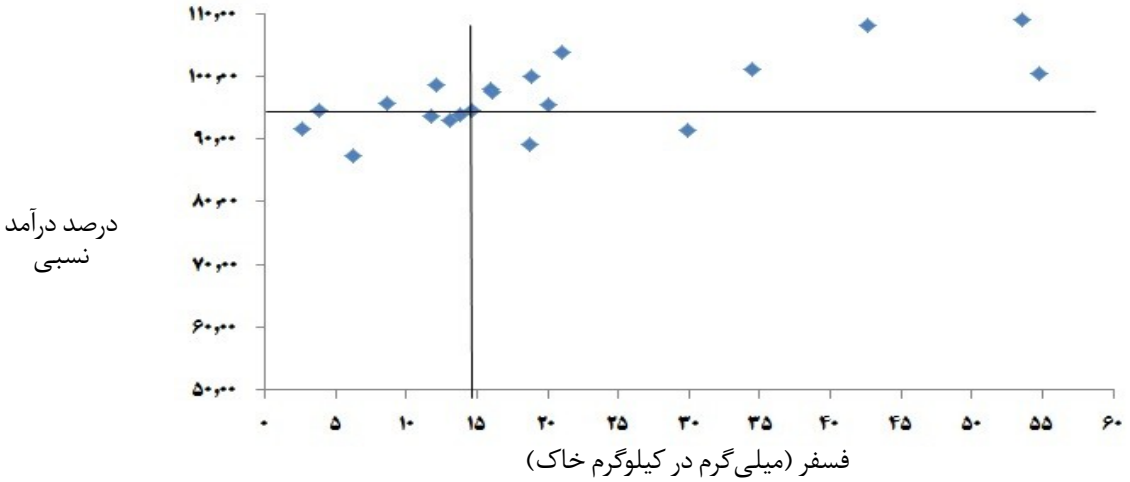
طبق نتایج ارایه شده در جدول ۱ کمترین میزان عملکرد نسبی وزن سبز مربوط به روستای داراب‌کلا (۴۹/۹۰ درصد) و بیشترین میزان عملکرد نسبی وزن سبز مربوط به مرکز (۸۴/۱۱۱ درصد) است این بدین معنی است که در روستای داراب کلا اختلاف عملکرد وزن سبز در تیمار شاهد و تیمار فسفر زیاد می‌باشد. یعنی خاک این روستا به افزایش کود فسفر عکس‌العمل مثبت نشان داده و افزایش کود فسفر باعث افزایش عملکرد شده است که این نتیجه با نتایج حاصل از تجزیه خاک نیز مطابقت دارد. به طوری که روستای داراب کلا از نظر میزان فسفر، خاک نسبتاً فقیری است. همچنین عملکرد نسبی وزن سبز بالا در مرکز، بدین معنی است که

عملکرد وزن سبز در تیمار شاهد بیشتر از تیمار فسفر است یعنی خاک این مرکز به افزایش کود فسفر عکس‌العمل مثبت نشان نداده و افزایش کود فسفر نه تنها باعث افزایش عملکرد نشده، بلکه باعث کاهش آن نیز شده است. تجزیه خاک این مرکز نیز نشان داده است که خاک آن دارای حاصلخیزی بالایی است.

بیشترین میزان عملکرد نسبی وزن خشک و عملکرد نسبی درآمد نیز شرایط مشابه با عملکرد نسبی وزن سبز دارا بود به طوری‌که مرکز دارای عملکرد نسبی وزن خشک و درآمد به ترتیب ۵۵/۱۱۵ درصد و ۰۸/۱۴۱ درصد بود و کمترین میزان عملکرد نسبی وزن خشک و درآمد به ترتیب مربوط به روستاهای چلمردی (۳۲/۸۸ درصد) و فاضل‌آباد (۲۶/۸۲ درصد) بودند. پس می‌توان نتیجه گرفت که برای صفات عملکرد نسبی وزن سبز، وزن خشک و درآمد مزرعه تحقیقاتی مرکز دارای بیشترین مقدار است. به عبارت دیگر خاک‌های مزارع تحقیقاتی مرکز به افزایش کود فسفر عکس‌العمل مثبت نشان نمی‌دهد. شکل ۱ نمودار تعیین سطح مناسب فسفر به روش تصویری کیت ـ نلسون بر اساس صفت عملکرد نسبی درآمد ناخالص نشان داده شده است طبق این روش میزان مناسب فسفر برای صفت فوق حدود ۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بدست آمد.

دول ۱- شاخص‌های گیاهی مربوط به خاک‌های برخی از مناطق توتون‌کاری استان‌های مازندران و گلستان

شماره خاک	استان	نام منطقه	وزن سبز (گرم)		عملکرد نسبی وزن سبز	وزن خشک (گرم)		عملکرد نسبی وزن خشک	درآمد ناخالص (ریال)		عملکرد نسبی درآمد ناخالص (%)
			تیمار	شاهد		تیمار	شاهد		تیمار	شاهد	
۱		آهنگر محله	۹۵/	۱۱/۴	۸۱/۹۰	۸۵۱۰	۵۹/	۹۴/۹۵	۴۱/۳	۳۹/	۴۷/۹۵
۲		برفتان	۵۷۹	۹۵/۵	۷۸/۹۸	۲۷/۱	۷۱/	۳۰/۹۶	۴۰/۴	۹۵/	۱۰/۹۸
۳		قرن آباد	۶۲/	۷۵/۵	۲۳/۹۳	۱۱/۱	۳۲/	۱۸/۱۰۰	۵۴/۴	۵۶/	۶۰/۹۷
۴		تقر تپه	۵۳/	۶۸/۵	۳۱/۱۰۶	۸۳/۱	۷۰/	۷۲/۱۰۲	۰۳/۴	۳۷/	۵۷/۱۰۲
۵	گلستان	جعفر آباد	۱۰/	۴۴/۵	۱۴/۹۸	۱۹/۱	۳۱/	۳۸/۹۶	۸۰/۴	۸۱/	۷۶/۹۲
۶		والش آباد	۲۸/	۸۱/۵	۶۸/۹۱	۲۹/۱	۴۸/	۷۲/۹۶	۸۰/۳	۱۷/	۷۸/۹۷
۷		نصرت آباد	۰۵/	۰۹/۵	۶۸/۹۳	۸۸/۱	۴۸/	۷۵/۹۱	۱۴/۳	۵۱/	۵۴/۹۷
۸		پیچک محله	۵۹/	۱۷/۴	۵۸/۹۴	۵۳/۹	۶۸/	۰۱/۹۱	۳۹/۳	۴۸/	۴۶/۸۴
۹		فاضل آباد	۹۴/	۱۷/۴	۵۹/۹۱	۰۷/۱	۸۲/	۹۳/۹۳	۰۵/۳	۹۱/	۲۶/۸۲
۱۰		الازمن	۱۶/	۲۰/۵	۵۸/۱۰۵	۵۶/۱	۷۵/	۹۵/۱۰۷	۰۶/۴	۳۰/	۶۹/۹۵
۱۱		مرکز	۴۴/	۸۷/۵	۸۴/۱۱۱	۳۶/۹	۶۵/	۵۵/۱۱۵	۳۰/۲	۴۱۲	۰۸/۱۴۱
۱۲		لالیم	۷۶/	۹۶/۵	۹۰/۱۰۰	۸۲/۱	۳۰/	۲۶/۹۶	۰۷/۶	۶۹/	۱۰/۹۴
۱۳		خیر آباد	۱۹/	۱۳/۵	۶۳/۹۷	۰۲/۱	۰۱/	۱۷/۹۹	۱۹/۴	۴۸/	۰۳/۹۳
۱۴		داراب کلا	۹۸/	۲۹/۵	۴۹/۹۰	۱۲/۱	۷۰/	۶۶/۹۳	۵۳/۴	۹۷/	۵۷/۸۸
۱۵		بند افروز	۶۳/	۱۵/۴	۵۶/۹۶	۵۵/۱	۹۹/	۷۳/۹۱	۷۶/۳	۲۲/	۹۵/۹۹
۱۶	مازندران	چلمردی	۱۱/	۲۱/۶	۵۴/۹۴	۱۹/۱	۸۱/	۳۲/۸۸	۲۸/۴	۳۰/	۴۶/۹۳
۱۷		کوهسارکند	۷۰/	۹۹۰/	۵۰/۹۸	۹۱/۱	۶۳/	۸۵/۹۴	۷۳/۴	۱۰/	۸۰/۹۹
۱۸		اسبورز	۸۲/	۳۳/۶	۶۷/۱۰۸	۴۳/۱	۶۱/	۵۷/۱۰۶	۸۵/۴	۶۱/	۱۴/۱۰۵
۱۹		کیاپی	۱۵/	۶۶/۶	۵۱/۹۷	۵۴/۱	۳۷/	۵۱/۹۷	۹۵/۴	۰۵/	۵۱/۹۷
۲۰		اسبوکلا	۸۳/	۵۰/۵	۰۹/۱۰۸	۲۱/۱	۴۸/	۰۹/۱۰۸	۰۸/۳	۷۳/	۰۹/۱۰۸
۲۱		زرین آباد	۷۴/	۷۵/۶	۰۲/۱۰۹	۱۵/۱	۵۳/	۰۲/۱۰۹	۰۱/۵	۳۱/	۷۳/۹۱



شکل ۱ - سطح مناسب فسفر با روش تصویری کیت- نلسون بر اساس درصد درآمد ناخالص نسبی

منابع

احیایی، م. ۱۳۷۶. روش‌های تجزیه خاک. نشریه شماره ۱۰۲۴. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران. ۱۲۹ صفحه.

سالاردینی، ع. ا. ۱۳۸۴. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۳۴ صفحه.

عطاردی، ب. و نادری خوراسگانی، م. ۱۳۸۸. تعیین عصاره‌گیر مناسب و حد بحرانی فسفر برای سورگوم (Sorghum bicolor L. Var. Speedfeed) در خاک‌های آهکی منطقه بیرجند. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال سیزدهم. شماره پنجاهم. صفحه ۱۴۶-۱۳۳.

فرشادی فر، ا. و دردی پور، ا. ۱۳۸۸. تعیین حد بحرانی فسفر برای گندم و بررسی پاسخ آن به کود سوپر فسفات تریپل در تعدادی از خاکهای لسی استان گلستان. یازدهمین کنگره علوم خاك ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

کاظمی، ش.، آذر آبادی، س.، رحیم زاده خویی، ف. و مردان، ر. ۱۳۹۰. تعیین حد بحرانی فسفر و تاثیر آن بر رشد و عملکرد ذرت. دوازدهمین کنگره علوم خاك ایران، دانشگاه تبریز.

مستشاری، م. و ربانی، م. ۱۳۸۹. تعیین حدود بحرانی عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در خاك و گیاه در مزارع گندم منطقه قزوین به روش کیت ـ نلسون. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی تهران.

میرزاوند، ج.، نگهداری، ح.، زارع، ن.، و ضیائیان، ر. ۱۳۸۸. تعیین غلظت بحرانی فسفر در برنج رقم قصر دشتی در خاك‌های آهکی شالیزارهای فارس. یازدهمین کنگره علوم خاك ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

هاشمی مجد، ك.، محمدی فرانی، ط.، هماپور گورابجیری، م.، یعقوبی، ع.، کوچك پور، ش.، کمکلایی، ف. و عبدالهی، ج. ۱۳۸۸. تعیین حد بحرانی فسفر برای گیاه یونجه در خاکهای شهرستان اردبیل. یازدهمین کنگره علوم خاك ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

Dahnke, W. C., Fanning, C. Cattanach A. and Swenson, L. J. ۱۹۹۲. Fertilizing Alfalfa, Sweet Clover, Alsike Clover, Birdsfoot, Trefoli, Red Clover and Grass-Legume. North Dakota State University Agriculture and University Extension, SF-۷۲۸

Nicolas, C. ۲۰۰۵. Management of phosphorus, potassium and, fertilization of tobacco of tobacco using an adapted version of the Comifer method. Coresta Meeting, Agro-phyto Groups, Santa Cruz do Sul, A۳۰.

Vitosh, M. L., Johnson J. W. and Mengel, D. B. ۲۰۰۲. Tri-State Fertilizer Recommendation for Corn, Soybeans, Wheat and Alfalfa. Ohio State University Extension, E-۲۵۶۷.

Abstract

For determining Suitable Level of phosphorus in soils of tobacco areas of Mazandaran and Golestan provinces were obtained ۵۰ soil samples from ۰-۳۰ cm depths. After samples physicochemical analysis, ۲۱ soil samples were selected that, firstly they were with good dispersion from phosphorus content (Olsen method) and % CaCO۳ and secondly they had with good dispersion from physicochemical properties. After selection of ۲۱ samples, treatments of zero and ۴۶ kg P_2O_5 in hectare from Triple Super Phosphate source carried out based on RCD with ۴۲ treatments and three replications in Tirtash Research and Education Center. During the growth period, in

maturity time were sampled from cutter, and total phosphorus (Spectrophotometer method) of leaf were determined, also morphologic and yield properties were calculated, and finally, phosphorus suitable level was determined ۱۴ ppm with Cate-Nelson graphical method for soils under experiment on the basis of leaf yield and gross income.

اثرات تنش رطوبتی بر مقدار نیتروژن مصرفی گندم در سیستم کشت بی خاکورزی

عبدالحسین ضیائیان [۱]، لادن جوکار [۲]، سعید غالبی [۳]
۱-دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، ۲-مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، ۳-مربی پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش رطوبتی بر میزان نیتروژن مصرفی گندم، در سامانه کشت بی خاک ورزی، طی دو سال و با اجرای یک سیستم آبیاری بارانی تک شاخه و با استفاده از طرح آماری اسپلیت بلوک مرکب در مکان، برهمکنش چهار سطح صفر، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره و چهار میزان آب (I۴,I۳,I۲,I۱ به ترتیب معادل ۷۴۲۰ ، ۶۹۰۰ ، ۶۸۰۰ و ۶۲۹۰ متر مکعب در هکتار) مطالعه شد. میانگین نتایج دو ساله این تحقیق نشان داد که مقادیر مختلف آب مصرفی با تاثیر معنی دار بر اجزا عملکرد نظیر تعداد خوشه در متر مربع (P<۰.۰۱) و وزن هزار دانه (P<۰.۰۵) موجب افزایش معنی دار (P<۰.۰۱) عملکرد کل عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش و میزان پروتئین دانه و افزایش معنی دار (P<۰.۰۵)جذب کل نیتروژن، و فسفر شدند. کاربرد نیتروژن نیز با تاثیر معنی دار بر اجزا عملکرد، موجب افزایش معنی دار (P<۰.۰۱) عملکرد کل ، عملکرد دانه ، عملکرد کاه و کلش ، میزان پروتئین دانه و میزان جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم شدند. کاربرد توام آب و نیتروژن نیز با تاثیر معنی دار (P<۰.۰۱) بر تعداد خوشه در متر مربع موجب افزایش معنی دار (P<۰.۰۱) عملکرد کل، عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش شدند. بالاترین عملکرد دانه به میزان ۷۷۲۹ کیلوگرم در هکتار از کاربرد ۷۴۲۰ متر مکعب آب و کاربرد ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (تیمار N۱۳۵I۱) بدست آمد.

واژه های کلیدی: آبیاری بارانی تک شاخه، تنش رطوبتی، گندم، نیتروژن

مقدمه

تاثیر این دو عامل خشکی و نوع عملیات خاکورزی بر مدیریت نیتروژن در تحقیقات قبلی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به همین دلیل این تحقیق بر روی ذرت به عنوان یکی از مهمترین محصولات زراعی استان طراحی شده است. تحقیقات بسیار زیادی در رابطه با همبستگی نوع عملیات کشت با میزان عناصر غذایی صورت گرفته است. روبرتز و همکاران (۱۹۹۹) با انجام آزمایشی بر روی پنبه اثرات مقادیر و روش های مصرف نیتروژن را در دو شرایط نرمال و بدون خاکورزی را در سه منطقه مطالعه نموده و نتیجه گیری نمودند که پنبه در شرایط بدون خاکورزی به کاربرد نیتروژن پاسخ معنی داری نمی دهد. گزارش ایزورالده و همکاران (۱۹۹۵) حاکی از تلفات بیشتر نیتروژن در عملیات بدون خاکورزی نسبت به کشت نرمال است. تحقیقات بسیار زیادی نیز در رابطه با همبستگی آب و نیتروژن صورت گرفته است (موسه و همکاران،۲۰۰۶، هافل و همکاران،۲۰۰۸ و زورتاولی و همکاران،۲۰۰۹). در این رابطه پائلو و رینالدی (۲۰۰۸) اثرات متقابل سه رژیم رطوبتی و سه سطح نیتروژن را بر روی ذرت مورد آزمایش قراردادند. آنها دریافتند که با صرفه جویی در میزان آب و کود می توان در منطقه مدیترانه ذرت با بازده قابل قبول کشت نمود. ساینت پیرر و همکاران (۲۰۰۸) اثرات توام کمبود رطوبت در زمان پر شدن دانه ها و مدیریت نیتروژن را بر عملکرد، کیفیت پروتئین و خواص خمیر گندم زمستانه مطالعه نمودند. آنها دریافتند که تنش خشکی و کاربرد نیتروژن موجب افزایش میزان پروتئین دانه می گردد. قیصری و همکاران (۲۰۱۰) با انجام یك آزمایش ۴ ساله، اثرات متقابل سه سطح نیتروژن (صفر، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص) و چهار سطح آبیاری (۷۰، ۸۵، ۱۰۰ و ۱۱۳ درصد تخلیه رطوبتی خاك) را بر روی ذرت علوفه ای در ورامین تحقیق نمودند. نتایج آن ها نشان داد که افزایش نیتروژن مصرفی راهکار مناسبی برای جبران کاهش عملکرد ناشی از کمبود آب نیست و این که اثر نیتروژن مصرفی بر عملکرد تابعی از فراهمی آب در خاك است و با افزایش تنش بایستی مقدار نیتروژن کاربردی را کاهش داد. یکی از اقدامات مدیریت آبیاری (به ویژه در شرایط کم آبی)، بهینه سازی کارایی مصرف آب است. یکی از روشهای مناسب و متداول در جهت بهینه سازی کارایی مصرف آب، استفاده از روش آبیاری بارانی تک شاخه ای میباشد. هنکس و همکاران (۱۹۷۶)، روش آبیاری بارانی تك شاخه ای (line source sprinkler irrigation system) برای ایجاد رژیم های مختلف رطوبتی در شرایط آزمایشات مزرعه ای را پیشنهاد داده که به دلیل دقت و سهولت مورد توجه قرار گرفته است. با توسعه سیستم های مختلف خاکورزی و بخصوص خشکسالی های اخیر مدیریت نیتروژن در این شرایط از اهمیت خاصی برخوردار است و لازم است توصیه هایی کودی مطابق با شرایط مختلف آبی و سیستم های مختلف خاکورزی صورت گیرد. با عنایت به این موضوع این تحقیق بر روی گندم به عنوان مهمترین نبات زراعی کشور در فارس به اجرا در آمد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثرات تنش رطوبتی بر میزان نیتروژن مصرفی گندم، در سامانه کشت بی خاک ورزی، طی دو سال و در هر سال با اجرای یک سیستم آبیاری بارانی تک شاخه و با استفاده از طرح آماری اسپلیت بلوک مرکب در مکان، برهمکنش چهار سطح صفر، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره و چهار میزان آب (I۴,I۳,I۲,I۱) به ترتیب معادل ۷۴۲۰ ، ۶۹۰۰ ، ۶۸۰۰ و ۶۲۹۰ متر مکعب در هکتار) در روش کشت بدون خاکورزی بر روی گندم مطالعه شد. در روش کشت بی خاك ورزی قبل از کشت هیچ گونه عملیات خاک ورزی انجام نشد و با یك بار حرکت مستقیم کار در مزرعه عمل کشت انجام شد. بعد از انتخاب زمین و قبل از کشت از محل اجرای طرح یك نمونه خاك مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری تهیه و برای انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیائی لازم به آزمایشگاه ارسال شدند. بر اساس نتایج تجزیه خاک (علی احیایی و بهبهانی زاده (۱۳۷۳) و با توجه به توصیه های تحقیقاتی کودهای مورد نیاز تعیین گردید. میانگین این نتایج در جدول یك نشان داده شده است. بر اساس نتایج تجزیه خاک و با توجه به توصیه های تحقیقاتی کودهای مورد نیاز تعیین گردید.با توجه به نتایج آزمون خاك ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی نیز مورد نیاز بود که در زمان آماده سازی زمین مصرف شدند. با مشخص نمودن تیمارها و تکرارها، ۳/۱ از کل نیتروژن پیش بینی شده در هر تیمار کودی، مصرف گردید. ۳/۲ باقیمانده نیز در دو نوبت (۳/۱ مرحله پنجه زنی و ۳/۱ مرحله خوشه رفتن) به صورت مصرف خاکی، مصرف شد.جهت کشت و با توجه به طرح و انتخاب سامانه کشت بی خاک¬ورزی، قبل از کشت هیچ گونه عملیات خاک ورزی شامل شخم و دیسک انجام نشد و با یك بار حرکت دستگاه مستقیم کار در مزرعه عمل کشت انجام گرفت. مساحت هر کرت ۹ متر مربع شامل ۶ پشته با فواصل ۵۰ سانتیمتر و طول ۳ متر بود. بذر مصرفی گندم رقم پیشتاز بود. اعمال تیمارهای آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری بارانی و بر مبنای تغییرات میزان آب رسیده به واحد سطح با فاصله گرفتن از آبپاش تعیین گردید و عبارت بود از فاصله های سه متری عمود بر خط آبپاش ها به طوری که ۴ تیمار در فاصله ۳، ۶،۹ و ۱۲ متر از طرفین این خط ایجاد شد. بدین ترتیب چهار رژیم مقدار آب از بدون تنش (I_1) تا تنش شدید (I_4) در سه تکرار در دو نیمه راست و چپ ایجاد شد.در هر نوبت آبیاری؛ میزان آب مصرفی بوسیله کنتور کنترل و بر اساس جبران کسر رطوبت از حد ظرفیت مزرعه و با اندازه گیری رطوبت وزنی خاك در تیمار I_1 یك روز قبل از آبیاری صورت گرفت.بر اساس طرح سیستم آبیاری بارانی موردنظر، ۸ عدد آبپاش مدل Nelson f۳۳ با قطر پاشش ۲۴ متر به فاصله ۶ متر از یکدیگر با پایه آبپاش ۱۵۰ سانتیمتری بر روی یك خط لوله پلی‌اتیلن ۷۵ میلی‌متری نصب شد.میزان آب آبیاری هر تیمار، در هر نوبت آبیاری توسط قوطی های جمع‌آوری آب (catch can)، اندازه‌گیری و در نهایت کل میزان آب جمع آوری شده در قوطی ها در طول فصل رشد تعیین گردد و با توجه به مشخص بودن ابعاد قوطی ها، میزان کل آب رسیده به هر کرت مشخص بود. قبل از برداشت شاخص هایی مانند ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه اندازه گیری شد. برداشت از دو پشته وسط با حذف ۵/۰ متر از ابتدا و انتهای کرت و در سطح ۲ متر مربع به صورت کف بر انجام شد و وزن کل نمونه ها تعیین گردید. با جدا نمودن دانه از کاه میزان عملکرد دانه و وزن کاه و کلش تعیین گردید. از کلیه کرت های یک سمت یك نمونه گندم و یك نمونه از کاه تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد و مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم آن ها اندازه گیری شد (امامی، ۱۳۷۵).با توجه به عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه و با در دست داشتن غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در این اندام ها جذب این سه عنصر توسط کاه و کلش و دانه بطور جداگانه محاسبه گردید. جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط گیاه از مجموع جذب این سه عنصر توسط کاه و کلش و دانه تعیین گردید. میزان پروتئین دانه نیز از حاصلضرب غلظت نیتروژن در دانه در ضریب ۷/۵ تعیین گردید.با استفاده از نرم افزار SAS محاسبات آماری بر روی داده های اندازه گیری شده انجام شد.

نتایج

۱- نتایج تجزیه خاک و آب: بر اساس نتایج به دست آمده خاك‌های مورد نظر بدون محدودیت شوری با کربن آلی کم، درصد مواد خنثی شونده متوسط تا بالا ، فسفر کم و پتاسیم متوسط بود. خاك‌های مزارع مورد مطالعه از نظر عناصر کم مصرف متوسط بودند. (جدول یک). نتایج تجزیه آب نیز نشان داد که واکنش شیمیائی آب قلیائی و کیفیت آب از لحاظ شوری و قلیائیت متناسب بود میزان کلر و سدیم پائین و مناسب برای استفاده در سیستم آبیاری بارانی بود (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاك مزرعه مورد آزمایش

Ec	pH	.T.N.V	.O.C	P	K	Mn	Fe	Zn
$dS.m^{-1}$		%		میلی گرم در کیلوگرم				
۳۱/۱	۱/۸	۰/۳۲	۶۰/۰	۵/۸	۲۲۴	۷/۷	۰/۵	۶۶/۰

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مزرعه مورد آزمایش

pH	EC	HCO_3^-	Cl^-	HBO_3^-	SO_4^{--}	مجموع آنیون ها	Mg^{++}	Ca^{++}	Na^+	مجموع کاتیون ها	SAR
	$dS.m^-$				میلی اکی والان در لیتر						
۰/	۴۸/۰	۳/۲	۱/	ناچیز	۱/۱	۵/۴	۰/۱	۲/۲	۸/۱	۰/۵	۶۲/۰

در خاک مزرعه مورد مطالعه میزان رطوبت در حد ظرفیت مزرعه ۲۱%، در نقطه پژمردگی دائم ۱۱% و جرم مخصوص ظاهری ۵/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب بود. بدین ترتیب میزان آب قابل استفاده ۱۰% بود که با توجه به دور آبیاری در زمان مقدار رطوبت در زمان آبیاری بین ۱۶ تا ۱۷ درصد متغیر بود. عمق موثر ریشه ذرت ۳۰ ، FC ۵۰% کاهش رطوبت از سانتیمتر نیز لحاظ گردید. مقدار اب اندازه گیری شده در تیمارهای مختلف در طول دوره رشد برای تیمارهای مختلف به .ترتیب ۹۷۰، ۸۸۰، ۷۵۰ و ۶۴۰ میلیمتر براورد گردید که طی ۱۰ دوره آبیاری مصرف شده بود

جدول ۳- مشخصات فیزیکی خاك محل آزمایش

عمق	رطوبت در نقطه ظرفیت مزرعه (FC)	رطوبت در نقطه پژمردگی دایم (PWP)	میزان اب قابل استفاده	بافت	وزن مخصوص ظاهری خاک
(cm)	(درصد وزنی)				(g/cm^3)
۳۰-۰	۲۱	۱۱	۱۰	سیلتی رسی لوم	۵/۱

جدول ۴- شدت پاشش آب در طرفین خط لوله اصلی در سه تکرار آزمایش (اعداد بر حسب میلی لیتر در ساعت و فاصله ظروف از لوله و آبپاش ها به ترتیب ۵/۱ ، ۵/۴، ۵/۷ و ۵/۱۰ متر میباشند)

R۱	۸/۸	۴/۱۰	۵/۱۳	۶/۱۶	*	۶/۱۶	۷/۱۳	۸/۱۰	۲/۹
R۲	۵/۸	۸/۱۰	۰/۱۴	۸/۱۶	*	۱۶	۴/۱۳	۰/۱۱	۹
R۳	۷/۸	۵/۱۰	۸/۱۳	۵/۱۶	*	۱۷	۶/۱۳	۵/۱۰	۳/۸

تایج تاثیر تیمارهای مختلف بر برخی صفات کمی مورد مطالعه -۲

- نتایج تجزیه واریانس داده ها: بر اساس نتایج به دست امده اثرات اصلی سال، سمت، سطوح مختلف آب و سطوح مختلف نیتروژن و اثرات توام آب و نیتروژن بر تعداد خوشه در متر مربع در سطح آماری ۱% معنی دار بود. اثرات اصلی سال و سطوح مختلف نیتروژن بر تعداد دانه در به ترتیب در سطح ($P<0.01$) و ($P<0.05$) معنی دار بود. از لحاظ آماری سال، سطوح مختلف آب و سطوح مختلف نیتروژن تاثیر معنی داری به ترتیب در سطح ($P<0.01$) ، ($P<0.05$) و ($P<0.05$) بر وزن هزار دانه داشتند. اثرات اصلی سمت بر هیچیک از صفات مزبور معنی دار نبود. اثرات اصلی و متقابل سطوح مختلف آب و نیتروژن بر عملکرد کل، عملکرد دانه و عملکرد کاه در سطح ($P<0.01$) معنی دار بود.

جدول ۴-۱۵- تجزیه واریانس کاربرد تیمارهای مختلف بر برخی صفات کمی مورد مطالعه

منابع تغییر	درجات ازادی	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد کل	عملکرد دانه
سال	۱	۳۵۹۶۲۵۴**	۷۵۶۳**	۹/۸۳۷**	۳۷۸۰۸۶۱ ns	۱۷۵۷۹۷۱ ns
تکرار (سال)	۴	۳۱۷۱ ns	۵۰ ns	۸/۱۹ ns	۳۴۳۶۲۶۷۳ ns	۱۰۵۰۹۲۷۶ ns
سمت	۱	۱۷۹۵۲۴**	۲۱ ns	۶/۳ ns	۳۱۹۸۹۴۳ ns	۷۳۳۸۳۸ ns
سمت در سال	۱	۱۱۶۴۷۶**	۲۸ ns	۲/۳ ns	۱۲۸۱۸۸۹۳۶ *	۲۴۷۰۳۵۲۶ ns
خطای (سمت * سال)	۴	۴۰۹۵ ns	۳۱ ns	۱/۳۷ ns	۱۰۰۲۷۲۹۲ ns	۱۸۰۸۰۲۸ ns
سطوح مختلف آب	۳	۱۷۱۸۲۳**	۲۳ ns	۹/۳۲*	۱۰۲۹۵۰۱۷۲ **	۲۵۰۳۹۳۵۶ **
سطوح آب*سال	۳	۶۰۵۹۹*	۱۵ ns	۱/۹ ns	۲۵۶۵۹۲۲۵ ns	۵۴۵۹۹۲۰ ns
سطوح آب*سمت	۳	۱۸۹۷۹**	۹ ns	۸/۲۱ ns	۱۴۲۴۷۹۳۰ ns	۳۰۳۸۳۹۴ ns
سطوح آب*سمت*سال	۳	۲۴۸۵۴**	۴۱ ns	۱/۲۶ ns	۲۰۴۱۳۸ ns	۱۹۱۵۱۳۴ ns
خطای (سطوح	۲۴	۴۶۷۱**	۲۲ ns	۴/۹ ns	۹۲۲۴۹۵۷ ns	

۲۰۲۹۴۹۲						
آب*سمت*سال)						
سطوح مختلف نیتروژن	۳	۱۲۳۴۲۴**	۹۸۰	۶/۴۰*	** ۳۲۸۶۲۸۰۹۵	** ۵۸۴۲۳۳۲۷
سطوح نیتروژن*سال	۳	۷۰۳۰۷**	۱۲ ns	۲/۵۳*	** ۶۹۳۰۰۰۲۶	ns ۴۰۵۸۵۶۳
سطوح نیتروژن*سمت	۳	۳۲۶۲۱**	۷۱ ns	۸/۸ ns	ns ۵۳۵۹۹۴۳	ns ۱۳۳۴۵۷
سطوح نیتروژن*سمت*سال	۳	۴۳۲۹۸**	۷ ns	۷/۱ ns	ns ۹۵۶۹۷۸۷	ns ۲۳۷۰۷۹۲
خطای (سطوح نیتروژن*سمت)	۲۴	۷۶۷۵ ns	۲۵ ns	۹/۱۳ ns	ns ۱۴۹۷۳۶۹۷	ns ۱۸۸۴۵۱۵
سطوح نیتروژن*آب	۹	۱۱۷۶۵**	۱۲ ns	۹/۱۰ ns	** ۱۱۶۳۰۸۴۹	۲۹۹۴۲۸۲**
سطوح نیتروژن*آب*سال	۹	۱۶۵۱۰**	۱۵ ns	۰/۱۰ ns	** ۱۴۸۷۴۹۴۳	۳۱۹۴۸۷۷**
سطوح نیتروژن*آب*سمت	۹	۶۸۷۱**	۸ ns	۶/۹ ns	ns ۵۵۶۴۷۶۵	ns ۱۰۰۰۲۱۲
سطوح نیتروژن*آب*سمت*سال	۹	۷۲۲۵**	۱۸ ns	۲/۶ ns	ns ۵۶۷۳۱۳۶	۲۵۲۹۶۳۰*
خطای	۷۲	۳۳۶۱ ns	۱۳ ns	۶/۹ ns	ns ۴۴۴۸۴۰۱	ns ۱۱۳۴۷۴۴
کل	۱۹۱					
ضریب تغییرات		۷/۸	۵/۱۱	۹/۸	۷/۱۳	۵/۱۸

*** (ns،** و * به ترتیب بیانگر عدم معنی داری، معنی‌دار بودن در سطح ۱% و معنی‌دار بودن در سطح ۵% اختلاف بین متغیرهای مربوطه هر ستون می باشد).**

۲- اثرات اصلی و توام کاربرد سطوح مختلف آب و نیتروژن بر برخی صفات مورد مطالعه:

۱- در بین تیمارهای آبی بالاترین و کمترین میزان عملکرد کل به ترتیب به میزان های ۱۶۵۰۳ و ۱۳۲۵۴ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای I1 و I4 بدست امد که تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد داشتند.

۲- در بین تیمارهای آبی بالاترین و کمترین میزان عملکرد دانه به ترتیب به میزان های ۶۲۲۶ و ۴۶۹۱ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای I1 و I4 بدست امد که تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد داشتند.

۳- در بین تیمارهای نیتروژن بالاترین و کمترین میزان عملکرد کل به ترتیب به میزان های ۱۷۵۴۶ و ۱۱۶۰۵ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای N۱۳۵ و N۰ بدست امد که تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد داشتند.

۴- در بین تیمارهای نیتروژن بالاترین و کمترین میزان عملکرد دانه به ترتیب به میزان های ۶۶۲۳ و ۴۱۳۶ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای N۱۳۵ و N۰ بدست امد که تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد داشتند.

۵- بیشترین و کمترین عملکرد کل به ترتیب به میزان های ۲۰۰۲۶ و ۱۰۲۴۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از کاربرد ۹۵۰۰ متر مکعب آب و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی در هر هکتار و کاربرد کمترین مقدار ۶۶۰۰ متر مکعب آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

۶- بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب به میزان های ۷۲۲۹ و ۳۴۴۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از تیمارهای I۱N۱۳۵ (کاربرد بیشترین مقدار آب و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

۷- بالاترین و پائین ترین میزان وزن هزار دانه به ترتیب به میزان های ۵/۳۴ و ۳/۳۳ گرم در هکتار به ترتیب از تیمارهای I۱N۹۰ (کاربرد بیشترین مقدار آب و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

۸- بالاترین و پائین ترین تعداد خوشه در متر مربع به ترتیب به میزان های ۷۸۴ و ۵۰۴ خوشه به ترتیب از تیمارهای I۱N۱۳۵ (کاربرد بیشترین مقدار آب و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.

۹- بالاترین و پائین ترین تعداد دانه در خوشه به ترتیب به میزان های ۳/۳۳ و ۷/۲۷ دانه به ترتیب از تیمارهای I۱N۱۸۰ (کاربرد بیشترین مقدار آب و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.
۱۰- بالاترین و پائین ترین میزان جذب کل نیتروژن به ترتیب به میزان های ۱۹۹ و ۹۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از تیمارهای I۱N۱۳۵ (کاربرد بیشترین مقدار آب و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.
۱۱- بالاترین و پائین ترین میزان پروتئین دانه به ترتیب به میزان های ۶/۱۱ و ۴/۹ درصد به ترتیب از تیمارهای I۲N۹۰ (کاربرد ۷۱۱۰ متر مکعب آب و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی در هر هکتار) و I۴N۰ (کاربرد کمترین مقدار آب و بدون مصرف نیتروژن) بدست آمد.
نتایج بدست آمده نشان داد که تیمارهای مختلف با تاثیر بر اجزا عملکرد موجب افزایش عملکرد دانه شدند. علاوه بر این نتایج بدست آمده حاکی از همبستگی بالای میزان نیتروژن مصرفی با میزان آب مصرفی بود. بطوری که در تیمارهای با کمبود آب، کاربرد مقادیر بالای نیتروژن نه تنها عملکرد را بالا نبرد بلکه موجب کاهش عملکرد نیز گردید. تحقیقات بسیار زیادی در این زمینه صورت گرفته است. هافل و همکاران (۲۰۰۸) اثرات متقابل دو سطح آب و دو سطح نیتروژن را در ۱۹ ژنوتیپ برنج مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که در شرایط دیم (بدون آب)، کاربرد نیتروژن عملکرد دانه را ۳۲ تا ۶۹ درصد کاهش می هد. آن ها نتیجه گیری نمودند که در ارقام مختلف میزان نیتروژن کاربردی به شدت تحت تاثیر تنش قرار دارد. موسه و همکاران (۲۰۰۶) با انجام آزمایشی بر روی ذرت در تایلند، اثرات متقابل دو سطح آب (بدون تنش آبی یا آبیاری کامل و تنش آبی قبل از گرده افشانی) و سه سطح نیتروژن (صفر، ۸۰ و ۱۶۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص) را بر روی چهار واریته ذرت تحقیق نمودند. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که در شرایط تنش در مقایسه با شرایط بدون تنش عملکرد ۱۳ تا ۳۲ درصد کاهش می یابد. آن ها مقدار ۸۰ کیلوگرم نیتروژن را برای شرایط تنش و ۱۶۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص را برای شرایط بدون تنش پیشنهاد نمودند. محققین فوق پیشنهاد نمودند که یکی از راهکارهای مقابله با تنش قبل از گرده افشانی ذرت، استفاده از واریته هایی است که ریشه های آن ها به سرعت در خاک نفوذ می کند و آب را از لایه های عمقی خاک جذب می نماید. پائلو و رینالدی (۲۰۰۸) نیز اثرات متقابل سه رژیم رطوبتی و سه سطح نیتروژن را بر روی ذرت مورد آزمایش قراردادند. آنها دریافتند که با صرفه جویی در میزان آب و کود می توان در منطقه مدیترانه ذرت با بازده قابل قبول کشت نمود. ساینت پیرر و همکاران (۲۰۰۸) اثرات توام کمبود رطوبت در زمان پر شدن دانه ها و مدیریت نیتروژن را بر عملکرد، کیفیت پروتئین و خواص خمیر گندم زمستانه مطالعه نمودند. آنها دریافتند که تنش خشکی و کاربرد نیتروژن موجب افزایش میزان پروتئین دانه می گردد. قیصری و همکاران (۲۰۱۰) با انجام یک آزمایش ۴ ساله، اثرات متقابل سه سطح نیتروژن (صفر، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص) و چهار سطح آبیاری (۷۰، ۸۵، ۱۰۰ و ۱۱۳ درصد تخلیه رطوبتی خاک) را بر روی ذرت علوفه ای در ورامین تحقیق نمودند. نتایج آن ها نشان داد که افزایش نیتروژن مصرفی راهکار مناسبی برای جبران کاهش عملکرد ناشی از کمبود آب نیست و این که اثر نیتروژن مصرفی بر عملکرد تابعی از فراهمی آب در خاک است و با افزایش تنش بایستی مقدار نیتروژن کاربردی را کاهش داد. زورتاولی و همکاران (۲۰۰۹) نیز با انجام یك آزمایش گلدانی ، اثرات متقابل نیتروژن و آب را بر تجمع و کارایی نیتروژن در فلوریدا را مطالعه نمودند و نتیجه گیری نمودند که کاربرد نیتروژن زیاد در شرایط کمبود آب تاثیر منفی بر عملکرد دارد. هیل و همکاران (۲۰۰۰) سیستم آبیاری بارانی تک شاخه ای را همراه با ۳ سطح نیتروژن صفر، ۱۰۳ و ۲۰۶ کیلوگرم در هکتار بر روی علف مرغزار آزمایش کردند. نتایج آن ها نشان داد که با افزایش آب آبیاری عملکرد تمام رقم ها افزایش یافت.در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف بالای نیتروژن راهکار مناسبی برای جبران کمبود آب در زراعت گندم نیست و بجای آن راهکارهای دیگر از جمله انتخاب سطح زیر کشت بر اساس میزان آب موجود در فصل حداکثر نیاز آبی گندم انجام شود.

منابع

امامي، ع. ۱۳۷۵. روش‌هاي تجزية گياه. نشريه فني شماره ۹۸۲. موسسة تحقيقات خاك و آب، تهران، ايران، ۱۲۸ صفحه.

علي‌احيايي، م. و ع. ا. بهبهاني زاده. ۱۳۷۳. شرح روش‌های تجزیة شیمیایی خاك، جلد ۱، نشريه شماره ۸۹۳. موسسة تحقيقات خاك و آب تهران، ايران، ۱۲۸ صفحه.

Gheysari, M., Mirlatifi, S.M., Bannayan, M., Homaee, M. and Hoogenboom, G. ۲۰۱۰. Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. Agricultural Water Management. ۹۷: ۱۴۱۱-۱۷۱۰.

Haefele, S. M., Jabba, S.M.A., Siopongco, J.D.L.C., Tirol-Padre, A., Amarante, S.T., StaCruz, P.C. and Cosico, W.C. ۲۰۰۸.Nitrogen use efficiency in selected rice (Oryza sativa L.) genotypes under different water regimes and nitrogen levels. Field Crops Research. ۱۰۷: ۱۳۷-۱۴۶.

Hanks, R. J., J. Keller, V. P. Rasmussen and B. D. Wilson ۱۹۷۶. Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop production studies. Soil Science Society of American Journal. ۴۰ :۴۲۶-۴۲۹.

Hill, R.W., R., Newhall, A., Brain, and N., Sheridan. ۲۰۰۰. Grass pastures response to water and nitrogen. Utah State University Extension, USA.

Izaurralde, R.C., Feng, Y., Robertson, J.A., McGill, W.B., Juma, N.G. and Olson, B.M. ۱۹۹۵. Long-term influence of cropping system, tillage method, and nitrogen source on nitrate leaching. Canadian Journal of Soil Science. ۷۵:۴۹۷-۵۰۵.

Mose, S.B., Feil, B., Jampatong, S and Stamp, P. ۲۰۰۶. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. Agricultural Water Management. ۸۱: ۴۱-۵۸.

Paolo, E. D. and Rinaldi, M. ۲۰۰۸. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crops Research. ۱۰۵: ۲۰۲-۲۱۰.

Roberts, K, Howard, D. D., Gwathmey, C. O. and Sleigh, D. E. ۱۹۹۹. Economics of broadcast and injected nitrogen on no-till cotton produced at three locations in Tennessee. The Journal of Cotton Science. ۳:۱۰۹-۱۱۵.

Saint Pierre, C., Peterson, C.J., Ross, A.S., Ohm, V., Verhoeven, M.C., Larson M. and Hoefer, B. ۲۰۰۸. Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. Journal of Cereal Science. ۴۷: ۴۰۷-۴۱۶.

Zotarelli, L., Dukes, M.D., Scholberg, J.M.S., Mu oz-Carpena, R. and Icerman, L. ۲۰۰۹. Tomato nitrogen accumulation and fertilizer use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. Agricultural Water Management. ۹۶- ۸

Abstract

In order to investigated the effects of water stress on nitrogen consumption of wheat in no- tillage system, by using a split-block design and implementing a single-line source sprinkler system, effects of four levels of ۰, ۹۰, ۱۳۵ and ۱۸۰ kg N/ha as urea source and four level of irrigation water I۱, I۲, I۳, I۴ equal to ۷۴۲۰, ۶۹۰۰, ۶ and ۶۲۹۰ cubic meters of water per hectare, respectively) was studied. In no-till system, wheat seed was planted using direct seeder without any tillage operation. The results showed that different amounts of water with a significant effect (P<۰.۰۱) on yield components such as the number of panicles per square meter and the ۱۰۰۰ grain weight caused a significant increase on grain yield, nitrogen, phosphorus and potassium uptake by grains and total uptake of phosphorus, manganese and iron. Among of different irrigation treatments, the highest average yield of ۶۲۴۰ kg ha were obtained from I۱.By reducing water consumption, yield and straw yield and nitrogen uptake level (P <۰.۰۱), and uptake of phosphorus and potassium levels (P <۰.۰۵) decreased significantly. Statistically, the main effect of nitrogen application on yield level (P <۰.۰۵) and grain yield (P <۰.۰۱) were significant. Among of different nitrogen treatments, the highest average yield of ۶۶۲۹ kg ha were obtained from application of ۱۳۵ $kgN.ha^{-۱}$.The highest grain yield (۷۲۰۸ kg ha) obtained from combined use of ۷۴۲/۴۳ mm water and ۹۰ $kgN.ha^{-۱}$ (N۹۰I۲ treatment).

حذف سرب از محلولهای آبی توسط بقایای گندم، ذرت و آفتابگردان

جواد عبدالهی قره‌کند [۱]، ابراهیم سپهر [۲]
۱-دانشجوی دکتری خاکشناسی گروه علوم خاک دانشگاه ارومیه ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ارومیه

چکیده
این تحقیق به منظور بررسی کاربرد برخی از جاذب‌های آلی (ساقه آفتابگردان، کاه گندم و ساقه ذرت) در حذف سرب از محلولهای آبی با غلظت اولیه سرب (۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و مطالعه همدماهای جذب سرب اجرا شد. نتایج نشان داد که ترتیب مناسب‌ترین برازش همدماهای جذب سرب برای ساقه آفتابگردان و ذرت به صورت معادله فروندلیچ > لانگمویر > تمکین و برای کاه گندم به صورت معادله لانگمویر > تمکین > فروندلیچ بود. بیشترین پارامترهای ظرفیت جذب (K_F , A, q_{max}) و شدت جذب (K_T,K_L ,۱/n) مربوط به ساقه آفتابگردان بود. کارایی حذف (RE) سرب برای ساقه آفتابگردان ۹۹-۹۴ درصد، برای کاه گندم ۹۷- ۸۵ درصد و برای ساقه ذرت ۹۵- ۵۵ درصد بدست آمد. فاکتور جداسازی لانگمویر (R_L) برای جاذبهای مورد بررسی بین ۰۱۶/۰-۷۵/۰ بدست آمد که نشان دهنده جذب مطلوب سرب بر روی جاذب‌های مذکور می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سرب، جاذب‌های آلی، همدماهای جذب، تمکین

مقدمه
آلودگی محیط زیست بوسیله انواع ترکیبات شیمیایی، آلی و معدنی بدلیل افزایش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی و همچنین توسعه روزافزون شهرنشینی مشکلات زیادی را از لحاظ آلودگیهای منابع آبی و خاک ایجاد کرده است. عناصر سنگین دارای قابلیت تحرک زیاد بوده و قابلیت تجمع در بافت‌های موجودات زنده را دارد (Quintelas et al, ۲۰۰۹). سرب در صنایع مختلفی از جمله تولید باطری، فعالیت‌های معدنی، تولید رنگ، رادیاتورسازی و بلورسازی به کار می‌رود و به همین دلیل مقدار زیادی از آن از طریق پساب این واحدها به محیط زیست افزوده می‌شود (Babarinde et al, ۲۰۰۶). روشهای مختلفی مانند تهنشینی با آهک، اسمز معکوس، تبادل یونی، ترسیب، انعقاد و جذب توسط کربن فعال برای کاهش میزان سرب از محلول‌های آبی وجود دارد (Bhatnagar and Sillanp , ۲۰۱۰). اما استفاده از این روشها در سطح وسیع هزینه‌های زیادی را دارد. به همین دلیل استفاده از ترکیبات ارزان قیمت به ویژه بقایای محصولات کشاورزی در سالهای اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است (Kumar, ۲۰۰۶; Maleki and Zarasvand, ۲۰۰۸). استفاده از بقایای گیاهی به عنوان جاذب‌های یونهای فلزی در منابع آب و خاک در ایران کمتر مورد مطالعه و استفاده گرفته است. با توجه به فراهمی بالای انواع بقایای گیاهی و هزینه کم این بقایا، استفاده گسترده از آنها در حذف فلزات سنگین از محیط‌های آبی ممکن می‌گردد. هدف از این مطالعه بررسی کارایی حذف سرب از محلولهای آبی توسط بقایای گندم، ذرت و آفتابگردان و رابطه بین میزان جذب سرب توسط این بقایا و پارامترهای بیوشیمیایی و شیمیایی این بقایای گیاهی است.

مواد و روش‌ها
بقایای گیاهی شامل کاه گندم، ساقه ذرت، ساقه آفتابگردان از استان‌های آذربایجان شرقی و غربی انتخاب شدند. تمامی نمونه‌های گیاهی پس از شستشو و خشک شدن در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت، آسیاب شد و در ظروف پلی‌اتیلنی نگهداری شدند. پارامترهای بیوشیمیایی و شیمیایی این بقایای گیاهی در دو تکرار به شرح زیر اندازه‌گیری شد. مقدار خاکستر (Ash) نمونه‌های گیاهی به روش سوزاندن در کوره، کربن آلی به روش اکسیداسیون مرطوب در مجاورت بی‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (Nelson and Summers, ۱۹۸۲) و نیتروژن کل پس از هضم به روش کجلدال (Bremner and Mulvaney, ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. برای تعیین همی‌سلولز، سلولز و لیگنین بقایا از روش مرحله‌ای Van Soest and Wine (۱۹۶۸) استفاده شد. در این روش، در سه گام متوالی با افزودن دترجنت خنثی (ND)، دترجنت اسیدی (AD) و سپس پرمنگنات پتاسیم به ترتیب مقادیر همی‌سلولز، سلولز و لیگنین به روش وزنی اندازه‌گیری شد. آزمایش جذب بصورت سیستم ناپیوسته در غلظتهای مختلف سرب (۰ تا ۱۰۰mg l^{-1}) بر روی g۲/۰ از این سه جاذب آلی با اندازه قطر (۵/۰ تا ۱ میلی‌متر) انجام گرفت. در انتهای آزمایش غلظت سرب باقیمانده در محلول با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Shimadzu ۶۳۰۰ -AA) اندازه‌گیری شد. مقدار سرب جذب شده بر روی جاذب (میلی‌گرم بر گرم) توسط معادله (۱) محاسبه شد.

معادله (۱) $$q_e = (C_i-C_e)*V/m$$

در این معادله C_i و C_e به ترتیب غلظت اولیه و غلظت تعادلی سرب ($mg\ l^{-1}$) و m وزن جاذب مورد استفاده (g)، V حجم محلول (l) و q_e نشان دهنده میزان جذب سرب در واحد وزن جذب کننده ($mg\ g^{-1}$) است. برای داده‌های به دست آمده، معادلات جذب لانگمویر (۲)، فروندلیچ (۳) و تمکین (۴) با استفاده از نرم‌افزار CurvrExpert ۲.۲ برازش گردید.

معادله (۲) $q_e (1+ K_L C_e)/(K_L C_e q_{max}) =$

معادله (۳) $q_e = K_F C_e^{1/n}$

معادله (۴) $q_e = A + K_T Ln\ C_e$

کارایی روش مذکور (RE) و فاکتور جداسازی لانگ موير (R_L) با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید:

$RE = (C_i - C_e)/C_i * 100$

$R_L = 1/(1+K_L C_i)$

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی و بیوشیمیایی بقایای گیاهی مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است. بقایای آفتابگردان دارای بیشترین مقدار سلولز، لیگنین، خاکستر و نیتروژن کل بود. بالاترین میزان محتوای سلولی (Cell Content) و ترکیبات قابل حل در آب (WSC) مربوط به بقایای ذرت بود. گندم بیشترین میزان همی‌سلولز و نسبت C/N و C/P را داشت.

جدول ۱ - ترکیب شیمیایی و بیوشیمیایی بقایای گیاهی مورد استفاده

بقایای گیاهی	همی‌سلولز	سلولز	لیگنین	Cell Content	خاکستر (Ash)
	(%)				
ذرت	۲/۲۵	۵/۳۱	۲/۱۰	۴۴	۵/۴
آفتابگردان	۹/۲۰	۳۹	۱/۱۴	۲۶	۱/۱۴
گندم	۱/۳۰	۳۳	۱۲	۲۴	۲/۱۰

ادامه جدول ۱ - ترکیب شیمیایی و بیوشیمیایی بقایای گیاهی مورد استفاده

بقایای گیاهی	Total C (%)	Total N (%)	Total P (%)	C/N	C/P
ذرت	۵/۴۴	۷۵/۰	۰۶۸/۰	۶/۵۹	۴/۶۵۴
آفتابگردان	۱/۴۰	۰۵/۱	۱۲۲/۰	۲/۳۸	۷/۳۲۸
گندم	۹/۴۲	۷/۰	۰۴۷/۰	۳/۶۱	۸/۹۱۲

ترتیب مناسب‌ترین معادلات غیرخطی برازش شده برای داده های ایزوترمهای جذب در آفتابگردان و ذرت به صورت فروندلیچ > لانگمویر > تمکین و برای کاه گندم به صورت لانگمویر > تمکین > فروندلیچ بود (جدول ۲). در ساقه آفتابگردان پارامترهای ظرفیت جذب (q_{max} ,A ,K_F) و شدت جذب (K_T ,K_L ,1/n) در مقایسه با کاه و کلش گندم و ساقه ذرت بیشتر بود. حداکثر جذب تک لایه‌ای لانگمویر (q_{max}) برای ساقه آفتابگردان نسبت به کاه گندم و ساقه ذرت به ترتیب ۳۳ و ۱۰۰ درصد بیشتر بود که نشان می‌دهد ساقه آفتابگردان به عنوان یک جاذب زیستی، ظرفیت بالایی در جذب سرب دارد. ضریب K_F برای ساقه آفتابگردان به ترتیب ۴۰ و ۳۹۲ درصد بیشتر از کاه گندم و ساقه ذرت و ضریب A معادله تمکین برای ساقه آفتابگردان به ترتیب ۴۵ و ۳۳۳ درصد نسبت به کاه و کلش گندم و ساقه ذرت بیشتر بود. کارایی حذف سرب توسط ساقه آفتابگردان ۹۹-۹۴ درصد و برای کاه و کلش گندم ۹۷- ۸۵ درصد و برای ساقه ذرت ۹۵- ۵۵ درصد بود که با افزایش غلظت سرب از صفر به ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، کارایی حذف سرب بوسیله هر سه جاذب کاهش یافت. ظرفیت و کارایی بالای حذف سرب توسط ساقه آفتابگردان (جاذب لیگنوسلولزی) نسبت به دو جاذب لیگنوسلولزی دیگر شاید مربوط به سلولز و خاکستر بالای این جاذب می‌باشد (جدول ۱)، زیراکه که سلولز، لیگنین و همی‌سلولز به درجات متفاوتی توانایی جذب آلاینده‌های آبی از جمله فلزات سنگین را دارند و از بین این فرکشن‌ها بیشترین توانایی جذب مربوط به سلولز می‌باشد (Wan Ngah and Hanafiah, ۲۰۰۸; Kadirevelu et al, ۲۰۰۳). با توجه به محاسبات انجام شده بر اساس معادله لانگمویر، فاکتور جداسازی (R_L) بین ۰۱۶/۰-۷۳/۰ بدست آمد که نشان‌دهنده جذب مطلوب سرب بر روی جاذب‌های مورد بررسی می‌باشد و هر سه جاذب آلی کارایی نسبتا بالایی در جذب و حذف سرب از محلول‌های آبی را داشتند. بطور کلی هر سه جاذب آلی مورد استفاده در این پژوهش کارایی بالایی در جذب سرب از محلولهای آبی از خود نشان دادند که از این لحاظ ساقه آفتابگردان در رتبه اول قرار گرفت. در صورت برطرف کردن محدودیت‌های استفاده از این جاذبها و فعال‌سازی شیمیایی یا اصلاح شیمیایی آنها می‌توان کارایی آنها را افزایش داد.

جدول ۲- پارامترهای همدماهای جذب سرب

نوع جاذب	لانگمویر				فروندلیچ				تمکین			
	q_{max} (mg g^{-1})	K_L (L g^{-1})	R^2	SE	1/n	K_f (L g^{-1})	R^2	SE	A	K_T	R^2	SE
افتابگردا				۴۰/	۵۱۴/			۳۵/	۸۱/			۷۶/
ن	۱۲/۱۰	۷۱۷/۰	۹۸/۰	۰	۰	۸۹/۳	۹۹/۰	۰	۴	۶۲/۱	۹۵/۰	۰
				۴۹/	۳۹۵/			۶۷/	۳۱/			۵۶/
گندم	۵۹/۷	۷۰۱/۰	۹۷/۰	۰	۰	۸/۲	۹۵/۰	۰	۳	۴۷/۱	۹۶/۰	۰
				۴۰/	۳۸۱/			۲۴/	۱۱/	۵۹۵/		۵۰/
ذرت	۰۳/۵	۰۷۷/۰	۹۳/۰	۰	۰	۷۹/۰	۹۸/۰	۰	۱	۰	۸۸/۰	۰

منابع

Bremner J.M. and Mulvaney C.S. ۱۹۸۲. Nitrogen-total. in: A.L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, Pp. ۵۹۵-۶۲۴.

Babarinde, N. A. A., Babalola, J. O. and Sanni, R. A. ۲۰۰۶. Biosorption of lead ions from aqueous solution by maize leaf. International Journal of Physical Sciences, Vol. ۱ (۱), pp: ۲۳- ۲۶.

Kadirevelu, K., Kavipriva, M. and Kartnika, O. ۲۰۰۳. Utilization of various agricultural wastes for activated carbon preparation and application for the removal of dyes and metal ions from aqueous solution. J. Bioresource Technology. ۸۷ (۱): ۱۲۹-۱۳۲.

Kumar, U. ۲۰۰۶. Agricultural products and by-products as low cost adsorbent for heavy metal removal from water and wastewater: A review. Scientific Research and Essay. Vol. ۱(۲): ۳۳- ۳۷.

Quintelas C, Rocha Z, Silva B, Fonseca B, Figueiredo H, Tavares T. Biosorptive performance of an Escherichia coli biofilm supported on zeolite NaY for the removal of Cr(VI), Cd(II), Fe(III) and Ni(II). Chemical Engineering Journal ۲۰۰۹;۱۵۲:۱۱۰-۱۱۵.

Maleki A, Zarasvand MA. Heavy metals in selected edible vegetables and estimation of their daily intake in Sanandaj, Iran. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine an d Public Health ۲۰۰۸;۳۹:۳۳۵-۳۴۰.

Bhatnagar, A., Sillanp , M., ۲۰۱۰. Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment—A review. Chem. Eng. J. ۱۵۷, ۲۷۷-۲۹۶.

Nelson D.W. and Sommers, L.P. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon and organic matter. in: A.L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, Pp. ۵۳۹-۵۷۹.

Van Soest P.J. and Wine R.H. ۱۹۶۸. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. Journal of the AOAC. Offic. Anal. Chem. ۵۱: ۷۸۰-۷۸۵.

Wan Ngah W.S. and Hanafiah, M. ۲۰۰۸. Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents: A review. Bioresource Technology. ۹۹: ۳۹۳۵-۳۹۴۸.

Abstract

To investigate the efficiency of some biosorbents in removing of Pb (II) from aqueous solution, an experiment was conducted with three biosorbents (sunflower stalks, wheat straw and corn stalks) and initial concentration of Pb (II) (۰ - ۱۰۰ mg L^{-1}). Isothermal adsorption tests showed that the Freundlich model better fitted than the Langmuir and Temkin models for sunflower and corn stalks. While for wheat straw the Langmuir model had the highest coefficient of determination (R^2). All sorption parameters (q_{max}, A, K_F, K_T, K_L, 1/n) for sunflower stalks was more than those of wheat straw and corn stalks. Therefore, sunflower stalks in comparison to wheat straw and corn stalks, have a high efficiency in removing of lead from aqueous solution may because of high cellulose and ash in chemical

composition of sunflower stalks. Removal efficiency of Pb (II) for sunflower stalks was about ۹۴-۹۹ % and wheat straw ۸۵-۹۷ % and corn stalks about ۵۵-۹۵ %. Separation factor of Langmuir (R_L) indicated that the sorption reactions of Pb (II) by all three biosorbents are favorable, especially sunflower stalks.

ارزیابی کاربرد تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی و تعداد برداشت بر عملکرد سرشاخه و اسانس گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak)

لیلی صفایی
مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده

در آزمایشی در اصفهان در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با توزیع اسپلیت پلات، اثر پنج تیمار کود و مرحله برداشت بر آویشن دنایی بررسی گردید. پنج تیمار کود شامل ترکیب کودهای شیمیایی (Kg/ha) و دامی (ton/ha) در ۴ سطح (۸۰=P،۶۴=N، ۶۴=K همراه ۵ تن کود دامی، ۶۰=K، ۴۸=P، ۴۸=N همراه ۱۵ تن کود دامی، ۴۰=K، ۳۲=P، ۳۲=N همراه ۲۵ تن کود دامی و ۲۰=K، ۱۶=P، ۱۶=N همراه ۳۵ تن کود دامی در هکتار) به عنوان سیستم تلفیقی و شاهد (بدون کود) بود. نتایج نشان داد که برهمکنش چین در تیمار کود بر وزن خشک، درصد و بازده اسانس آویشن دنایی معنی‌دار بود. تیمار شماره ۳ (مخلوط ۲۵ تن کود دامی به همراه ۴۰=K، ۳۲=P ، ۳۲=N کیلوگرم در هکتار) با عملکرد خشک اندام هوایی ۷۷/۲۱۹۷ (kg/ha) و بازده اسانس ۱۶/۱۰۲ (kg/ha) بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. چین اول، بیشترین عملکرد خشک اندام هوایی و اسانس را داشت.

واژه های کلیدی: آویشن دنایی، کودهای تلفیقی، عملکرد، اسانس

مقدمه

به کارگیری مناسب و صحیح مواد غذایی مورد نیاز برای رشد و توسعه گیاهان داروئی در افزایش کمیت و کیفیت آنها بسیار موثر است (Leatchamo, ۱۹۹۵). در مناسب ترین میزان کود، به تعادل بین عناصر مختلف غذایی مورد نیاز گیاه درون خاک توجه می شود تا علاوه بر افزایش عملکرد باعث کاهش مقدار متابولیت های ثانویه گیاه نگردد (Biskup, ۲۰۰۵). امروزه با توجه به اثرات نامطلوب کودهای شیمیایی، استفاده از کودهای طبیعی تجدیدپذیر با منشأ زیستی بسیار کاربرد دارد. مشخص شده است که کودهای آلی در صورت اضافه شدن به کودهای شیمیایی و معدنی می توانند تاثیری جبرانی و مکمل را در بر داشته باشند (Abdel-Sabor et al., ۱۹۹۶). تلفیق کودهای دامی و شیمیایی این امکان را فراهم می آورد که در دوره ابتدایی رشد گیاهان، کود شیمیایی مواد غذایی قابل جذب را برای آنها تامین نموده و در دوره های بعدی رشد، کود دامی مواد غذایی پر مصرف و کم مصرف را در اختیار گیاه قرار دهد. همچنین در شرایطی که با اعمال نهاده ها افزایش محصول بیشتری امکان پذیر نباشد، استفاده از منابع بیولوژیک و آلی از طریق باروری و اصلاح خاک باعث افزایش مجدد محصول خواهند شد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۰). تحقیقات انجام شده بر روی اثر کود دامی به صورت جداگانه و یا مخلوط با کودهای شیمیایی نشان داده است که کمیت و کیفیت محصول تحت به کار گیری توام کودهای شیمیایی و دامی بهبود می یابد (محمد زاده و میوه چی لنگرودی، ۱۳۷۷، شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۰، اکبری نیا و همکاران، ۱۳۸۲). در تحقیق اکبری نیا و همکاران (۱۳۸۲) بر روی گیاه زنیان مشخص شد که عملکرد دانه و میزان و عملکرد اسانس در تیمار تلفیق کود های شیمیایی و دامی در مقایسه با به کارگیری جداگانه هر یک از آنها بالاتر بود. عاشورآبادی و همکاران(۱۳۸۰) نیز افزایش عملکرد بذر و کاه و عملکرد بیولوژیک گیاه داروئی رازیانه را در روش تغذیه تلفیقی نسبت به دو روش شیمیایی خالص و ارگانیک گزارش نموده اند و این روش را به عنوان یک منبع تغذیه مناسب برای گیاه و همچنین به عنوان عامل اساسی در اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک دانسته اند. در این تحقیق بیان شده که کاربرد کود دامی ۷۸ درصد، کودهای شیمیایی (NPK) ۶۹ درصد و به کارگیری مخلوط آنها ۱۲۲ درصد محصول گیاه رازیانه را افزایش می دهد. لباسچی (۱۳۷۹) در بررسی عملکرد سرشاخه گلدار و ماده موثره گیاه داروئی گل راعی و (۱۹۹۵) Mallanagouda در مورد عملکرد دانه گیاه گشنیز در سیستمهای مختلف تغذیه متداول، ارگانیک و تلفیقی بیان کردند که تیمار تلفیق کودهای شیمیایی با کود دامی بیشتر از کاربرد جداگانه هر یک از آنها باعث افزایش عملکرد می گردد.

آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak) متعلق به خانواده نعناع (Lamiaceae) و انحصاری ایران است (جم زاد، ۱۳۷۳). گیاهی خشبی با ارتفاع حداکثر ۳۰ سانتیمتر، برگ‌ها معمولاً کشیده تا کشیده تخم‌مرغی، نوک تیز، گل‌آذین بزرگ و انتهایی، چرخه‌های پایینی دور از یکدیگر و بندرت دارای دمگل‌آذین، جام گل قرمز رنگ و میوه فندقه تخم مرغی، قهوه‌ای روشن با سطح صاف می باشد (Rechinger, ۱۹۸۲). اسانس گل و برگ آن، دارای اثر ضداسپاسم، ضدنفخ، ضدروماتیسم و ضدعفونی کننده قوی است. از اسانس آویشن در تهیه محلول دهان‌شویه و شربت ضدسرفه استفاده می شود (طاهریان و همکاران، ۱۳۸۳). این پژوهش به منظور کمک به حفظ محیط زیست و کشاورزی پایدار با مصرف کودها و تعیین میزان کود تلفیقی مورد نیاز گیاه داروئی آویشن دنایی جهت دسترسی به عملکرد مناسب اندام هوایی و اسانس پایه ریزی گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های زراعی ۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقاتی شهید فرزوه وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان واقع در ۲۵ کیلومتری غرب شهرستان اصفهان انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در زمان (چین) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و پنج تیمار شامل ترکیب کودهای شیمیایی (کیلوگرم در هکتار) و دامی در ۴ سطح (K=۸۰، P=۶۴، N=۶۴ همراه ۵ تن کود دامی، K=۶۰، P=۴۸، N=۴۸ همراه ۱۵ تن کود دامی، K=۴۰، P=۳۲، N=۳۲ همراه ۲۵ تن کود دامی و K=۲۰، P=۱۶، N=۱۶ همراه ۳۵ تن کود دامی در هکتار) به عنوان سیستم کوددهی تلفیقی و شاهد (بدون کود) در مورد گیاه داروئی آویشن دنایی در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۵ مترمربع انجام شد. نتایج تجزیه خاک و کود دامی مورد استفاده در جداول ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی (ds/m)	واکنش گل اشباع (pH)	کربن آلی (%)	ازت کل (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	عمق نمونه‌برداری (cm)	بافت خاک
۷۸/۱	۸/۷	۳/۰	۰۳/۰	۴/۳	۱۵۵	۳۰-۰	لومی رسی

جدول ۲- نتایج تجزیه کود دامی (گوسفندی پوسیده)

درصد			میلی‌گرم در کیلوگرم					
ازت کل	فسفر کل	پتاسیم کل	آهن	روی	مس	منگنز	سرب	کادمیم
۱۲/۱	۴۵/۰	۵/۳	۲۵۹۳	۵/۹	۲۴	۵/۷۳	۲۵/۰	۰۸/۳

۱

کود دامی و شیمیایی بر اساس نسبت‌های ذکر شده و به صورت مخلوط در زیر کشت به زمین داده شد (نیمی از کود نیتروژن در اواسط رشد رویشی و نیم دیگر قبل از آغاز گلدهی به همراه آب آبیاری). با توجه به آب‌شویی ازت در چین دوم نیز مجددا افزودن ازت مانند چین اول انجام گرفت. کاشت بذر آویشن دنایی در فروردین سال ۱۳۸۸ در شاسی صورت گرفت و در آبان ۸۹ زمانی که ارتفاع نشاءها به ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر رسیده بود به زمین اصلی منتقل و با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف و همچنین ۵۰ سانتی‌متر روی ردیف کاشته شد. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر ۷ روز یکبار صورت گرفت. مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در سه نوبت به صورت مکانیکی و بوسیله دست انجام گرفت.

عملیات برداشت سرشاخه گلدار دو بار (اواخر اردیبهشت و اواسط تیرماه) و در مرحله ۵۰ درصد گلدهی انجام گرفت. هنگام برداشت یک خط از طرفین حذف و سپس کل محصول تر برداشت و توزین گردید. این محصول در سایه و در جریان باد خشک شد و وزن خشک محاسبه شد. به منظور استخراج اسانس ابتدا ۱۰۰ گرم از برگ وگل گیاه آسیاب گردید و به مدت ۲ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب طرح کلونجر اسانس‌گیری و درصد آن تعیین گردید (British Pharmacopoeia, ۱۹۸۸).

صفات اندازه‌گیری شده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در این تحقیق برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم افزار SAS و جهت بررسی برهمکنش‌ها از برنامه MSTAT-C استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که برهمکنش چین در روش حاصلخیزی بر وزن خشک و نسبت وزن خشک به تر اندام هوایی و همچنین درصد و بازده اسانس آویشن دنایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر چین و روشهای مختلف حاصلخیزی خاک بر عملکرد سرشاخه و اسانس آویشن دنایی

منابع تغییرات	درجات آزادی	وزن خشک	نسبت وزن خشک به تر	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۹۲/۸۳۷۱	۰۰۱/۰	۰۰۸/۰	۲۷/۸
روش حاصلخیزی	۴	۰۷/۶۲۴۳۱۳**	۱۶/۰**	۴۳/۱**	۵۱/۱۵۲۰**
بلوک* روش حاصلخیزی	۸	۶۱/۳۷۷۱	۰۰۱/۰	۰۱/۰	۳۹/۶

چین	۱	۸۵/۷۲۰۷۸۲**	۸۶/۰**	۱۸/۱۲ns	۱۵/۱۶۹۶۰**
روش حاصلخیزی * چین	۴	۶۵/۳۴۲۲۵۱**	۱۳/۰**	۳۹/۰**	۲۹/۳۲۷**
خطا	۱۰	۹۳/۵۶۶۲	۰۰۲/۰	۰۲۵/۰	۴۵/۱۰

ns عدم وجود اختلاف معني‌دار و**و* به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معني‌دار است.

بر اساس نتایج به دست آمده چین اول تیمار شماره ۳ (مخلوط ۲۵ تن کود دامی به همراه ۳۲=K=۴۰ ، ۳۲=P ،N کیلوگرم در هکتار) با عملکرد خشک اندام هوایی معادل ۷۷/۲۱۹۷ کیلوگرم در هکتار و بازده اسانس معادل ۱۶/۱۰۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۴).

جدول۴- مقایسه میانگین برهمکنش روشهای حاصلخیزی خاک و چین بر عملکرد سرشاخه و اسانس آویشن دنایی

چین	روشهای حاصلخیزی خاک	شماره تیمار	کود دامی	کود شیمیایی N	کود شیمیایی P	کود شیمیایی K	وزن خشک (Kg/ha)	نسبت وزن خشک به تر	درصد اسانس (%)	عملکرد اسانس (Kg/ha)
۱	تلفیقی	۱	۵	۸۰	۶۴	۶۴	b۴۵/۱۸۹۳	d۳۵/۰	b۹۴/۳	b۶۰/۷۴
۱		۲	۱۵	۶۰	۴۸	۴۸	b۸۶/۲۰۱۰	d۳۵/۰	c۴۰/۳	c۳۷/۶۸
۱		۳	۲۵	۴۰	۳۲	۳۲	a۷۷/۲۱۹۷	d۳۱/۰	a۶۵/۴	a۱۶/۱۰۲
۱		۴	۳۵	۲۰	۱۶	۱۶	b۸۷/۱۹۱۶	c۴۸/۰	c۷۰/۳	ذ ۹۲/۷۰
۱	شاهد	۵	۰	۰	۰	۰	d۲۵/۱۰۷۷	e۱۹۵/۰	d۹۷/۲	e۹۹/۳۱
۲	تلفیقی	۱	۵	۸۰	۶۴	۶۴	e۰۰/۹۲۷	c۴۹/۰	e۱۴/۲	f۹۲/۱۹
۲		۲	۱۵	۶۰	۴۸	۴۸	f۰۲/۶۵۷	b۸۷/۰	d۶۸/۲	f۶۸/۱۷
۲		۳	۲۵	۴۰	۳۲	۳۲	c۳۳/۱۴۴۳	a۱۰/۱	d۸۳/۲	d۹۱/۴۰
۲		۴	۳۵	۲۰	۱۶	۱۶	f۲۲/۶۴۱	c۵۶/۰	d۷۵/۲	f۵۷/۱۷
۲	شاهد	۵	۰	۰	۰	۰	f۹۹/۵۲۵	d۳۶/۰	f۷۶/۱	g۲۹/۹

میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱% دارند (آزمون دانکن)

افزایش این صفات احتمالا به دلیل افزایش در حجم کانوپی گیاه، افزایش سطح برگ و در نتیجه جذب بهتر نور بوده است. این افزایش در حجم کانوپی می‌تواند بدلیل جذب بهتر و یکنواخت‌تر مواد غذایی در طول دوره رشد و همچنین اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک باشد (ملکوتی، ۱۳۷۵ ،Francis et al., ۱۹۹۰). در بسیاری از مطالعات از ترکیب کودهای آلی و شیمیایی بعنوان روش تغذیه مناسب گیاه جهت افزایش عملکرد یاد شده است. افزودن کودهای شیمیایی به کودهای آلی می‌تواند بر فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک مانند تجزیه مواد آلی نیتروژن‌دار و همچنین معدنی کردن کربن آلی موثر باشد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۰). بر اساس گزارش Francis و همکاران (۱۹۹۰) و ملکوتی (۱۳۷۵)، در صورت استفاده از ترکیب مناسبی از کودهای آلی و شیمیایی، عملکرد محصولات زراعی افزایش می‌یابد. در پژوهشی دیگر شریفی عاشورآبادی و همکاران (۱۳۸۲) افزایش عملکرد گیاه رازیانه را در روش تغذیه تلفیقی در مقایسه با روش‌های شیمیایی و ارگانیک گزارش نموده‌اند. علت این مسئله را می‌توان اینگونه بیان کرد که در تیمارهای تلفیقی با استفاده از ترکیب مناسبی از کودهای شیمیایی و دامی وضعیت خاک بهبود یافته و بر اثر تغذیه مناسب گیاه، رشد و میزان فتوسنتز آن افزایش می‌یابد و در نتیجه عملکرد خشک اندام هوایی و بازده اسانس بالا می‌رود. تلفیق این کودها این امکان را فراهم می‌آورد که در دوره ابتدایی رشد، کود شیمیایی مواد غذایی قابل جذب را برای گیاه تامین نموده و در دوره‌های بعدی رشد، کود دامی مواد غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را در اختیار آن قرار دهد. همچنین نتایج مشابهی توسط اکبري‌نیا و همکاران (۱۳۸۲) بر روی گیاه زنیان ارائه شده است.

نتایج این تحقیق نشان داد که چین اول از نظر وزن خشک اندام هوایی و بازده اسانس بالاتر بوده و تفاوت معنی‌داری با چین دوم نشان داده است. این مسئله کاملا منطقی به نظر می‌رسد، کوتاه‌تر بودن دوره رشد گیاه در چین دوم و همزمانی آن با آغاز فصل تابستان و گرمای شدید هوا که باعث تسریع گلدهی گیاه می شود می‌تواند یکی از علل عمده کمتر بودن عملکرد چین دوم نسبت به چین اول باشد.

همچنین بنظر می‌رسد طولانی‌تر بودن دوره رشد گیاه در چین اول با توجه به درجه حرارت و استفاده از مواد ذخیره شده در اندام‌های زیرزمینی و ساقه‌ها در بیشتر بودن عملکرد گیاه نسبت به چین دوم موثر بوده است. کاهش عملکرد سرشاخه در برداشت دوم در برخی از منابع گزارش شده است (Miguel & Gujerrero, ۲۰۰۳، Akbarinia et al., ۲۰۰۹، اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۹).

منابع

اکبری‌نیا، ا.، شریفی عاشورآبادی، ا. و میرزا، م. ۱۳۸۹. بررسی عملکرد، میزان و ترکیب‌های اصلی اسانس آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak.) کشت شده در قزوین. مجله‌ی تحقیقات گیاهان داروئی و معطر ایران، جلد ۲۶، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۲۱۲-۲۰۵.

اکبری‌نیا، ا.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف.، رضایی، م.ب. و شریفی عاشورآبادی، ا. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاه داروئی زنیان، مجله‌ی پژوهش و سازندگی، شماره‌ی ۶۱، صفحه‌های ۳۲ تا ۴۱.

جم زاد، ز. ۱۳۷۳. آویشن، انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

شریفی عاشور آبادی، ا.، قلاوند، ا.، نورمحمدی، ق.، متین، ا.، امین، غ.، بابا خانلو، پ.، لباسچی، م. ح. و سفیدکن، ف. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد رازیانه. مجله‌ی تحقیقات گیاهان داروئی و معطر ایران، شماره‌ی ۷، صفحه‌های ۳ تا ۲۵.

شریفی عاشور آبادی، ا، متین، ا، لباسچی، م. ۱۳۸۲. شاخص‌های فیزیولوژیک رشد در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) تحت شرایط متفاوت حاصلخیزی خاک، مجله‌ی پژوهشی تحقیقات گیاهان داروئی و معطر ایران، جلد ۱۹، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۱۵۷ تا ۱۸۲.

طاهریان، ع.، رشیدی پور، ع.، وفایی، ع. جراحیف، م.، میلادی گرجی، ح.، امامی ابرقویی، م. و صادقی، ح. ۱۳۸۳. ارزیابی اثر عصاره هیدروالکلی گیاه آویشن *Thymus vulgaris* L. بر تعدیل درد حاد در مدل Tail flick و Hot plate در موش سوری، مجله‌ی علمی دانشگاه علوم پزشکی سمنان، جلد ۵، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۱۷۹ تا ۱۸۵.

لباسچی، م. ح. ۱۳۷۹. بررسی اثر حاصلخیزی خاک در اکوسیستم های زراعی، پایان نامه دکترای زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

محمد علیزاده، ا. ه. ، مانی کاشانی، خ.، شرفی، ن. و نجفیان، م. ۱۳۸۰. مقایسه اثر درمانی داروهای گیاهی افشره آویشن، افشره مرزه و میکسچر آویشن با ترکیب دو داروی رانیتیدین و متو کلو پرامید در سوء هاضمه فانکشنال، مجله‌ی علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، جلد ۱، شماره‌ی ۱۹، صفحه‌های ۹ تا ۱۴.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

Abdel- Sabor M.F. and M.A., Abo- Seoud. ۱۹۹۶. Effects of organic waste compost addition on sesames growth yield and chemical composition. Agriculture, Ecosystems & Environment, ۶: ۱۵۷- ۱۶۴.

Akbarinia A., Sharifi- Ashorabadi E. and Sefidkon F. ۲۰۰۹. Influence of harvest dynamics on herb and oil yield of *Thymus Kotchyanus* and *Thymus daenensis* cultivated two sites. International Workshop on Medicinal and Aromatic Plants. Acta Horticulture, ۷۸۶: ۲۲۹- ۲۳۴.

Biskup E.S. and Saez F. ۲۰۰۵. *Thymus*. London and New York press.

British Pharmacopoeia, ۱۹۸۸, HMSO, London.

Francis C.A., Bulter F.C. and King, L.D. ۱۹۹۰. Sustainable agriculture in temperate zones. New York. John wiley and sons, U. S. A.

Leachamo W. and Gosselin, A. ۱۹۹۶. Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply . Journal of Horticultural Science, ۷۱:۱۲۳ - ۱۳۴.

Mallanagouda B. ۱۹۹۵. Effects of NPK and fym on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medic and Aromatic Plant Science, ۴: ۹۱۶-۹۱۸.

Miguel, M.G. and Gujerrero C. ۲۰۰۳. Essential oils of Portuguese *Thymus mastichina* (L.) L. subsp. *Mastichina* grown on different substrate and harvested on different dates. Journal of Horticultural Science and biotechnology, ۷۸(۳): ۳۵۳- ۳۵۸.

Rechinger, K.H. and Hedge I.C. ۱۹۸۶ .Umbelliferae. In : Rechinger. K. H . Flora Iranica. Graz: Akademische Druck - u Verlagsanstatl.

Abstract

In an experiment in Esfahan, using a RCBC design with split plot arrangement, effects of five fertilizer treatments and harvesting stage were evaluated on *Thymus daenensis*. The ۵ treatments were ۴ levels including: (N=۸۰, P=۶۴ and k=۶۴ Kg/ha with ۵ ton/ha manure fertilizer, N=۶۰, P=۴۸ and k=۴۸ Kg/ha with ۱۵ ton/ha manure fertilizer, N=۴۰, P=۳۲ and k=۳۲ Kg/ha with ۲۵ ton/ha manure fertilizer, N=۲۰, P=۱۶ and k=۱۶ Kg/ha with ۳۵ ton/ha manure fertilizer, using in intermediate nutrition management and control. Based on the results the interaction between harvesting stage and fertilizing method had a significant effect on shoot dry yield and oil yield. Combination of ۳۵ ton/ha manure and NPK= ۴۰- ۳۲- ۳۲ Kg/ha) had the highest amount of shoot dry yield and oil yield (۲۱۹۷.۷۷ and ۱۰۲.۱۶ kg/ha respectively). Also the first harvesting stage had the highest shoot dry yield and oil yield.

تاثیر خاکپوش پومیس و کم‌آبیاری بر روی عملکرد ذرت

مهدی نصیری ۱، داود زارع حقی ۲، محمدرضا نیشابوری ۳ و سیروس حسن‌نژاد ۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز، ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشگاه تبریز، ۳- استاد بخش علوم خاک دانشگاه تبریز

چکیده
به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف خاکپوش پومیس و کم‌آبیاری بر روی عملکرد ذرت، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز در سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح خاکپوش (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ تن بر هکتار) و سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۷۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی محاسبه شده از تشت تبخیر کلاس A) بود. نتایج حاصل نشان داد که پومیس تاثیر بسزایی در افزایش عملکرد ذرت داشته، و وزن تر و خشک برگ و ساقه آن با افزایش مقدار پومیس افزایش می‌یابد. بیشترین و کمترین مقدار وزن تر و خشک برگ و ساقه به ترتیب از آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد حاصل شد. بین تیمار پومیس ۹۰ و ۶۰ تن بر هکتار از نظر وزن تر و خشک برگ و ساقه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: پومیس، خاکپوش، عملکرد ذرت، کم‌آبیاری

مقدمه
افزایش جمعیت و محدود بودن منابع آبی از یک طرف و وجود خشکسالی‌ها و کاهش کیفیت منابع آبی از یک طرف، بحران غذا را روز به روز تشدید می‌بخشد. بنابراین بررسی راهکارهای امکان و مزایای استفاده از خاکپوش و همچنین مدیریت مصرف آب به‌گونه‌ای که در ازای مصرف مقداری مشخص آب، عملکرد بیشتری حاصل شود، امری ضروری است. ایران با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر در سال جزو مناطق خشک و نیمه خشک جهان طبقه‌بندی می‌شود و تقریبا ۶۵% مساحت کشور ما را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می‌دهد که به طور متوسط مقدار بارندگی در آنها از ۱۵۰ میلی‌متر در سال کمتر است (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۳). یکی از عمده‌ترین موانع تولید موفق محصولات زراعی، خشکی است. عوامل مختلفی می‌توانند باعث ایجاد خشکی شوند که کمبود آب، پایین بودن رطوبت نسبی هوا، گرما، یخبندان و شوری از جمله آن‌ها می‌باشند. ترکیب این عوامل منجر به ایجاد انواع خشکی می‌شود. مطالعه این مکانیسم‌ها اطلاعات مهمی را در مورد اهداف بلندمدت اصلاح نباتات ایجاد می‌کند (Monneveux and Belhassen, ۱۹۹۶). در این راستا استفاده از خاکپوش راهی مناسب جهت کاهش اتلاف آب و صرفه‌جویی آن محسوب می‌گردد(راد، ۱۳۷۶). خاکپوش به هر نوع ماده‌ای که سطح خاک را بپوشاند مانند تور سیمی، پارچه، مواد نفتی و غیره گفته می‌شود (رفاهی، ۱۳۷۸). حفظ رطوبت خاک و کاهش مصرف آب، ممانعت از تراکم خاک، کنترل علف هرز، اصلاح کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک از مزیت‌های استفاده از خاکپوش بشمار می‌روند (Greenly andRakow, ۱۹۹۵). همچنین خاکپوش سبب کاهش ضربه قطرات باران به سطح خاک و تخریب ساختمان شده، میزان رواناب را کاهش داده و باعث افزایش نفوذ آب باران و ذخیره‌سازی بیشتر آب در خاک می‌شود و این پدیده می‌تواند میزان رطوبت در دسترس ریشه گیاه را تا عمق ۱ متری از سطح خاک افزایش دهد (Gouin, ۱۹۸۳). پومیس یک شیشه سیلس حفره‌دار آتشفشانی است که به صورت انفجاری از دهانه آتشفشان‌ها خارج شده و یک نوع کانی سیلیکاتی غیرکریستالی است. جرم مخصوص آن بسیار کم (غالباً کمتر از یک) و حجم آن زیاد است. هزینه‌های برآورد شده نشان میدهد که در مقایسه با پلی آکریل آمید بعنوان یک پلیمر سنتتیک و وارداتی، پومیس بسیار ارزانتر است (صادقیان و همکاران، ۱۳۸۵). اُدوفین و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که بکارگیری ۵ تن بر هکتار خاکپوش کاه و کلش برنج در خاک غیرشالیزار، نفوذ را تقریباً به میزان ۱۲۰ میلی‌متر زیر کشت ذرت افزایش داد. نتایج آنها نشان داد که خاکپوش میزان تبخیر را تحت آبیاری قطره‌ای کاهش داد. بایو و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودندکه استفاده از خاکپوش کاه و کلش، کودهای زیستی و آلی باعث افزایش رشد و جذب مواد معدنی در گیاه ذرت گردید. آتوررحمان و همکاران (۲۰۰۵) گزارش نمودند که استفاده از کاه و کلش به عنوان خاکپوش، با حفظ رطوبت خاک، مقدار مقاومت مکانیکی خاک را کاهش داده و در نتیجه باعث افزایش رشد و توسعه ریشه می‌گردد. آنها همچنین مشاهده کردند که بکارگیری خاکپوش کاه و کلش در سطح خاک از لحاظ حفظ رطوبت و کنترل علف هرز تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور خاکپوش پومیس و کم‌آبیاری هر کدام به ترتیب در چهار و سه سطح و در سه تکرار، اجرا گردید. فاکتور اول خاکپوش پومیس، در چهار سطح صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ تن بر هکتار بود. فاکتور دوم آبیاری، در سه سطح ۱۰۰، ۷۰ و ۵۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A بود. قطعات کاشت به ابعاد ۵/۲×۲ متر مربع و فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. در هر کپه ۳ بذر در عمق ۵ سانتی‌متری به صورت دستی کاشته شد که پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها به یك بوته تقلیل یافت و در نهایت در

هر کرت ۵ ردیف بوته و در هر ردیف ۹ بوته رشد یافت. بعد از اینکه گیاهچه‌ها رشد کردند، پومیس الک شده از الک ۸ میلی‌متری در سطح کرت‌ها با توجه به تیمارهای آزمایشی به‌طور یکنواخت پخش شد و ضخامت‌های مختلفی از خاکپوش پومیس در سطح خاک کرت‌های آزمایشی ایجاد گردید. در پایان فصل رشد بوته‌های موجود در ۵/۰ متر مربع هر کرت برداشته شد و برگ‌ها از تنه آن جدا و وزن تر و خشک برگ‌ها و تنه‌ها هر کدام جداگانه اندازه‌گیری شد.

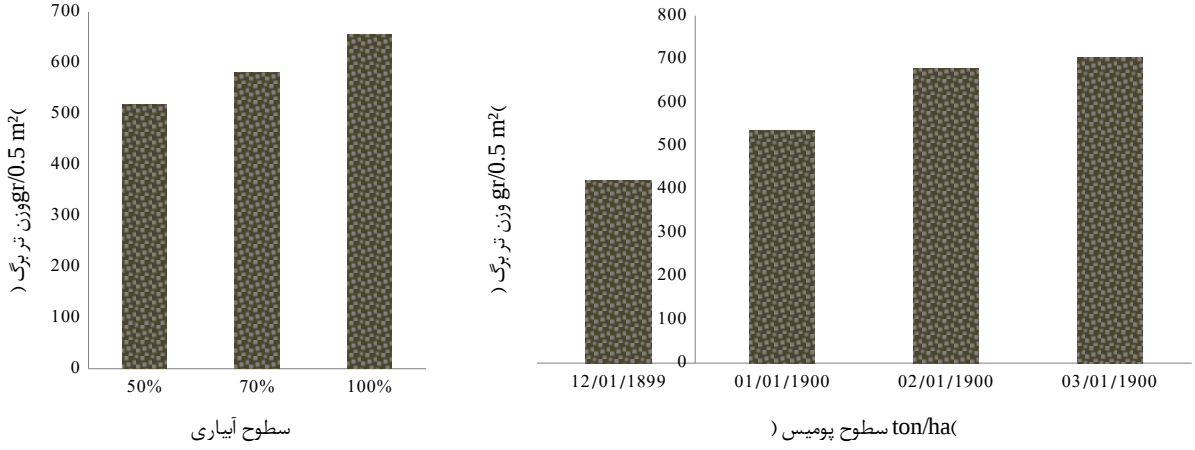
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف پومیس و آبیاری در سطح احتمال یک درصد از لحاظ وزن تر و خشک برگ و همچنین وزن تر و خشک ساقه تفاوت معنی‌داری وجود دارد و اثرات متقابل این دو غیر معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین و کمترین وزن تر برگ به ترتیب از تیمار ۹۰ تن پومیس بر هکتار (۸۸/۷۰۳ گرم در نیم متر مربع) و تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد (۶۳/۶۵۵ گرم در نیم متر مربع) و کمترین مقدار آن از تیمار شاهد (۱۲/۴۲۰ گرم در نیم متر مربع) و تیمار آبیاری ۵۰ درصد (۴۷/۵۱۷ گرم در نیم متر مربع) بدست آمد (شکل‌های ۱ و ۲). نتایج این تحقیق نشان داد که بین تیمار پومیس ۹۰ و ۶۰ تن بر هکتار از نظر وزن تر برگ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. وزن تر برگ در تیمار پومیس ۹۰ تن بر هکتار نسبت به تیمار شاهد و ۳۰ تن بر هکتار به ترتیب ۵/۶۷ و ۴/۳۱ درصد و در آبیاری ۱۰۰ درصد نسبت به آبیاری ۵۰ و ۷۰ درصد به ترتیب ۷/۲۶ و ۸/۱۲ درصد افزایش نشان داد. بیشترین وزن خشک برگ از تیمار ۹۰ تن پومیس بر هکتار (۴۱/۱۴۹ گرم در نیم متر مربع) و تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد (۷۹/۱۴۳ گرم در نیم متر مربع) و کمترین مقدار آن از تیمار شاهد (۱۲/۹۷ گرم در نیم متر مربع) و آبیاری ۵۰ درصد (۹۵/۱۱۳ گرم در نیم متر مربع) بدست آمد (شکل‌های ۳ و ۴). بین تیمار پومیس ۹۰ و ۶۰ تن بر هکتار از نظر وزن خشک برگ مثل وزن تر برگ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. وزن خشک برگ در تیمار پومیس ۹۰ تن بر هکتار نسبت به تیمار شاهد و ۳۰ تن بر هکتار به ترتیب افزایش ۸/۵۳ و ۴/۲۱ درصدی و در آبیاری ۱۰۰ درصد نسبت به آبیاری ۵۰ و ۷۰ درصد به ترتیب افزایش ۲/۲۶ و ۳/۱۱ درصدی را نشان داد. این نتایج با یافته‌های سو و همکاران (۱۹۹۱) مطابقت دارد.

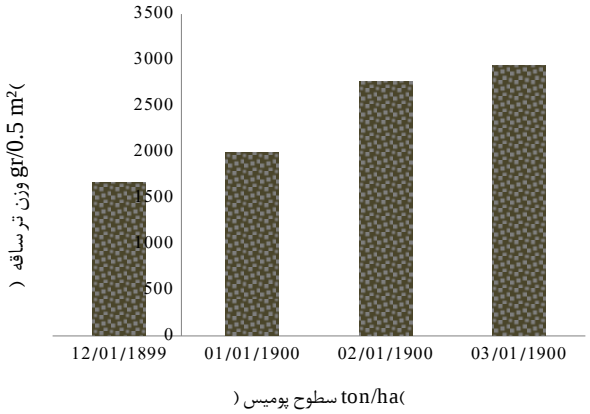
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر خاکپوش پومیس و کم‌آبیاری بر روی عملکرد ذرت

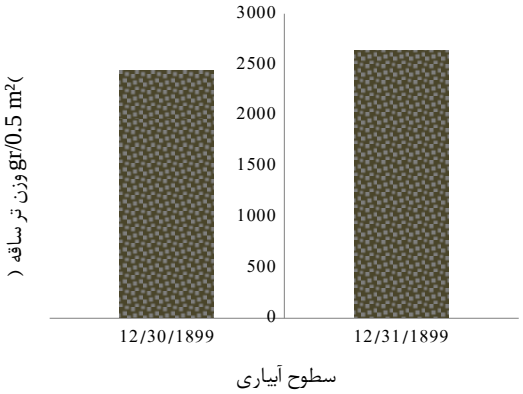
منبع تغییر		میانگین مربعات			
	درجه آزادی	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه
تکرار	۲	۷۹۳/۸۰۲ ns	۲۹/۲۰۲ ns	۰۹۷/۳۴۲۰۳ ns	۲۳۷/۱۷۴۳۶ ns
پومیس	۳	۶۱۷/۱۵۷۷۱۲ **	۰۴۳/۵۳۰۵ **	۴۲۴/۳۳۶۴۵۸۸ **	۱۵۶/۱۰۳۴۹۸۲ **
آبیاری	۲	۸۳۴/۵۷۳۹۰ **	۴۵۱/۲۶۷۲ **	۰۶۱/۱۴۹۰۲۱۱ **	۰۲۱/۴۰۳۶۷۶ **
پومیس × آبیاری	۶	۱۳۹/۲۴۳۱ ns	۵۴۱/۱۶۱ ns	۰۹۵/۲۲۴۰۹ ns	۱۵۷/۵۴۰۲ ns
خطای آزمایشی	۲۲	۶۷۲/۴۳۳۱	۰۰۷/۲۱۶	۶۶۴/۴۴۵۸۵	۵۶۲/۶۰۹۱
ضریب تغییرات (%)	-	۲۵/۱۱	۳۹/۱۱	۹	۳۹/۷

به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱% و ۵% و بدون اختلاف معنی‌دار ns و *، **

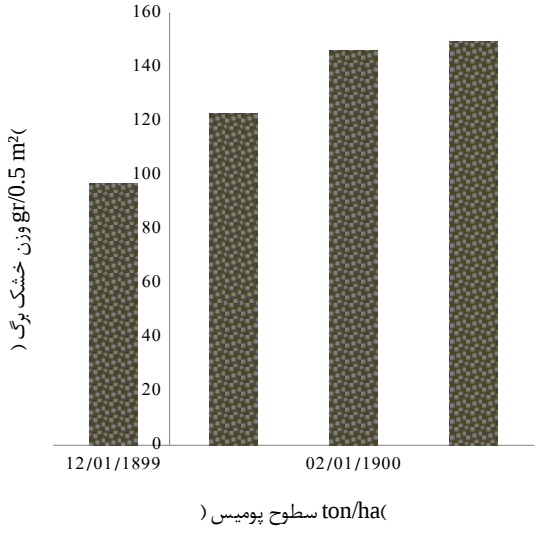


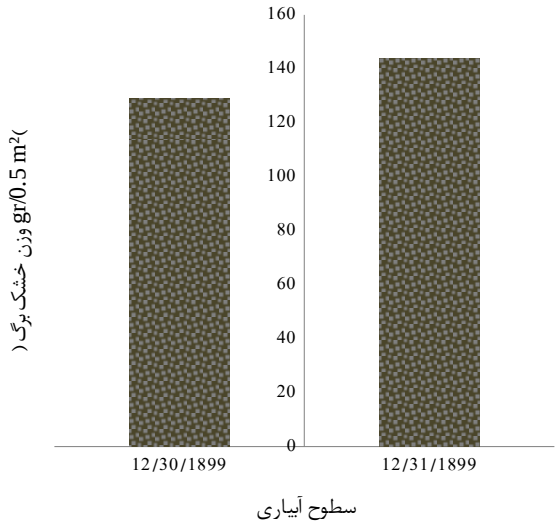
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف پومیس بر روی وزن تر برگ شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی وزن تر برگ

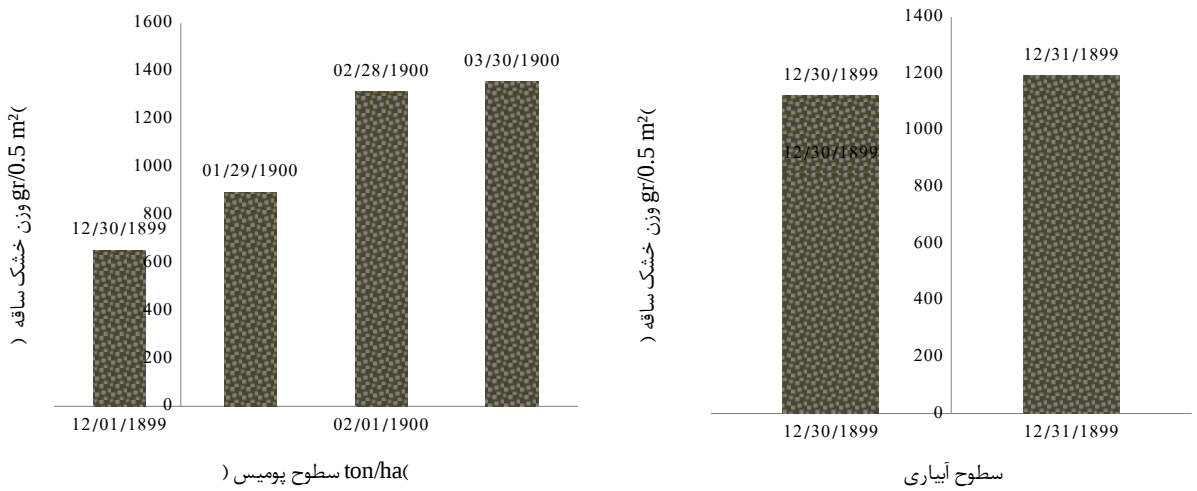




شکل۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف پومیس بر روی وزن خشک برگ شکل ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی وزن تر ساقه







شکل۷- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف پومیس بر روی وزن خشک ساقه شکل ۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی وزن خشک ساقه

مقایسه میانگین وزن تر ساقه در تیمار پومیس، بیشترین و کمترین مقدار آن را به ترتیب در تیمار ۹۰ تن پومیس بر هکتار و شاهد نشان داد (شکل ۵). افزایش میزان مصرف پومیس از صفر (تیمار شاهد) به ۹۰ تن بر هکتار باعث افزایش ۹/۷۶ درصدی در وزن تر ساقه گردید. همچنین نتایج نشان داد که بین تیمارهای ۹۰ و ۶۰ تن پومیس بر هکتار تفاوت معنی‌داری در وزن تر ساقه وجود ندارد. مقایسه میانگین وزن تر ساقه در تیمار آبیاری نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار وزن تر ساقه به ترتیب از آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد حاصل شد (شکل ۶). مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در تیمار پومیس، بیشترین و کمترین مقدار آن را به ترتیب در تیمار ۹۰ تن پومیس بر هکتار (۵/۱۳۵۷ گرم در نیم متر مربع) و شاهد (۳۲/۶۵۳ گرم در نیم متر مربع) نشان داد (شکل ۷). افزایش میزان مصرف پومیس از صفر (تیمار شاهد) به ۹۰ تن بر هکتار باعث افزایش ۸/۱۰۷ درصدی در وزن خشک ساقه نسبت به شاهد گردید. وین (۱۹۹۳) نیز افزایش وزن خشک ساقه گوجه‌فرنگی در اثر استفاده از خاکپوش پلی‌اتیلنی را گزارش نمود. همچنین نتایج نشان داد که بین تیمارهای ۹۰ و ۶۰ تن پومیس بر هکتار تفاوت معنی‌داری در وزن خشک ساقه وجود ندارد. مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در تیمار آبیاری نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار وزن تر ساقه به ترتیب از آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد حاصل شد (شکل ۸). این نتایج با یافته‌های بابایی و همکاران (۱۳۸۹) مبنی بر کاهش وزن خشک اندام رویشی گیاه آویشن در اثر تنش خشکی، مطابقت دارد.

بنابراین با استفاده از ۶۰ تن بر هکتار پومیس به عنوان خاکپوش به جای ۹۰ تن بر هکتار پومیس، می‌توان به عملکرد مناسب دست یافت. همچنین با کاهش آب آبیاری عملکرد گیاه کاهش یافت. رشد سلولی و تقسیمات گیاهی کاملا وابسته به فراهمی آب است. کاهش پتانسیل اسمزی در سلول‌ها بخاطر تنش خشکی، رشد سلول‌های گیاه و درنهایت گسترش ریشه را کاهش می‌دهد (Shangguan et al., ۱۹۹۹). با کاهش محتوای آب سلولی، سلول‌ها دچار چین و چروک شده، دیواره سلولی ضعیف و کاهش حجم سلولی به دلیل کاهش پتانسیل فشاری صورت می‌پذیرد (Abo-El-Kheir and Mekki, ۲۰۰۷). در نتیجه در شرایط کمبود رطوبت، رشد گیاه کم و مختل شده که منجر به کاهش عملکرد می‌گردد.

منابع

بابایی، ک. امینی‌دهقی، م. مدرس‌ثانوی، س.ع.م. و جباری، ر. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در آویشن (*Thymus vulgaris L*.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۶، شماره ۲، صفحه‌های ۲۳۹ تا ۲۵۱.
حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۳. راه‌های مقابله با خشکی و خشکسالی. انتشارات معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی.

راد، م.ه. ۱۳۷۶. بررسی اثرات مواد پوشانده خاک بر کاهش میزان آب مورد استفاده در استقرار گیاه تاغ در بیابانهای رسی. فصلنامه پژوهش و سازندگی، جلد ۳۷، شماره ۱۰، صفحه‌های ۷۱ تا ۷۶.
رفاهی، ح.ع. ۱۳۷۸. فرسایش آبی و کنترل آن (تألیف). انتشارات دانشگاه تهران.
صادقیان، ن. نیشابوری، م.ر. جعفرزاده، ع.ا. و تورچی، م. ۱۳۸۵. بررسی اثر سه نوع اصلاح کننده بر روی خصوصیات فیزیکی لایه سطحی خاک. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۷، شماره ۲، صفحه‌های ۳۴۱ تا ۳۵۱.
Abo-El-Kheir M.S. and Mekki B.B. ۲۰۰۷. Response of maize single cross-۱۰ to waterdeficits during silking and grain filling stages. World journal of Agricultural science, ۳(۳): ۲۶۹-۲۷۲.
AtaureRahman M., Chikushi J., Saifizzaman M. and Lauren J.G. ۲۰۰۵. Rice straw mulching and nitrogen of no-tillwheat following rice in Bangladesh. Field Crops Research, ۹۱: ۷۱-۸۱.
Bayu W., Rethman N.F.G., Hammes P.S. and Alemu G. ۲۰۰۶. Effect of farmyard manureand inorganic fertilizers on sorghum growth, yield and nitrogen use in semi-arid area of Ethiopia. Plant Nutr., ۲۹: ۳۹۱-۴۰۷.
Gouin F.R. ۱۹۸۳. Over mulching: A national plague. Weeds, Trees and Turf, ۲۲: ۲۲-۲۳.
Greenly K.M. and Rakow D.A. ۱۹۹۵. The effect of wood mulch type and depth on weed and tree growth and certainsoil parameters. Journal of Arboriculture, ۲۱: ۲۲۵-۲۳۲.
Monneveux P. and Belhassen E. ۱۹۹۶. The diversity of drought adaptation in the wide. Plant Growth Reg., ۲۰: ۸۵-۹۲.
Odofin A., Egharevba N., Babakutigi A. and Eze P. ۲۰۱۲. Drainage beyond maize rootzone in an Alfisol subjected to three land management systems at Minna, Nigeria. J. Soil Sci. Environ. Manag., ۳: ۲۱۶-۲۲۳.
Shangguan Z., Shao M. and Dyckmans J. ۱۹۹۹. Interaction of osmotic adjustment andphotosynthesis in winter wheat under soildrought. Journal of plant Physiology, ۱۴: ۷۵۳-۷۵۸.
Suh J. K., Kim Y.B., Lee Y.S. and Han K.Y. ۱۹۹۱. Study of improvement of mulching cultivation method for onion (Allium cepa L.). Res. Rep. Rural Dev. Adm. Hart., ۳۳: ۳۱-۳۶.
Wien H.C. ۱۹۹۳. Polyethylene mulch stimulates really root growth and nutrient uptake of transplanted tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci., ۱۱۸: ۵۶۲-۵۶۸.

Abstract

In order to survey the effects of different levels of pumice mulch and irrigation on the yield of corn, a field experiment was designed in randomized complete block in three replications in the Department of Agriculture's research station in Tabriz University. Treatments consisted of four levels of mulch (۰, ۳۰, ۶۰ and ۹۰ tons per hectare) and three irrigation levels (۱۰۰%, ۷۰% and ۵۰% water requirement calculated from pan class A), respectively. The results showed that the pumice amount increased corn yield, wet and dry weight of leaves and stems were increased with increasing amounts of pumice. The highest and lowest wet and dry weight of leaves and stems was obtained from ۱۰۰% and ۵۰% of irrigation, respectively. Between ۹۰ and ۶۰ tons per hectare pumice, wet and dry weight of leaves and stems was n't significant.

مطالعه تاثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه چهار گونه مریم گلی (*Salvia sp.*)

لیلی صفایی [1]
۱- مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده
اثر سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه چهار گونه مریم گلی طی آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. سطوح مختلف شوری صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم به عنوان عامل اول و گونه ها [مریم گلی سهندی(*Salvia sahendica*)، مریم گلی مزرعه روی (*Salvia nemorosa*)، مریم گلی باغی (*Salvia officinalis*) و مریم گلی ترکه ای (Salvia *virgata*)] به عنوان عامل دوم بودند. با افزایش شوری کلیه صفات کاهش یافت. بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار شوری ۲۰۰ میلی مولار مشاهده شد. گونه های مورد مطالعه تنها در تیمارهای شاهد، شوری ۵۰ و بندرت شوری ۱۰۰ میلی مولار گیاهچه تولید کردند. همچنین با افزایش شوری، طول ریشه چه، ساقه چه و وزن تر و خشک گیاهچه کاهش یافت.

کلمات کلیدی: شوری، مریم گلی، جوانه زنی بذر، رشد گیاهچه، *Salvia*

مقدمه
شوری آب آبیاری یکی از محدودیت های عمده محیطی در تولید گیاهان زراعی مناطق خشک و نیمه خشک دنیا می باشد. بر اساس گزارشات، حدود ۱۲ درصد از کل مساحت ایران، معادل ۱۹ میلیون هکتار، زیر کشت آبی و دیم قرار دارد که از این مقدار نزدیک به ۵۰ درصد با درجات مختلفی از شوری و قلیایی بودن همراه است. پیش بینی می شود که این میزان تا ۷۵ درصد کل اراضی فاریاب پیشروی کند (جعفری، ۱۳۷۳). دلیل این مسئله کاهش میزان بارندگی، زهکشی ضعیف، تبخیر و تعرق زیاد و استفاده از آب نامناسب می باشد. روشهای مدیریتی اصلاحی زیادی توسط متخصصین علوم خاک برای اصلاح شوری زمین های کشاورزی قابل کشت پیشنهاد شده اما تا به حال هیچکدام از آن ها به عنوان راه حل اساسی شناخته نشده اند. به کار بردن تکنولوژی و استفاده از آب شیرین برای شستشوی این خاک ها بسیار پر هزینه بوده و علاوه بر این دوامی نخواهد داشت (میرمحمدی میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). بنابراین آگاهی از عکس العمل های فیزیولوژیکی گیاه در مقابل تنش شوری ضروری به نظر می رسد (Shanon, ۱۹۹۷). اولین تأثیر شوری بر رشد گیاهان زراعی عدم یکنواختی در جوانه زنی است زیرا تحت تأثیر پتانسیل اسمزی منفی و سمیت برخی یون ها قرار می گیرند. جوانه زدن بذر بر اثر نمک های محلول به تأخیر می افتد و میزان تأخیر و صدمه ای که به بذور گیاهان جوان وارد می شود نسبت مستقیم با فشار اسمزی محلول نمک دارد. چنانچه فشار اسمزی به اندازه کافی بالا باشد بذرها جوانه نمی زنند ولی باید توجه داشت که گونه های مختلف گیاهان زراعی در هر غلظت معینی از نمک واکنشهای متفاوتی نشان می دهند.

جنس داروئی مریم گلی (*Salvia*) متعلق به خانواده نعنا (Labiatea) و گیاهی است علفی و چند ساله که ارتفاع آن بسته به شرایط اقلیمی محل رویش ممکن است به ۵۰ تا ۸۰ سانتی متر برسد. ریشه گیاه کم وبیش ضخیم و منشعب، ساقه ها چهارگوش و اندکی کرک دار، برگ ها بلند و نیزه ای، برگ های پایینی دارای دمبرگ بلند و برگ های فوقانی دارای دمبرگ کوتاه، گل ها به رنگ بنفش متمایل به آبی، صورتی یا گاهی سفید و به صورت مجتمع در قسمت فوقانی ساقه، میوه کپسول و به رنگ قهوه ای روشن یا تیره می باشد (امیدبیگی، ۱۳۷۴). مریم گلی دارای اسانس، تانن، رزین و یک ماده تلخ به نام پیکروسالوین با خاصیت باکتری کشی است. از تقطیر برگ های خشک این گیاه، ۵/۲-۵/۱ درصد اسانس گرفته می شود که در ضد عفونی کردن دهان و دندان کاربرد دارد. در تحقیق فلاحی و همکاران (۱۳۸۷) بر روی گیاه مریم گلی کبیر، این گونه را در مرحله جوانه زنی تا حد زیادی متحمل به شوری دانسته و تا شوری ۲۵۰ میلی مولار جوانه زنی گزارش نموده اند.

با در نظر گرفتن این مطلب که مرحله جوانه زنی بذر در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح مهم است و این تراکم مناسب زمانی به دست می آید که بذرهای کاشته شده دارای درصد و سرعت جوانه زنی مناسبی باشد (Huang & Redmann, ۱۹۹۵)، لذا آگاهی از وضعیت جوانه زنی و رشد گیاهچه هر گیاه ما را در مدیریت صحیح کاشت آن یاری می نماید. تحقیق حاضر به جهت اهمیت این مسئله و به منظور بررسی اثر شوری بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه ۴ گونه از جنس داروئی مریم گلی انجام شد.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی و رشد اولیه چهار گونه از جنس داروئی مریم گلی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه گیاهان دارویی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان انجام شد. عامل اول پنج سطح شوری شامل صفر(شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار و عامل دوم نیز چهار گونه از جنس

مریم گلی به نامهای مریم گلی سهندی (*Salvia sahendica*)، مریم گلی مزرعه روی (*Salvia nemorosa*)، مریم گلی باغی (*Salvia officinalis*) و مریم گلی ترکه ای (*Salvia virgata*) بود. جهت تهیه آب شور مورد نیاز، مقدار لازم کلرید سدیم (محصول شرکت مرک آلمان) برای هر تیمار محاسبه گردید و سپس در مقدار مناسب آب مقطر حل شد. Ec یا هدایت الکتریکی آبها توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه گیری و تنظیم شد. محیط کشت جهت انجام آزمایش جوانه زنی شامل ظروف پتری با قطر ۱۰ سانتی متر بود. جهت ضدعفونی کردن این ظروف از محلول هیپوکلریدسدیم استفاده گردید. هر ظرف پتری به عنوان واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. بذور هر گونه با استفاده از محلول ویتاواکس دو در هزار ضدعفونی و سپس با آب مقطرشستشو گردید. تعداد ۵۰ عدد بذر از هر گونه مریم گلی درون ظروف پتری و بر روی کاغذ صافی قرار داده شد و سپس مقدار ۵ میلی لیتر از آب با سطح شوری مورد نظر به آن اضافه گردید و درب آن ها جهت جلوگیری از تبخیر و آلودگی با روکش پلاستیکی بسته شد. ظروف پتری در داخل ژرمیناتور ۲۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از درصد و سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه، وزن تر و خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر. جهت تعیین درصد و سرعت جوانه زنی از فرمولهای زیر استفاده گردید:

درصد جوانه زنی= (تعداد کل بذور جوانه زده/تعداد کل بذور کاشته شده) ×۱۰۰

$$SG = [Ni/Di] \quad (۲)$$

در این فرمول تابع SG سرعت جوانه زنی و Ni و Di به ترتیب تعداد بذور جوانه زده و روز پس از شروع آزمایش می باشند.

طول ساقه چه از طریق اندازه گیری میانگین فاصله بین طوقه تا انتهای اندام ه وایی و طول ریشه چه میانگین فاصله طوقه تا انتهای اندام زمینی(ریشه چه) برای تعداد ۱۰ گیاهچه توسط خط کش دقیق محاسبه شد. جهت اندازه گیری وزن تر و خشک گیاهچه، در انتهای آزمایش کلیه گیاهچه های موجود در هر ظرف پتری با ترازوی دقیق دیجیتال توزین و با تقسیم بر تعداد گیاهچه توزین شده ، میانگین وزن تر و خشک یک گیاهچه محاسبه گردید. به منظور اندازه گیری شاخص بنیه بذر از رابطه زیر استفاده شد:

شاخص بنیه بذر= [میانگین طول گیاهچه به میلی متر(مجموع طول ساقه چه و ریشه چه)*درصد جوانه زنی] /۱۰۰

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و رسم نمودارها به کمک نرم افزار Excel انجام گردید. مقایسه میانگین داده ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب، اثر سطوح مختلف شوری و گونه بر کلیه صفات مورد مطالعه باستثناء طول ریشه چه، در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل گونه در سطوح مختلف شوری، تنها در مورد چهار صفت طول ساقه چه و ریشه چه و وزن تر و خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱).

جدول۱ - آنالیز واریانس مرکب اثر سطوح مختلف شوری و گونه بر صفات مورد مطالعه در ۴ گونه مریم گلی

میانگین مربعات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه	طول ریشه چه	وزن تر یک گیاهچه	وزن خشک یک گیاهچه	شاخص بنیه بذر
سطوح مختلف شوری	۴	۰۰/۴۱۰۹ **	۹۶/۱۰۷ **	۲۶/۱۶۴۶ **	۹۰/۳۹۰۰ ns	۰۰۴/۰ **	۰۰۰۰۰۱۳/۰ **	۸۵/۱۵ **
گونه	۳	۹۴/۴۰۰۶ **	۲۰/۳۶۹ **	۹۴/۱۰۰ **	۷۴/۱۱۲۱ **	۰۰۱/۰ **	۰۰۰۰۰۸۹/۰ **	۱۰/۲۰ **
گونه*سطوح مختلف شوری	۱۲	۴۰/۲۵۷*	۳۵/۱۹*	۷۳/۶۷ **	۳۷/۳۵۲ **	۰۰۰۵/۰ **	۰۰۰۰۰۰۳/۰ **	۳۵/۴ ns
خطا	۶۰	۰۲/۲۰۵	۷۶/۱۲	۳۹/۶	۳۴/۱۶	۰۰۰۰۱/۰	۰۰۰۰۰۰۰۹/۰	۹۹/۲

**و* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد **

مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف شوری و گونه بر روی صفات مورد مطالعه در ۴ گونه مریم گلی(جدول ۴) نشان داد که بیشترین درصد جوانه زنی در تیمار شاهد گونه سهندی (۱۲/۶۴%) بوده است که تفاوت معنی داری با شوری ۵۰ میلی مولار همین گونه و تیمار شاهد گونه مزرعه روی نشان نداد. در تیمار شوری ۲۰۰ میلی مولار مریم گلی باغی، جوانه زنی مشاهده نشد و بدین ترتیب کمترین درصد جوانه زنی را به خود اختصاص داد. بیشترین سرعت جوانه زنی در تیمار شوری ۱۰۰ میلی مولار گونه مزرعه روی با ۱۹/۱۵ بذر در روز مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان میدهد که درصد و سرعت جوانه زنی در ۴ گونه مریم گلی مورد مطالعه به طور قابل ملاحظه ای تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفته است و به طور کلی با افزایش

سطح شوری، کاهش درصد و سرعت جوانه زنی مشاهده گردید. تحقیقات روی واکنش سایر گیاهان داروئی به شوری نیز نتایج مشابهی داشته است. قنواتی و بردبار(۱۳۸۵) گزارش کردند که با افزایش میزان شوری، درصد جوانه زنی بابونه زرد (*Matricaria aurea*) کاهش نشان داده است. گواهی و همکاران (۱۳۸۵) در دو تحقیق جداگانه بر روی سیاه دانه و زنیان بیان کردند که با افزایش شوری، درصد جوانه زنی هر دو گیاه روند کاهشی داشته است. برومند رضازاده و کوچکی(۱۳۸۴) در تحقیق بر روی سه گیاه دارویی زنیان (*Copticum carum*)، رازیانه (*Foeniculum vulgare*)) و شوید (*Anethum graveolens*)) و سلامی و همکاران(۱۳۸۵) در گیاهان سنبل الطیب (*Valeriana officinalis*) و زیره سبز(*Cuminum cyminum*) مشاهده کردند که با اعمال تنش شوری، درصد و سرعت جوانه زنی کاهش می یابد. طبق نظر Ayaz و همکاران(۲۰۰۰) کاهش جوانه زنی در شرایط تنش شوری در اثر اختلال در فرایندهای متابولیکی است که بوسیله شوری القا شده و منجر به افزایش ترکیبات فنولیک می گردد. ظاهرا سرعت جوانه زنی و درصد نهایی جوانه زنی در شرایط تنش شوری به دلیل کاهش حرکت آب به داخل بذر در مرحله آب نوشی دچار نقصان می شود .(Hadas, ۱۹۷۷)

جدول۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف شوری و گونه بر صفات مورد مطالعه در ۴ گونه مریم گلی

ردیف	گونه/صفات	درصد جوانه زنی (%)	سرعت جوانه زنی seed per) (day	طول ساقه چه (mm)	طول ریشه چه (mm)	وزن تر گیاهچه (gr)	وزن خشک گیاهچه (gr)	شاخص بنیه بذر
۱	مریم گلی سهندی (شوری صفر)	a۱۲/۶۴	a-c۲۸/۱۱	b۰۲/۲۹	a۴۱/۵۶	b۰۴۴/۰	b-d۰۰۱۹/۰	a۸۱/۴
۲	مریم گلی سهندی (شوری ۵۰ میلی مولار)	a۴۷/۶۲	a-c۷۹/۱۱	d۸۲/۱۰	c۴۵/۳۷	c۰۲۸/۰	a-c۰۰۲۶/۰	a-c۷۳/۲
۳	مریم گلی سهندی (شوری ۱۰۰ میلی مولار)	ab۴۷/۴۷	bc۸۹/۸	fg۵۵/۳	e۴۰/۱۴	d۰۱۲/۰	cd۰۰۱۷/۰	ab۵۳/۴
۴	مریم گلی سهندی (شوری ۱۵۰ میلی مولار)	b-d۸۵/۳۰	c-e۸۳/۶	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰
۵	مریم گلی سهندی (شوری ۲۰۰ میلی مولار)	d-f۸۵/۱۰	d-g۷۵/۲	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰
۶	مریم گلی مزرعه روی (شوری صفر)	a۷۵/۵۸	ab۲۳/۱۴	c۴۰/۱۶	d۲۰/۲۲	d۰۱۴/۰	b-d۰۰۲۰/۰	b-d۲۹/۲
۷	مریم گلی مزرعه روی (شوری ۵۰ میلی مولار)	ab۸۷/۴۶	ab۰۷/۱۴	de۴۶/۷	e۰۷/۱۲	d۰۱۰/۰	de۰۰۰۶/۰	cd۵۰/۱
۸	مریم گلی مزرعه روی (شوری ۱۰۰ میلی مولار)	a۳۷/۵۴	a۱۹/۱۵	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰
۹	مریم گلی مزرعه روی (شوری ۱۵۰ میلی مولار)	b-e۵۰/۲۷	cd۸۱/۷	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰
۱۰	مریم گلی مزرعه روی (شوری ۲۰۰ میلی مولار)	d-f۸۷/۱۶	c-f۳۷/۶	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰
۱۱	مریم گلی ترکه ای (شوری صفر)	a-c۰۰/۴۵	bc۹۹/۸	c۲۳/۱۵	e۲۶/۱۵	d۰۱۳/۰	de۰۰۰۴/۰	cd۳۹/۱
۱۲	مریم گلی ترکه ای (شوری ۵۰ میلی مولار)	c-f۵۰/۲۲	c-f۴۱/۶	ef۳۷/۶	e۸۴/۹	d۰۱۳/۰	de۰۰۰۴/۰	cd۵۴/۰
۱۳	مریم گلی ترکه ای (شوری ۱۰۰ میلی مولار)	b-d۷۵/۲۸	c-f۰۶/۶	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰
۱۴	مریم گلی ترکه ای (شوری ۱۵۰ میلی مولار)	b-e۱۲/۲۸	a-c۸۳/۹	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰
۱۵	مریم گلی ترکه ای (شوری ۲۰۰ میلی مولار)	ef۰۰/۵	e-g۷۵/۱	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰
۱۶	مریم گلی باغی (شوری صفر)	b-	d-g۴۷/۲	a۸۹/۳۳	b۳۵/۵	a۰۶۵/	ab۰۰۳۳/	cd۰۲/۱

۱۷	مریم گلی باغی (شوری ۵۰ میلی مولار)	d۶۷/۳۱ c-f۶۷/۲۱	e-g۴۷/۱	ef۷۷/۶	e۵۴/۱ ۳	b۰۴۸/ ۰	a۰۰۴۰/۰	d۱۴/۰
۱۸	مریم گلی باغی (شوری ۱۰۰ میلی مولار)	d-f۱۷/۹	e-g۸۵/۱	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰
۱۹	مریم گلی باغی (شوری ۱۵۰ میلی مولار)	f۶۷/۱	fg۵۰/۰	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰
۲۰	مریم گلی باغی (شوری ۲۰۰ میلی مولار)	f۰۰/۰	g۰۰/۰	g۰۰/۰	f۰۰/۰	e۰۰/۰	e۰۰/۰	d۰۰/۰

.حروف یکسان در هر ستون نشانه عدم معنی دار بودن می باشد

بر اساس جدول ۴ بیشترین طول ساقه چه و وزن تر گیاهچه در تیمار شاهد گونه باغی و به ترتیب برابر با ۸۹/۳۳ میلی متر و ۰۶۵/۰ گرم بدست آمد. بیشترین طول ریشه چه در تیمار شاهد گونه سهندی و برابر با ۴۱/۵۶ میلی متر بود. تیمار شوری ۵۰ میلی مولار گونه باغی حداکثر وزن خشک گیاهچه (۰۰۴/۰ گرم) و تیمار شاهد گونه سهندی حداکثر شاخص بنیه بذر (۸۱/۴) را به خود تخصیص دادند. گونه های ترکه ای، باغی و مزرعه روی در شوری های ۱۰۰ میلی مولار و بالاتر و گونه سهندی در شوری ۱۵۰ میلی مولار و بالاتر گیاهچه تشکیل ندادند. لذا اعمال تنش شوری اثرات منفی معنی داری بر طول ریشه چه و ساقه چه داشته است و با افزایش سطوح شوری در صفات مذکور روند کلی کاهشی مشاهده شده است. لازم به ذکر است که عکس العمل و دامنه پاسخ در گونه های مختلف متفاوت بوده است. Jamil و همکاران (۲۰۰۶) بیان کرده اند که طول ریشه و ساقه مهمترین صفات در ارزیابی تنش شوری هستند، چرا که ریشه در تماس مستقیم با خاک است و آب را از خاک جذب می کند و ساقه آن را به سایر قسمتهای گیاه می رساند. کاهش رشد ریشه و ساقه می تواند مربوط به اثرات سمی کلرید سدیم به کار رفته و همچنین عدم تعادل در جذب عناصر غذایی به وسیله گیاهچه باشد. گواهی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش نموده اند که اثر سطوح مختلف شوری بر طول ساقه چه و ریشه چه گیاه زنیان و سیاه دانه در سطح یک درصد معنی دار بوده و هر دو صفت در اثر تنش شوری کاهش داشته اند. شوری علاوه بر ایجاد مسمومیت در گیاه باعث افزایش فشار اسمزی درمحیط کشت می شود و جذب آب به وسیله بذر یا ریشه را با مشکل روبرو می کند.

نتایج این تحقیق همچنین حاکی از اثرات منفی معنی دار شوری بر وزن خشک ریشه چه و ساقه چه می باشد. به نحوی که با افزایش سطوح شوری این دو صفت کاهش داشته اند. وقتی گیاه در معرض تنش شوری قرار می گیرد تجزیه پروتئین ها شتاب گرفته و گیاه به جای رشد، وزن خود را کاهش می دهد (Mir- Mohamadi & Gharahyazi, ۲۰۰۲). سلامی و همکاران(۱۳۸۵) بیان کردند که در گیاهان سنبل الطیب (*Valeriana officinalis*) و زیره سبز(*Cuminum cyminum*) نیز با افزایش سطح شوری، وزن خشک ساقه چه و ریشه چه کاهش می یابد. صفرنژاد و همکاران(۱۳۸۶) نیز در گیاه دارویی اسفرزه(*Plantago psyllium*) مشاهده کردند که با افزایش میزان شوری، نسبت طول ساقه چه به ریشه چه و وزن خشک ساقه چه و ریشه چه کاهش یافت. تنش شوری عموما باعث تأخیر در جوانه زنی و کاهش رشد گیاهچه می شود(میرمحمدی میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). تاثیر شوری بر مراحل مختلف رشد گیاه متفاوت است و واکنش گیاه نسبت به شوری نیز متفاوت می باشد. این واکنش حتی در گونه های مختلف و یا ارقام یک گونه هم متفاوت است (Belchev et al., ۱۹۹۶).

باید توجه داشت که قدرت یک بذر در جوانه زنی و تولید گیاهچه در شرایط تنش شوری نشانگر آن است که آن بذر دارای ظرفیت ژنتیکی برای تحمل شوری بوده ولی الزاماً بدین معنی نیست که گیاهچه ای که در شرایط شوری شروع به رشد کرده، رشد خود را در همان شرایط ادامه خواهد داد و گیاه حاصله در کل مراحل رشد و نمو بعدی از چنین تحملی برخوردار خواهد بود. با این حال تحمل به شوری در این مرحله از رشد گیاه می تواند تا حدودی بیانگر مقاومت گیاه به شوری باشد (هنرنژاد، ۱۳۷۲). با در نظر گرفتن این مسئله می توان اظهار نمود که در تحقیق حاضر چهار گونه مریم گلی مورد بررسی در مرحله جوانه زنی تقریبا به شوری متحمل بوده و تا شوری ۲۰۰ میلی مولار جوانه زنی خواهند داشت اما اغلب در مرحله گیاهچه، به شوری نسبتا حساس بوده و اغلب در شوری ۵۰ میلی مولار و گاهی ۱۰۰ میلی مولار (مریم گلی سهندی) رشد گیاهچه وجود دارد و بیش از آن گیاهچه قادر به ادامه رشد نیست. لذا برای موفقیت در کشت این محصول و دست یابی به تراکم مناسب باید حتی الامکان از آب با کیفیت مناسب استفاده نمود. بدیهی است با توجه به اینکه خصوصیات جوانه زنی می تواند باعث تداوم رشدی مناسب در مراحل بعدی گردد، می توان در مطالعات تکمیلی همبستگی صفات مورد بررسی در این تحقیق را با استقرار و ادامه رشد گیاه در شدت های مختلف شوری مورد بررسی قرار داد.

منابع

امید بیگی، ر. ۱۳۷۴. رهیافت های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد اول. انتشارات فکر روز.

برومند رضازاده، ز. و کوچکی، ع. ۱۳۸۴. بررسی واکنش جوانه زنیان، رازیانه و شوید به پتانسیل های اسموزی و ماتریک ناشی از کلرید سدیم و پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در دماهای مختلف، مجله‌ی پژوهشهای زراعی ایران، جلد سوم، صفحه‌های ۲۰۷ تا ۲۱۷.

جعفری، م. ۱۳۷۳. سیمای شوری و شوری ها. انتشارات مؤسسه جنگل ها و مراتع کشور.
سلامی، م. ر.، صفرنژاد، ع. و حمیدی، ح، ۱۳۸۵. اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی سنبل الطیب و زیره سبز، مجله‌ی پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، جلد نوزدهم، صفحه‌های ۷۷ تا ۸۳.
صرافی، ا. ۱۳۷۲. تولید گیاهان هاپلوئید و کاربرد آن ها در به نژادی گیاهی و بیوتکنولوژی . مقالات کلیدی اولین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.
صفرنژاد، ع.، سلامی، م. ر. و حمیدی، ح. ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات مورفولوژی گیاه داروئی اسفرزه در برابر تنش شوری، مجله‌ی پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، جلد بیستم، صفحه‌های ۱۵۲ تا ۱۶۰.
فلاحی، ج.، عبادی، م. ت. و قربانی، ر. ۱۳۸۷. اثر تنشهای اسمزی و شوری بر خصوصیات جوانه زنی مریم گلی کبیر(*Salvia sclarea*). مجله‌ی تنشهای محیطی در علوم کشاورزی، جلد یکم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۵۷ تا ۶۷.
قنواتی، م. و بردبار، ز. ۱۳۸۵. اثر شوری بر جوانه زنی گیاه بابونه. صفحه‌های ۴۷ تا ۴۸. مجموعه مقالات اولین همایش گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد. شهرکرد.
گواهی، م. مهری، ص. غزاله، ص. و الیکا، ش . ۱۳۸۵. بررسی تنش شوری بر جوانه زنی و رشد اولیه بذر گیاه دارویی سیاه دانه. صفحه‌های ۳۸ تا ۳۹. مجموعه مقالات اولین همایش گیاهان دارویی. دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد.
گواهی،م. صفاری ، م و شجیع ، ا. ۱۳۸۵. بررسی سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی و رشد اولیه گیاه دارویی زنیان. صفحه‌های ۴۲ تا ۴۳. مجموعه مقالات اولین همایش گیاهان دارویی . دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد.
محمدی نیکپور، ع. ر. ۱۳۷۴. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در مشهد . پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد .
میر حیدر،ح. ۱۳۸۵. معارف گیاهی. انتشارات دفتر نشر فرهنگ وهنر.
میر محمد میبدی، س. ع. و قره یاضی، ب. ۱۳۸۱. جنبه های فیزیولوژی و به نژادی تنش شوری گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
هنرنژاد، ر. ۱۳۷۲. اصول اصلاح نباتات [ترجمه] . انتشارات دانشگاه گیلان.
Ayaz F.A., Kadioglu A. and Turgut, R., ۲۰۰۰. Water stress effects on the content of low molecular weight carbohydrates and phenolic acids in *Cienanthe setosa*. Canadian Journal of plant science. ۸۰ : ۳۷۳- ۳۷۸.
Belchev I., Ivan P., Penchev E., Todorov I., Kostov K . and panayatov I. ۱۹۹۶. Comparison of the effects of sucrose and maltose in potato medium on another culture response in wheat (*Triticum aestivum* L.) .Pp. ۳۵۰-۳۵۱ . Proceedings of the ۵th International Conference on Wheat .Ankara, Turkey.
Hadas A., ۱۹۷۷. Water uptake and germination of leguminous seeds in soils of changing matrix and osmotic water potential. Journal of Experimental Botany, ۲۸: ۹۷۷- ۹۸۵.
Huang J. and Redmann R.E. ۱۹۹۵. Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. Canadian Journal of plant science. ۷۵: ۸۱۵- ۸۱۹.
Jamil M., Lee, D., Jung, K.Y., Ashraf, M., Lee, S.C. and Rha, E.S. ۲۰۰۶. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of four vegetable species. Journal of Central European Agriculture, ۷: ۲۷۳- ۲۸۲.
Mir Mohamadi S.A.M. and Gharahyazi B. ۲۰۰۲. Physiological aspects and breeding for salinity stress in plants. Esfahan industrial University, Iran.
Shanon M.C. ۱۹۹۷. Adaptation of plants to salinity. Adventure Agronomy Journal. ۶۰ :۷۵-۱۲۰.

Abstract

In order to study the effects of salinity on germination and seedling growth of sage (*Salvia* sp.), an experiment was conducted in the medicinal laboratory at Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan as a factorial in a complete randomized design with four replications. The first factor included five salinity levels [۰ (as control), ۵۰, ۱۰۰, ۱۵۰ and ۲۰۰ mM NaCl] and the second one was four species of sage (*S. sahendica, S. nemorosa, S. Officinalis and S. virgata*). Results showed that with increasing salinity levels, all characters decreased. The maximum and minimum rates and percentage of germination were obtained at control and ۲۰۰ mM salinity, respectively. Only control, ۵۰ and rarely ۱۰۰ mM salinity could produce seedling. Root and seedling length and seedling wet and dry weight decreased by increasing salinity.

بررسی اثرگوگرد و ماده آلی بر میزان آهن خاک و دانه گندم

سمیه حامدی [۱]، امید قاسمی و رمضانعلی دهقان [۲]
۱- کارشناس ارشد خاکشناسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۲-عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

چکیده
کمبود عناصر کم مصرف در اراضی زیر کشت غلات گسترش جهانی داشته ومیلیونها هکتار از اراضی قابل کشت در دنیا دارای کمبود یک یا چند عنصر غذایی کم مصرف هستند در غلات کمبود روی وبه دنبال ان آهن احتمالا وسیع ترین کمبود در بین عناصر کم مصرف هستنددر ایران به دلیل آهکی بودن و PH زیاد خاکها ، کمی مواد آلی و کربناتی بودن آبهای آبیاری، کمبود روی و آهن گسترش زیادی دارد لذا برای ایجاد تعادل جذب عناصر و بررسی اثرگوگرد و ماده آلی بر میزان آهن خاک و دانه گندم، آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تیمار در چهار تکرار مجموعا ۱۶ تیمار در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل واقع در استان مازندران به اجرا درآمده است. تیمارها شامل : ۱ ـ شاهد (بدون مصرف گوگرد و ماده آلی) ۲ ـ تیمار ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار ۳ـ تیمار ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد به همراه ۵/۷ تن ماده آلی در هکتار ۴ـ تیمار ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد به همراه ۱۵تن ماده آلی درهکتار بود. در مقایسه میانگین به روش دانکن برای صفت آهن خاک تمامی تیمارها در یک گروه قرار گرفته اند که تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد به همراه ۵/۷ تن ماده آلی در هکتار بالاترین تیمار وتیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پائین ترین تیمار می باشد که نسبت به شاهد ۱۰درصد افزایش جذب داشته است . همچنین در مقایسه میانگین به روش دانکن برای صفت آهن دانه گندم دو کلاس تشکیل گردید که تیمارشاهد در کلاس b و سایر تیمارها در کلاس a قرار گرفتند.

واژه های کلیدی: گندم، آهن، گوگرد، مواد آلی

مقدمه
کمبود عناصر کم مصرف در اراضی زیر کشت غلات گسترش جهانی داشته ومیلیونها هکتار از اراضی قابل کشت در دنیا دارای کمبود یک یا چند عنصر غذایی کم مصرف هستند (Welch و همکاران ۱۹۹۱). فائودر گزارش جامعی از ۳۰کشور اعلام نمود که بیش از ۳۰درصد خاکهای این مناطق به نوعی دچار کمبود یکی از عناصر کم مصرف هستند در غلات کمبود روی وبه دنبال ان آهن احتمالا وسیع ترین کمبود در بین عناصر کم مصرف هستنددر ایران به دلیل آهکی بودن و PH زیاد خاکها ، کمی مواد آلی و کربناتی بودن آبهای آبیاری، کمبود روی و آهن گسترش زیادی داشته وطبق بررسی های انجام شده به ترتیب ۴۰ و ۳۷ درصد از مزارع تحت کشت گندم ایران دچار کمبود روی وآهن می باشند(بلالی و همکاران، ۱۳۷۸). کمی این عناصر در اراضی تحت کشت غلات نه تنها موجب کاهش عملکرد می شود بلکه کیفیت تغذیه ای گندمهای تولید شده نیزتنزل می یابد.(ولش وهمکاران ۱۹۹۱).استفاده از کودهای آلی نقش به سزایی در ایجاد تعادل عناصر کم مصرف دارد . از طرف دیگر حدود ۴۰ درصد از جمعیت جهان از کمبود عناصر کم مصرف از جمله آهن و روی رنج می برند .(گراهام وهمکاران ۱۹۹۲) دلیل اصلی کمبود عناصر غذایی در انسان مصرف غلات با میزان کم این عناصر غذایی در جیره غذایی است .رشد گندم در خاکهای با کمبود روی نه تنها منجر به محدودیت رشد وکاهش عملکرد دانه می گردد بلکه غلظت روی در دانه را نیز کم می کند.از آنجایی که گندم حدود ۷۰ـ ۶۰ درصد از کالری مصرفی مردم جهان را تامین می کند بابین بودن غلظت عناصر غذایی در دانه گندم می تواند موجب کمبود این عناصر در انسان گردد. اکثریت خاکهای زراعی ایران قلیایی و با کربنات کلسیم بالا هستند در چنین خاکهایی فراهمی اکثریت عناصر غذایی از جمله عناصر کم مصرف بایین بوده به طوری که برای دستیابی به عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب، مصرف کودهای آلی لازم می باشد. بدون شک مصرف بهینه عناصر غذایی نقش به سزایی در افزایش عملکرد وبهبود کیفیت دانه دارد.

گوگرد، عنصری حیاتی برای تغذیه گیاهان است. نقش گوگرد در گیاهان، به طور عمده ساخت پروتئین، روغن و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی است. مقدار گوگرد مورد نیاز برای برداشت هر تن دانه‌های روغنی ۱۲ کیلوگرم، برای بقولات ۸ کیلوگرم و برای غلات ۴ کیلوگرم است. نتایج آزمایشها نشان داده‌است که اگر گوگرد به همراه مواد آلی و باکتریهای تیوباسیلوس با روش صحیحی جایگذاری شود و رطوبت نیز در حد مطلوب باشد، می‌تواند تا حد ۶۰ درصد عملکرد محصولات کشاورزی را افزایش دهد. شکل قابل استفاده گوگرد توسط گیاهان، به صورت یون سولفات است. ازاین رو برای تبدیل گوگرد به سولفات باید شرایط اکسیداسیون در خاك مهیا باشد (بشارتی و صالح راستین ۱۳۷۸).

اهمیت اقتصادی گندم چه از نظر تولید و چه از نظر تغذیه در دنیا بیش از سایر محصولات کشاورزی می باشد. مهمترین غله دنیا و مهمترین گیاه زراعی روی زمین است که در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می کند و در حقیقت این گیاه از سازگارترین گونه های غلات است. امروزه گندم ۱۵ تا ۱۸ درصد مصرف مواد غذایی مردم جهان را تشکیل می دهد. با توجه به نیاز روزافزون بشر به مواد غذایی و از جمله گندم از طرفی و عدم امکان افزایش سطح زیر کشت در اکثر نقاط جهان، افزایش عملکرد در

واحد سطح باید مورد توجه قرار گیرد لذا به منظور بررسی اثرگوگرد و ماده آلی بر آهن خاک و دانه گندم تحقیق حاضر طراحی و انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه ایستگاه تحقیقات قراخیل مازندران واقع در ۱۰ کیلومتری جاده بابل به قائم شهر با عرض جغرافیایی ′۲۶ °۳۶ درجه شمالی و طول جغرافیایی ′۴۶ °۵۲ درجه شرقی و ارتفاع ۷/۱۴ متر از سطح دریا انجام شد. بافت خاک مزرعه لومی رسی بوده pH در این خاک بطور متوسط ۵/۷ بوده و مواد آلی آن ۱۸/۱ درصد می باشد.
آزمایش در غالب بلوک های کامل تصادفی با ۴ تیمار ۱- شاهد (بدون گوگرد و ماده آلی) ۲- گوگرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (که معادل ۳۰۰ گرم در هر کرت می باشد). ۳- گوگرد به همراه ۵/۷تن در هکتار ماده آلی (کود حیوانی) (که معادل ۵/۷ کیلوگرم در هر کرت می باشد). ۴- ۳۰۰ کیلوگرم در هکتارگوگرد به همراه ۱۵تن در هکتار ماده آلی(کود حیوانی)(که معادل ۱۵ کیلوگرم در هر کرت می باشد). در ۴ تکرار برای یک سال زراعی در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل استان مازندران به اجرا در آمد. میزان آهن خاک قبل و بهد ازکاشت گندم مورد اندازه گیری قرار گزفت همچنین میزان آهن دانه گندم اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک محل انجام آزمایش در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

عمق	pH	Sand	Silt	Clay	بافت	TNV	OC
		درصد					
۳۰-۰	۵/۷	۲۲	۴۸	۳۰	C.L	۴۵	۱۸/۱

جدول ۲ - نتایج تجزیه عناصر میکرو خاک محل آزمایش

عمق	مس (Cu)	روی (Zn)	منگنز (Mn)	آهن (Fe)
cm	میلی گرم در کیلوگرم			
۳۰-۰	۵/۱	۸۷/۱	۵/۸	۵/۹

نتایج تجزیه واریانس غلظت آهن در دانه گندم و خاک در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳ - نتایج تجزیه واریانس غلظت آهن در دانه گندم و خاک

ضریب تغییر	خطا	تیمار	تکرار	منابع تغییر
۱۸/۷	۵۲۳/۷	۹۹/۴۸ **	۷۴/۰	Fe دانه

خاک Fe	۵۶۷/۰	ns ۵۷/۰	۰۸۶/۰	۵۱/۲۹

در مقایسه میانگین به روش دانکن برای صفت آهن خاک تمامی تیمارها در یک گروه قرار گرفته اند که تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد به همراه ۵/۷ تن ماده آلی در هکتار بالاترین تیمار وتیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پائین ترین تیمار می باشد که نسبت به شاهد ۱۰ درصد افزایش جذب داشته است . در مقایسه میانگین به روش دانکن برای صفت آهن دانه گندم دو کلاس تشکیل گردید که تیمارشاهد در کلاس B وبقیه تیمارها در کلاس A قرار گرفتند.

منابع

بشارتی، ح . و صالح راستین، ن . ۱۳۷۸. بررسی تاثیر کاربرد مایع تلقیح باکتری تیوباسیلوس همراه با گوگرد در افزایش قابلیت جذب. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۳ ، شماره ۱، صفحات ۱۳ تا ۳۹.

بلالی، م.ر.،م. ج.ملکوتی، ز. خادمی و ح. ح. مشایخی . ۱۳۷۸ . اثرعناصرریز مغذی در افزایش عملکرد وتعیین حد بحرانی آنها در خاکهای تحت کشت گندم آبی ایران.

Graham, R. D., J. S.Ascher and S. C,Hynes. ۱۹۹۲.selecting zinc- efficient cereal genotype for soils of low zinc status. Plant and Soil. ۱۴۶:۲۴۱-۲۵۰

Welch,R.M., W . Allaway,W .A.House,and GKUBOTA.۱۹۹۱.Geographicdistribution of trace-element problems. In:Micronutrient in Agriculture.J.J.Mortvedt(ed),P۳۱-۵۷.Soil Sci.Soc.Am.Madison,USA,

Abstract

Land shortage of micronutrients in crops global expansion and millions of hectares of arable land in the world are deficient in one or more elements that consume less food. Zinc deficiency in cereals, followed by iron deficiency in micronutrients are probably the most widely. In Iran, the lime and soil PH too little organic matter and carbonate of irrigation water, and iron deficiency is widespread Therefore, to balance uptake and the effect of sulfur and organic matter on the soil and the amount of iron in the grain, an experiment in a randomized complete block design with four replications with four treatments in ۱۶ treatment Qrakhyl agricultural research stations located in the province implemented is Treatment includes: ۱. control (no sulfur and organic matter) ۲ treatments of ۳۰۰ kg ha ۳ ۳۰۰ kg sulfur treatment with ۷.۵ tons of organic matter per hectare ۴ treatment was ۳۰۰ kg ha sulfur with ۱۵ tons of organic matter. Also in comparison with iron as wheat Duncan was formed two classes.

فرم هوموس، شاخصی از حاصل‌خیزی خاک در اکوسیستم‌های جنگلی (مطالعه موردی: جنگل آموزشی- پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس)

محمد بیرانوند [۱]، یحیی کوچ [۲] و سید محسن حسینی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور دانشگاه تربیت مدرس، ۲-استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور دانشگاه تربیت مدرس، ۳- استاد گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور دانشگاه تربیت مدرس

چکیده
با توجه به تاثیر فراوان تیپ‌های درختی بر فرم‌های هوموس، پژوهش حاضر فرم‌های هوموس را در شش تیپ جنگلی مورد بررسی قرار داد. پروفیل‌های با ابعاد ۵۰ ×۵۰ سانتی‌متری که از لحاظ عمق بستگی به نوع فرم هوموس دارد برای شناسایی مورفولوژیکی فرم‌های هوموس برداشت شد. نتایج این تحقیق نشان داد که هوموس‌های مول (مول و آمفی‌مول) دارای بیشترین فراوانی می‌باشند. در بین تیپ‌های پوششی، تیپ آمیخته توسکا قشلاقی دارای فرم‌های هوموس با فراوانی مول و آمفی‌مول، افراپلت با هوموس آمفی‌مول، ممرز با هوموس مول و مودر، تیپ آمیخته راش- ممرز با هوموس آمفی‌مول و مور، راش خالص با هوموس مودر و تیپ آمیخته راش- ممرز- انجیلی با مول و مودر مشاهده گردید. نتایج نشان داد که تیپ‌های درختی اثرات بسیار زیادی روی فرم های هوموس داشته که می‌تواند بر روی حاصل‌خیزی خاک و سلامت اکوسیستم نقش بسزایی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: تیپ‌های آمیخته و خالص، مورفولوژی هوموس، شناسایی فرم‌های هوموس.

مقدمه
هوموس بخش سطحی آلی خاک بوده و به رنگ‌های سیاه و قهوه‌ای تاریک (نتیجه تجمع کربن آلی خاک) می‌باشد. نوع فرم هوموس، تاثیر معنی‌داری بر وزن مخصوص ظاهری، حفظ رطوبت و بهبود چرخه غذایی خاک دارد. علاوه بر این می‌تواند ۹۰-۸۰ درصد وزن خود آب ذخیره کرده و در اختیار خاک قرار دهد (Olness and Archer, ۲۰۰۵). فرم‌های هوموس به گروهی از افق‌های خاک که در سطح یا نزدیک به سطح یک پدون قرار می‌گیرند گفته می‌شوند، که از بقایای مواد آلی (یا بصورت جداگانه یا همراه با مواد معدنی) تشکیل شده‌اند (Waez-Mousavi et al., ۲۰۱۲). با توجه به اینکه مواد اولیه تشکیل‌دهنده هوموس‌های جنگلی بیشتر از لاشبرگ و تکه چوب‌های درختان است، بنابراین شناخت تیپ‌های مختلف جنگلی و تأثیر آنها بر روی فرم‌های هوموس اهمیت بسزایی دارد (Fabianek et al., ۲۰۰۹; Jamroz, ۲۰۱۲). با استفاده از نوع خاک، اقلیم و تیپ‌های جنگلی می‌توان توزیع فرم‌های هوموس و روابط بین این عوامل را مدل‌سازی کرد (Labaz et al., ۲۰۱۴). تیپ‌های جنگلی مختلف می‌تواند نشان دهنده وضعیت حاصل‌خیزی عناصر غذایی در فرم‌های هوموس و خاک باشد (Labaz et al., ۲۰۱۴). بین تیپ‌های جنگلی مختلف و کیفیت فرم هوموس ارتباط تنگاتنگی وجود دارد که می‌تواند بر تغییرپذیری عناصر غذایی خاک مؤثر باشد (Godefroid et al., ۲۰۰۵).

طبقه‌بندی فرم‌های هوموس، ارتباطات بین اکوسیستم و جوامع زنده را مشخص می‌کند و به عنوان ابزاری برای ارزیابی سلامت اکوسیستم‌ها معرفی شده است (Zanella et al., ۲۰۱۱; Zanella et al., ۲۰۰۹). فرم‌های هوموس در باروری مواد معدنی و حاصل‌خیزی خاک بسیار تأثیرگذار است (Trap et al., ۲۰۱۳). فرم‌های توسعه یافته هوموس بیشترین اهمیت را در پایداری رطوبت و مواد غذایی خاک بر عهده داشته (Ponge, ۲۰۱۳) و همچنین بستری مناسب جهت فعالیت ارگانیسم‌های تجزیه کننده، منبع کربن، عناصر غذایی و یکی از برآورد کننده‌های دما، هوادیدگی و ریشه‌دوانی در اکوسیستم‌های جنگلی محسوب می‌شود (Zanella et al., ۲۰۱۱). از این رو شناسایی فرم هوموس فاکتور مهمی در بررسی حاصل‌خیزی خاک به شمار می‌آید (Rizvi et al,. ۲۰۱۲). همچنین، فرم‌ها و لایه‌های مختلف هوموس، بزرگترین بخش ذخیره کربن آلی خاک به حساب می‌آیند (Zanella et al., ۲۰۱۱)، بر همین اساس نقش بسیار مهم و مؤثری در فرآیند چرخه کربن و پدیده گرمایش جهانی زمین بر عهده دارند (Ponge et al., ۲۰۱۳).

شکل‌های مختلف هوموس نقش بسیار مهمی در تنوع زیستی کاربردی اکوسیستم‌های خشکزی ایفاء می‌کنند (Rizvi et al, ۲۰۱۲)، بنابراین شناخت و طبقه‌بندی فرم‌های هوموس بسیار ضروری می‌باشد (Jabiol et al., ۲۰۱۳). از این رو، در اروپا انواع مختلفی از هوموس توسط محققین زیادی شرح داده شده است و معیار آنها برای طبقه‌بندی عمدتا مبتنی بر مشاهدات مورفولوژیک شخصی بوده است. Babel (۱۹۷۱) انواع هوموس را بیشتر از جنبه شیمیایی و ساختار میکروسکوپی مورد مطالعه قرار داده و مبنای علمی‌تری را برای طبقه‌بندی‌های بهتر پایه‌گذاری کردند. همچنین در ایران چند روش از طبقه‌بندی هوموس (عمدتا روش‌های فرانسوی توسط اساتید خاک‌شناسی جنگل مانند زرین‌کفش (۱۳۸۰) و حبیبی‌کاسب (۱۳۷۱) ترجمه و به جامعه جنگل ایران معرفی گردید. علاوه برآن Sajedi (۲۰۰۴) et al از روش طبقه‌بندی Green et al (۱۹۹۳) برای جنگل‌های شمال ایران استفاده کرده است. در این بین، Brethes et al (۱۹۹۵) یک طبقه‌بندی نسبتا جامعی را برای هوموس جنگلی ارائه دادند که تاکید آن عمدتا

بر افق آلی- معدنی(Ah) بوده و علاوه بر جنگل‌های مدیترانه‌ای و کوهستانی، برای جنگل‌های استوایی نیز قابلیت کاربرد داشت. این طبقه‌بندی بر مبنای مشاهدات مورفولوژیک طراحی شده بود اما در صورت نیاز این امکان وجود داشت که استفاده کنندگان آن برخی خصوصیات شیمیایی را نیز لحاظ کنند. با توجه به اهمیت فرم‌های هوموس در حاصلخیزی و بهبود بستر خاک‌های جنگلی، تحقیق حاضر به صورت عملکردی، فرم‌های هوموس را در شش تیپ جنگلی که می‌توانند نماینده تیپ‌های جنگلی شمال کشور باشند را به روش Brethes et al (۱۹۹۵) ، بر اساس مشاهدات میدانی و مورفولوژیکی مورد بررسی قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

مشخصات کلی و وضعیت جغرافیایی منطقه

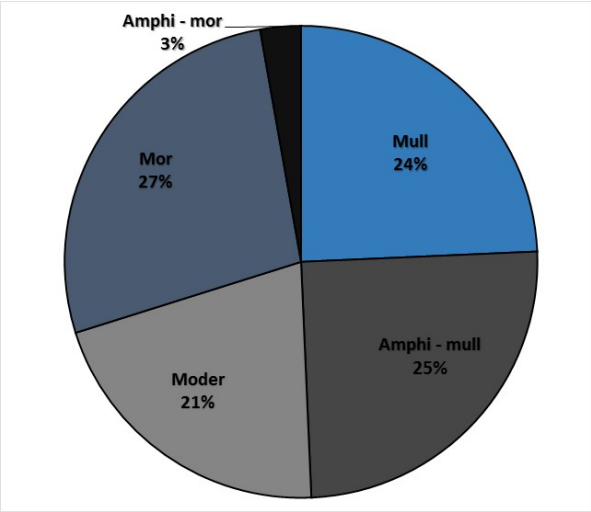
این تحقیق در جنگل آموزشی- پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس واقع در صلاح‌الدین‌کلا از توابع شهرستان نوشهر با وسعت ۱۸۸۰ هکتار واقع گردیده است. قسمت اعظم شیب منطقه مورد مطالعه ۴۳ درصد، دامنه ارتفاعی در حوزه مذکور از ۱۰- متر تا ۲۶۰۰ متر و میانگین بارندگی و دمای سالیانه به ترتیپ ۸/۱۳۰۸ میلی‌متر و ۲/۱۶ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است. همچنین طول جغرافیایی جنگل مورد پژوهش ۳۹ ′۴۷ ۵۱ تا ۲۰ ′۴۳ ۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ۵۶ ′۳۲ ۳۶ تا ۲۳ ′۲۹ ۳۶ شمالی می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۱). در محدوده مورد مطالعه، راش با گونه‌های ممرز، انجیلی، نمدار، شیردار، پلت و بارانک همراه می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۱).

ثبت پوشش‌های چوبی، نمونه‌گیری و شناسایی فرم‌های هوموس

با توجه به هدف این تحقیق، تعداد ۶۱ قطعه نمونه با سطح نمونه ۴۰۰ متر مربع Labaz et al (۲۰۱۴) جهت برآورد گونه‌های درختی در هر تیپ به کار گرفته شد. ابعاد شبکه نمونه‌برداری ۱۵۰×۲۰۰ متر مد نظر قرار گرفت مولفه‌های آلی با چشم غیرمسلح یا با عدسی با بزرگنمایی ۱۰- ۵ قابل تشخیص می‌باشد (Jabiol et al,. ۲۰۱۳). بنابراین جهت مطالعات میدانی، پروفیل‌های با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متری که به لحاظ عمق محدودیتی نداشته و بستگی به نوع فرم هوموس دارد (Sajedi et al., ۲۰۰۴) در منطقه مورد نظر حفر گردید و با استفاده از طبقه‌بندی Brethes et al (۱۹۹۵) بر اساس خصوصیات مورفولوژیکی - عملکردی، فرم‌های هوموس شناسایی و طبقه‌بندی شد. تجزیه و تحلیل و بررسی فرم‌های هوموس بر اساس مشاهدات میدانی و مورفولوژیکی طبقه‌بندی گردید و همچنین رسم شکل‌ها و نمودارها با نرم افزار اکسل انجام شد.

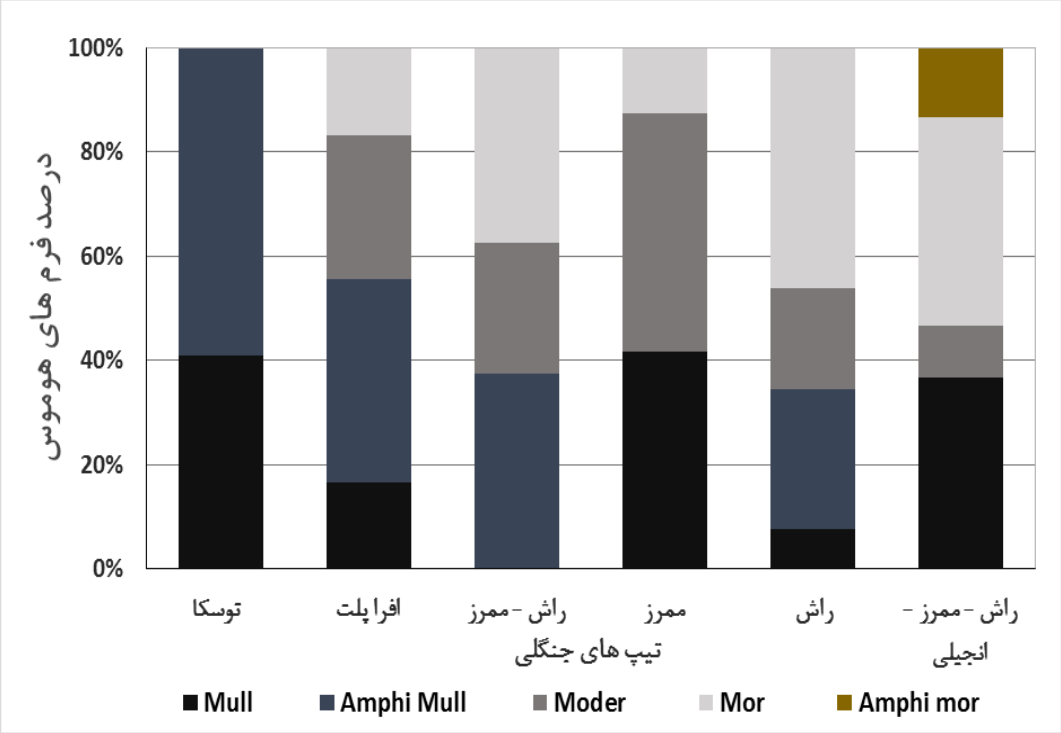
نتایج و بحث

لایه‌های آلی خاک یکی از مولفه‌های مهم در اکوسیستم‌های جنگلی محسوب می‌شوند (Waez-Mousavi et al,. ۲۰۱۲)، به طوری که بررسی بخش سطحی خاک در تیپ‌های درختی مختلف بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در پژوهشی، Labaz et al., (۲۰۱۴) تاثیر تیپ‌های مختلف جنگل‌های کوهستانی کشور هلند را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که هوموس مور با ۴۰% کل فرم‌های هوموس دارای بیشترین فراوانی می‌باشد به طوری که مودر و مول در رده‌های بعدی قرار گرفت. همچنین، نتایج تحقیق ما نشان داد که تقریبا تمام فرم‌های هوموسی که در طبقه‌بندی Brethes et al (۱۹۹۵) آمده است را می‌توان مشاهده نمود. به عبارت دیگر پنج رده اصلی فرم‌های هوموس، مول، مودر، مور، آمفی مول و آمفی مور مشاهده شد. مطابق با نتایج (شکل ۲)، درصد فرم‌های مختلف هوموس (از جمله، مول، مودر، مور و آمفی مول) تقریبا با هم برابر می‌باشد. اما هوموس آمفی- مور کمترین درصد را به خود اختصاص می‌دهد. تقریبا تمام فرم‌های هوموس در منطقه مورد مطالعه دیده شد. از این رو تنوع بالای فرم‌های هوموس می‌تواند در نتیجه تنوع بالای تیپ‌های درختی و گرادیان ارتفاعی منطقه باشد. در این زمینه Sajedi et al (۲۰۰۴) در شمال کشور فرم‌های هوموس را به روش Green et al (۱۹۹۳) بین تیپ‌های مختلف جنگلی مورد بررسی قرار دادند و به نتایج مشابهی دست یافتند.



شکل ۲- فراوانی فرم‌های هوموس مشاهده شده در جنگل‌های کوهستانی صلاح الدین کلا

در تشکیل فرم‌های هوموس، توپوگرافی، سنگ بستر و تیپ‌های جنگلی دارای تاثیر مستقیمی می‌باشند (Labaz et al, ۲۰۱۴; Ponge et al, ۲۰۱۱). در این بین، Labaz et al, (۲۰۱۴) بیان کردند بین تیپ‌های مختلف درختی، تنوع فرم‌های هوموس متفاوت می‌باشد. نتایج پژوهش آنها نشان داد که پراکنش فرم‌های هوموس در توده‌های آمیخته جنگلی بیشتر از توده‌های خالص می‌باشد. به طوری فرم‌های هوموس مودر و مول- مودر دارای درصد بیشتر از فرم‌های مول و مور در تیپ راش آمیخته نسبت به راش خالص بوده، در حالی که راش خالص دارای هوموس مول با فراوانی بالاتری می‌باشد. منطقه مورد مطالعه این تحقیق دارای تنوع بالای از تیپ‌های درختی می‌باشد. در این زمینه فرم‌های هوموس به روش Brethes et al (۱۹۹۵) در شش تیپ جنگلی کوهستانی مورد مطالعه قرار گرفت. تیپ آمیخته توسکا قشلاقی دارای فرم‌های هوموس مول و آمفی مول می‌باشد (شکل ۳). فرم‌های هوموس مول و آمفی- مول را هوموس‌های حاصلخیز در نظر می‌گیرند (Ponge et al, ۲۰۰۲; Jabiol et al, ۲۰۰۴; Green et al, ۱۹۹۳). زیرا زودتر از فرم‌های دیگر تجزیه شده و عناصر غذایی آن وارد خاک می‌شود. این می‌تواند به دلیل وجود عناصر غذایی بالا (از جمله نیتروژن) در برگ درختان توسکا باشد (مروی‌مهاجر، ۱۳۸۵).



شکل ۳- فراوانی فرم‌های هوموس در ارتباط با ترکیب گونه‌های جنگلی

تیپ آمیخته ممرز نیز دارای فرم‌های هوموس مودر و مول با فراوانی بیشتر از فرم‌های دیگر می‌باشد. همچنین، تیپ راش خالص دارای هوموس غالب مودر و همچنین مودر، مول و آمفی مول می‌باشد. در پژوهشی، Waez-Mousavi et al, (۲۰۱۲) بیان کردند که فرم‌های هوموس مول دارای بیشترین فراوانی در تیپ جنگلی با غالبیت گونه ممرز می‌باشد. در حالی که تیپ خالص راش، هوموس مودر فراوانی بالاتری دارد. علاوه بر این، Sajedi et al, (۲۰۰۴) فرم‌های هوموس را در تیپ‌های مختلف به روش Green et al, (۱۹۹۳) مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که تیپ جنگلی راش خالص، هوموس مودر و مور فراوانی بیشترین نسبت به دیگر فرم‌های هوموس دارند. همچنین، نتایج ما نشان داد که در تیپ‌های آمیخته راش نسبت به تیپ راش خالص فرم‌های مول، آمفی- مول و مودر بیشتر است. لذا می‌توان گفت در مناطقی که راش به صورت خالص حضور دارد و یا گونه غالب تیپ می‌باشد، هوموس‌ها بیشتر از نوع هوموس مور و مودر بوده به طوری که سرعت تجزیه در آنها کمتر می‌باشد. به عبارت دیگر، هوموس مول و مودر در اکثر تیپ‌های جنگلی مشاهده گردیده این نشان از اهمیت بالای این فرم هوموس دارد. همچنین، Waez- Mousavi et al, (۲۰۱۲)نیز بیان کردند که هوموس مول دارای فراوانی حدود ۷۰% در تیپ‌های مختلف می‌باشد. علاوه بر این Sajedi et al, (۲۰۰۴) نیز دو رده اصلی فرم‌های هوموس مودر و مول را دو رده کلی در جنگل‌های کوهستانی شمال کشور بیان کردند.

منابع

بی‌نام. ۱۳۸۱. طرح جنگلداری کجور، سری ۳ آغوزچال، آبخیز ۴۶، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور،.اداره منابع طبیعی کل استان مازندران. ۳۷۹ صفحه.
حبیبی کاسب، ح. ۱۳۷۱. مبانی خاکشناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۲۴ صحفه.
حسینی، و. ۱۳۸۳. تعیین روند تجزیه لاشبرگ و هوموسی شدن و مقایسه نرخ جوانه زنی و رویش گونه های راش ، ممرز، پلت، توسکا با توجه به سنگ مادر. پایان نامه ی دکتری جنگل داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریای دانشگاه تربیت مدرس نور.
زرین کفش، م. ۱۳۸۰. خاکشناسی جنگل. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، وزارت جهاد کشاورزی، ۳۶۱ صحفه.
شیخ الاسلامی، ع. یزدیان، ف. کیالاشکی، ع.، ۱۳۸۶: بررسی پوشش گونه‌های درختی و د رختچه‌ای منطقه کج ور(نوشهر)، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۴.
کوچ، ی. ۱۳۹۱. تغییرپذیری ویژگی های خاک در ارتباط با پیت و ماند، حفره تاج پوشش و تک درختان در یک جنگل آمیخته راش هیرکانی. پایان نامه ی دکتری جنگل داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریای دانشگاه تربیت مدرس نور.

مروی مهاجر، م. ۱۳۸۵. جنگل شناسی و پرورش جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۸۵ صحفه.
Babel U. ۱۹۷۱. Gliederung uad bedchreibung des humusprofils in mitteleuropaidchen waldern. Geoderma, ۵: ۲۹۷-۳۲۴.
Brethes A., Brun, J.J., Jabiol, B., Ponge, J. and Toutation, F. ۱۹۹۵. Classification of forest humus forms: a french proposal. Ann. Sci. For, ۵۲: ۵۳۵-۵۴۶.
Fabianek T., Mensik L., Tomaskova I. and Kulhavy J. ۲۰۰۹. Effect of spruce, beech and mixed commercial stand on humus conditions of forest soil. J. For. Sci, ۵۵: ۱۱۹-۱۲۶.
Godefroid S., Massant W. and Koedam N. ۲۰۰۵. Variation in the herb species response and the humus quality across a ۲۰۰ year chronosequence of beech and oak plantations in Belgium. Ecography, ۲۸(۲): ۲۲۳-۲۳۵.
Green R.N., Trowbridge R.L. and Klinka K. ۱۹۹۳. Towards a taxonomic classification of humus forms. For. Sci. Monogr, ۲۹: ۱-۴۹.
Jabiol B., Zanella A., Englisch A., Hager H., Katzensteiner K. and de Waal R.W. ۲۰۰۴. Towards a European Classification of Terrestrial Humus Forms. Eurosoil, Freiburg (September ۴-۱۲, ۲۰۰۴).
Jabiol B., Zanella A., Ponge J.F., Sartori G., Englisch M., Van Delft B. and Le Bayon R.C. ۲۰۱۳. A proposal for including humus forms in the World Reference Base for Soil Resources (WRB-FAO). Geoderma, ۱۹۲: ۲۸۶-۲۹۴.
Jamroz E. ۲۰۱۲. Properties of humus in forest soils under dwarf pine in the Snieznik Klodzki reserves. Sylwan, ۱۵۶: ۸۲۵-۸۳۲.
Labaz B., Galka B., Bogacz A., Waroszewski J. and Kabala C. ۲۰۱۴. Factors influencing humus forms and forest litter properties in the mid-mountains under temperate climate of southwestern Poland. Geoderma, ۲۳۰: ۲۶۵-۲۷۳.
Olness A. and Archer D. ۲۰۰۵. Effect of organic carbon on available water in soil. Soil Science ۱۷۰:۹۰-۱۰۱.
Ponge J. F., ۲۰۰۳. Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity. Soil Biology and Biochemistry, ۳۵: ۹۳۵-۹۴۵.
Ponge J.F. ۲۰۱۳. Plant - soil feedbacks mediated by humus forms: A review. Soil Biology and Biochemistry, ۵۷: ۱۰۴۸-۱۰۶۰.
Ponge J.F., Chevalier R. and Loussot, P. ۲۰۰۲. Humus index: an integrated tool for the assessment of forest floor and topsoil properties. Soil Sci. Soc. Am. J, ۶۶: ۱۹۹۷-۲۰۰۱.
Ponge J.F., Jabiol B. and Gegout J.C. ۲۰۱۱. Geology and climate conditions affectmore humus forms than forest canopies at large scale in temperate forests. Geoderma, ۱۶۲: ۱۸۷-۱۹۵.
Rizvi S.H., Gauquelin T., Gers C., Gué rold F., Pagnout C. and Baldy V. ۲۰۱۲. Calcium - magnesium liming of acidified forested catchments: Effects on humus morphology and functioning. Applied Soil Ecology, ۶۲: ۸۱-۸۷.
Sajedi T., Zahedi Amiri Gh. and Marvie-Mohadjer M.R. ۲۰۰۴. Variation of humus forms and nutrient properties in pure and mixed beech stands in north of Iran. Proceeding from the ۷th International Beech Symposium "Improvement and silviculture of beech, ۱۰۵-۱۱۳.
Trap J., H ttenschwiler S., Gattin I. and Aubert M. ۲۰۱۳. Forest ageing: An unexpected driver of beech leaf litter quality variability in European forests with strong consequences on soil processes. Forest Ecology and Management, ۳۰۲: ۳۳۸-۳۴۵.
Waez-Mousavi S.M., Habashi H. and Sajedi, T. ۲۰۱۲. The effect of forest treefall gap on humus forms in a mixed Fagus orientalis Lipsky (Oriental Beech) forest.
Zanella A., Jabiol B., Ponge J.F., Sartori G., De Waal R., Van Delft B. and Bre´thes A. ۲۰۰۹. Toward European humus forms reference base. Studi Trentini di Scienze Naturali, ۸۵: ۱۴۵-۱۵۱.
Zanella A., Jabiol B., Ponge J.F., Sartori G., De Waal R., Van Delft B. and Englisch M. ۲۰۱۱. A European morpho-functional classification of humus forms. Geoderma, ۱۶۴: ۱۳۸-۱۴۵.

Abstract

With considering to the importance of forest types on humus form, present study investigated the humus forms in six forest types. Regarding to humus forms, we were taken profiles with ۵۰ × ۵۰ cm area for morphological

identification. Our results showed that among the compared humus forms groups, mull humus was the highest abundant compared to others. Among forest types, Mull humus form is abundant in the *Alnus subcordata* mixed types, Amphi mull humus was observed abundant in the *Acer velutinum* forest type, *Carpinus betulus* with abundant mull and moder, *Fagus orientalis* - *Carpinus betulus* type with abundant Amphi-mull and Mor humus form, and also the pure type of *Fagus orientalis* with dominant of Mor humus form. Mull and Moder humus forms are mainly observed in mixed forest type of *Fagus orientalis* - *Carpinus betulus* - *Parrotia persica*. Our results showed that forest types have many effects on humus form so that can be playing an important role on soil fertility and ecosystem health.

بررسی اثرات بلند مدت مدیریت خاک و کودهای شیمیایی بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های منطقه ارومیه

جواد عبدیل‌زاده [۱]، سید بهمن موسوی [۲]، ولی فیضی اصل [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه مراغه ۲- استادیار دانشگاه مراغه ۳. استادیار موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور

چکیده
به منظور بررسی اثرات بلند مدت مدیریت خاک و کودهای شیمیایی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک، نمونه‌های خاک در سه عمق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری از زمین زراعی و بایر همجوار از ۵ منطقه دشت اطراف دریاچه ارومیه به فاصله تقریبی ۱۰ کیلومتر در پائیز سال ۱۳۹۳ تهیه گردید. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه، برخی صفات شیمیایی در آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد، درصد مواد خنثی شونده، ماده آلی، مس قابل استفاده (روش DTPA) در سطح احتمال یک درصد و هدایت الکتریکی عصاره اشباع در سطح احتمال پنج درصد در اراضی بایر بیشتر از زمین‌های زراعی بود. این در حالی است که مقدار روی و منگنز قابل استفاده (روش DTPA) در زمین‌های زراعی در سطح احتمال یک درصد بیشتر از زمین‌های بایر بود. کمتر بودن مواد خنثی شوند، مواد آلی و هدایت الکتریکی در اعماق مختلف در زمین‌های زراعی می‌توان به دلیل انجام عملیات خاک‌ورزی، زراعی و آبیاری بلند مدت باشد. در مجموع استنباط می‌شود اولا انجام عملیات زراعی بلند مدت توانسته است تغییراتی را در هر سه عمق مورد مطالعه در خاک ایجاد نماید. ثانیا بالا بودن مقدار هدایت الکتریکی در زمین‌های بایر در مقایسه با زمین‌های زراعی بیشتر به دلیل بالا بودن مقدار مواد آلی در این اراضی است.

کلمات کلیدی: اثرات بلند مدت، مدیریت خاک و کود، خواص شیمیایی خاک

مقدمه
خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی محسوب می‌گردد و ادامه حیات جوامع انسانی مستلزم وجود آن می‌باشد. خاک به عنوان جزئی از طبیعت، دارای تغییرپذیری ذاتی است که در نتیجه بر هم‌کنش عوامل تشکیل دهنده آن است و همچنین دارای تغییرپذیری غیرذاتی می‌باشد که حاصل مدیریت کشت و کار (استفاده از اراضی و فرسایش) است. نتایج تحقیقات در مناطق مختلف دنیا نشان داد که تغییر کاربری اکوسیستم‌های طبیعی به اکوسیستم‌های مدیریت شده، اثرات زیان‌باری بر خصوصیات خاک دارد. قطع یکسره درختان جنگل و تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی باعث تخریب یا اختلال در اکوسیستم‌های طبیعی و کاهش ظرفیت تولید فعلی یا آینده خاک می‌گردد. این امر می‌تواند به دلیل فرسایش، کاهش حاصلخیزی، تغییر در رطوبت خاک، شور شدن خاک و یا تغییر در فلوروفون خاک باشد (چلیک، ۲۰۰۵). بکارگیری آیش در سیستم کشت و کار مناسب نبوده و گزارش شده است که باعث کاهش کیفیت خاک می‌شود، زیرا میزان ماده آلی خاک در سال آیش کاهش یافته، راندمان استفاده آب پایین آمده و فرسایش خاک رونق می‌یابد (ولچ، ۱۹۸۵). بحرانی (۱۳۷۵) اظهار می‌دارد، به‌طور کلی تناوب زراعی نه تنها سبب افزایش محصول می‌گردد، بلکه فرآیندهای تولید خاک را نیز برقرار ساخته، فرسایش خاک را کاهش و هدایت هیدرولیکی آن را افزایش داده و نیز فعالیت‌های بیولوژیک را بهبود می‌بخشند.عجمی (۲۰۰۷)کاهش قابل توجه درصد رس و مواد آلی را دلیل اصلی کاهش میزان رطوبت اشباع خاک در اثر تغییر کاربری اراضی دانسته است. شیرزاده و رضاپور(۱۳۹۱) طی تحقیقات خود دریافتند که عملیات زراعی مستمر با افزیش میزان قابل توجهی در شوری و pH خاک سبب کاهش پایداری خاک می‌گردد. تاثیر نوع کاربری اراضی و کشت‌های طولانی مدت بر چگونگی عملکرد خاک در اکوسیستم، از طریق مطالعه و ارزیابی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک امکان‌پذیر است. در این راستا برخی از خصوصیات شیمیایی خاک‌های بایر و زراعی همجوار دشت اطراف دریاچه ارومیه در پژوهش حاضر مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه، دشت ارومیه در غرب دریاچه ارومیه و جنوب شرقی شهر ارومیه واقع شده است. بر اساس آمار بلند مدت هواشناسی، سردترین ماه سال آذر و گرم‌ترین ماه سال تیر ماه می‌باشد و بیشترین میانگین بارندگی در فروردین و کمترین میزان بارندگی در مرداد ماه می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۳).
به منظور بررسی اثر تغییر کاربری زمین بایر (B) به زمین زراعی (Z) بر خصوصیات شیمیایی خاک در دشت ارومیه، در حاشیه دریاچه ارومیه محل‌های نمونه‌برداری به مسافت تقریبی ۵۹ کیلومتر انتخاب گردید. مناطق نمونه‌برداری با فاصله تقریبی ۱۰ کیلومتر از هم انتخاب و از هر منطقه یک نمونه از زمین بایر و یک نمونه از زمین زراعی همجوار دارای مشخصات فیزیوگرافی مشابه با حداکثر فاصله ۵ متر، در سه عمق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری برداشته شد. مختصات مکان‌های نمونه‌برداری شده توسط دستگاه GPS ذخیره گردید. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه ابتدا هوا خشک و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. برخی از ویژگی‌های مهم شیمیایی شامل pH و EC در عصاره گل اشباع به ترتیب با استفاده از دستگاه pH متر و هدایت سنج (پیچ و همکاران، ۱۹۸۷)، درصد ماده آلی (اکسایش تر)، درصد خنثی شونده (خنثی‌سازی با اسید) و عناصر کم مصرف (DTPA) در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

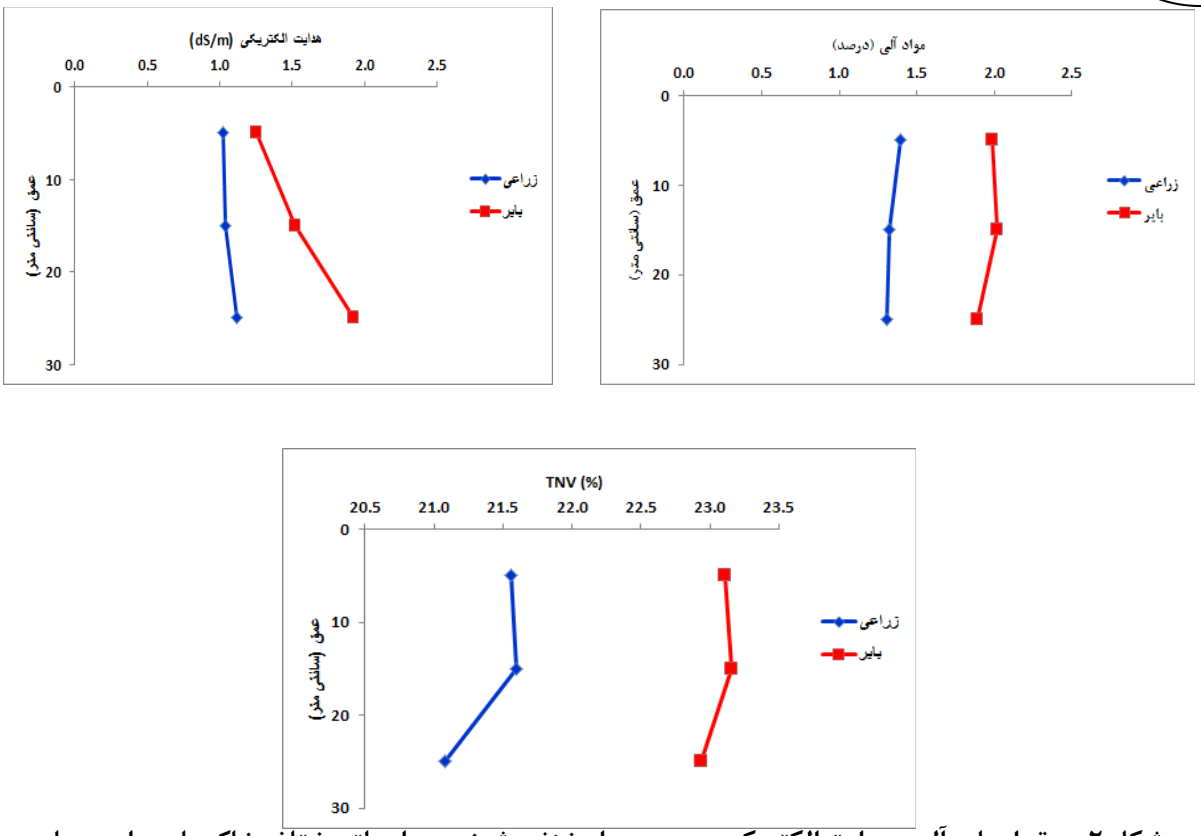
نتایج و بحث

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد، مقدار مواد خنثی شونده، ماده آلی، مس قابل استفاده در سطح احتمال یک درصد و هدایت الکتریکی عصاره اشباع در سطح احتمال پنج درصد در زمین‌های بایر بیشتر از زمین‌های زراعی است. این در حالی است که روی و منگنز قابل استفاده (روش DTPA) در زمین‌های زراعی در سطح احتمال یک درصد بیشتر از زمین‌های بایر است (جدول ۱). شاید بالا بودن مقدار هدایت الکتریکی در زمین‌های بایر به دلیل بیشتر بودن مواد آلی در این اراضی در اعماق مورد بررسی در مقایسه با زمین‌های زراعی بوده است (شکل ۲)، زیرا که مواد آلی به دلیل تولید ترکیبات اسیدی و کلات کننده امکان فعال نمودن کاتیون‌های موثر در شوری خاک را دارد. حیدریان آقاخانی و همکاران (۱۳۸۹) نیز مشابه نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، افزایش هدایت الکتریکی و کاهش pH را در مراتع قرق شده با افزایش مواد آلی گزارش کرده‌اند. بحرانی (۱۳۷۵) نیز کشت و کار را یکی از دلایل مهم کاهش EC و فعالیت‌های زیستی در خاک عنوان نموده است.

جدول ۱ -مقایسه میانگین برخی خصوصیات شیمیایی در خاک‌های زراعی و بایر دشت ارومیه

نوع کاربری	EC (dS/m)	pH	(%) TNV	(%) OM	Fe	Zn	Cu	Mn
					(mg/kg)			
زراعی	۱/۰۶b	۸/۱۱a	۲۱/۴b	۱/۳b	۱۰/۷a	۰/۸۳a	۰/۳۲b	۷/۹a
بایر	۱/۵۷a	۸/۰۷a	۲۳/۱a	۲/۰a	۷/۷a	۰/۵۸b	۰/۵۹a	۵/۳b
LSD۵%	۰/۴۰	۰/۱۳	۱/۳	۰/۴	۵/۴	۰/۱۴	۰/۱۵	۱/۹

بررسی‌های دقیق‌تر نشان داد درصد مواد خنثی شوند، مواد آلی و هدایت الکتریکی در هر سه عمق مورد مطالعه در زمین‌های زراعی کمتر از اراضی بایر مجاور بود (شکل ۲). مطمئنا تغییرات به وجود آمده در خصوصیات شیمیایی خاک‌ها .زراعی ناشی از انجام کشت و کار (عملیات خاک‌ورزی، زراعی و آبیاری) بلند مدت در آنها بوده است



شکل ۲- مقدار ماده آلی، هدایت الکتریکی و درصد مواد خنثی شونده در اعماق مختلف خاک‌های زراعی و بایر

منابع

۱- بی‌نام. ۱۳۹۳. پورتال سازمان هواشناسی کشور، دسترسی به داده‌های اقلیمی و تاریخچه‌ای (۲۰۱۳-۲۰۰۰). آدرس صفحه: http://www.irimo.ir/wd/۲۷۰۳، مشاهده شده در تاریخ ۱۵/۱۱/۱۳۹۳.

۲- بحرانی، م. ج. ۱۳۷۵. نقش تناوب زراعی در سیستم های کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳- حیدریان آقاخانی، م.، ع.ا. نقی پور برج و م. نصرتی. ۱۳۸۹. تاثیر قرق بر روی پوشش گیاهی و خصوصیات شیمیایی خاک در مراتع سیساب بجنورد. مجله تحقیقات منابع تجدید شونده. سال اول، شماره دوم. ص ۲۷-۱۴.

۴- شیرزاده،ه.رضا پور،س.،۱۳۹۱.بررسی اثر کشت های طولانی مدت بر روی بعضی خصوصیات کیفی خاک درجنوب دشت ارومیه . صفحه ۱۵۳. مقالات کلیدی دومین کنفرانس ملی برنامه ریزی و محیط زیست. دانشگاه تهران ،تهران

۵-Ajami, M. ۲۰۰۷. Soil quality attributes micropedology and clay mineralogy as affected by land use change and geomorphic position on some loess-derived soils in eastern Golestan Province, Agh-Su wastershed. M.Sc. Thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. ۱۹۱p.

۶- Celik, I. ۲۰۰۵. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and Tillage Research. ۸۳: ۲۷۰-۲۷۷.

۷- Page, M.C., Sparks, D.L., Noll, M.R., and Hendricks, G.J. ۱۹۸۷. Kinetics and-۶ mechanisms of potassium release from sandy middle Atlantic coastal plain soils. Soil Science Society of American Journal, ۵۱: ۱۴۶۰-۱۴۶۵.

۸-Welch, L.F. ۱۹۸۵. Rotational benefits to soybeans and following crops. Proceeding of ۳rd world soybean Research Conference, Iowa, ۱۰۶۰-۱۰۵۴.

Abstract

To investigate the long-term effects of soil and fertilizer management on main soil chemical properties, soil samples were collected from ۰-۱۰, ۱۰-۲۰ and ۲۰-۳۰ depths in ۵ regions of Uromeh lake plain. In each region, sample provided from two different proximity user include; cropping area and grassland in ۲۰۱۴. After preparing the soil samples in the laboratory, some chemical characteristics were determined. The results showed that the amount of TNV (%), OM %), Cu (mg/kg) ($p<۰.۰۱$) and EC ($p<۰.۰۵$) in grassland greater than cropping area. But soil Zn and Mn (DTPA) in cropping area greater than grassland ($p<۰.۰۱$). Low TNV (%), OM (%) and EC in different soil depths of cropping area because plowing and irrigation system can be in the long-term. Totally, agricultural operations has long-term changes soil chemical properties in all three depths. Second, the high level of EC in grassland related to high amount of OM compared to cropping area.

تاثیر پراکنش مکانی عناصر غذایی کم‌مصرف خاک بر عملکرد کمّی و کیفی گندم

علی‌داد کرمی [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

چکیده
تغییرات مکانی عناصر غذایی کم‌مصرف باعث غیریکنواختی محصول در نقاط مختلف مزرعه شده و عملکرد کاهش می‌یابد. در این پژوهش عملکرد دانهٔ گندم و مقادیر آهن، روی، مس و منگنز در خاک، دانه و کاه گندم در ۳۶ نقطه از مزرعهٔ ۴۰ هکتاری اندازه‌گیری شد. میان‌یابی پارامترها در نقاط فاقد داده با روش‌های کریجینگ، وزن دادن عکس فاصله (IDW) و کوکریجینگ، و با برازش مدل‌های خطی، نمایی، گوسی و کروی بر نیم‌تغییرنمای تجربی انجام شد. نتایج نشان داد که بهترین مدل برای مقادیر روی و مس خاک کروی و برای آهن و منگنز خاک نمایی بود. بهترین میان‌یاب برای مقادیر روی، آهن، مس و منگنز خاک کریجینگ بود. بهترین مدل برای غلظت آهن و روی دانه نمایی و برای مس و منگنز دانه کروی بود. بهترین میان‌یاب برای غلظت آهن، روی، مس و منگنز دانه کریجینگ بود. بهترین مدل برای غلظت آهن، روی و منگنز در کاه گندم نمایی و برای مس کروی بود. بهترین میان‌یاب برای غلظت آهن، منگنز، و مس در کاه گندم IDW و برای روی در کاه گندم کریجینگ بود.

واژه های کلیدی: آهن، تغییرپذیری مکانی، روی، زمین‌آمار، کشاورزی دقیق، مس، منگنز.

مقدمه
شناخت عوامل محدود کنندهٔ تولید و رفع آن موجب افزایش عملکرد خواهد شد. تعیین پراکنش مکانی عناصر غذایی در مزرعه و کاربرد آن به مقدار مورد نیاز گیاه با کودپاش نرخ متغیّر در نقاط مختلف مزرعه ضمن افزایش بهره‌وری نهاده، صرفه اقتصادی داشته و از آلودگی محیط زیست نیز جلوگیری می‌کند. آمار و زمین‌آمار اطلاعات مفیدی در رابطه با تغییرپذیری مکانی و ناهمگونی ویژگی‌های خاک در مناطق وسیع و ناهمگون مهیا می‌کند (Komnitsas *et al.*, ۲۰۱۰). زمین‌آمار یکی از روش‌های قوی برای ارزیابی تغییرپذیری مکانی منابع طبیعی مانند خاک است (Sauer *et al.*, ۲۰۰۶).
شناخت تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک کلیدی برای درک فرآیندهای خاک در مقیاس مزرعه و حوزه آبخیز است (Corwin *et al.*, ۲۰۰۶). شناخت تغییرپذیری ویژگی‌های خاک و گیاه در مکان و زمان، اصولی پایه‌ای برای مدیریت دقیق اراضی کشاورزی است (Grego and Vieira ۲۰۰۵). تحقیقات متعددی با هدف مقایسهٔ تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک با تغییرپذیری مکانی عملکرد محصول برای توسعهٔ عملیات مدیریتی انجام گردیده است (Eghball *et al.*, ۲۰۰۳; Kitchen *et al.*, ۲۰۰۳; Chang *et al.*, ۲۰۰۴). با استفاده از چند روش زمین‌آماری و کریجینگ، توزیع مکانی عناصر غذایی برای اراضی تولید سبزیجات تعیین گردیده و نتایج نشان داده که همهٔ روش‌های زمین‌آماری دقّت برآورد را افزایش داده است (Shi *et al.*, ۲۰۰۵). توصیف موفقیت‌آمیز تغییرپذیری مکانی فلزات سنگین (Romic and Romic, ۲۰۰۳)، ریزمغذی‌ها (Liu *et al.*, ۲۰۰۴) و دیگر ویژگی‌های خاک (Gilbert and Wayne, ۲۰۰۸; Liu *et al.*, ۲۰۰۸) گزارش شده است.
به دلیل تغییرپذیری ویژگی‌های خاک در یک اکوسیستم مشابه، ویژگی خاک ممکن است تغییرات مکانی معنی‌داری را داشته باشد (Robinson and Metternicht, ۲۰۰۶). این تغییرات عمدتاً از فاکتورها و فرآیندهای خاک‌سازی و کاربری اراضی ناشی می‌شود (Ersahin, ۲۰۰۳).

مواد و روش‌ها
گندم یکی از عمده‌ترین محصولات کشاورزی در استان فارس است که تغذیهٔ و مدیریت بهینهٔ آن در نقاط مختلف مزرعه سبب افزایش تولید خواهد شد. قطعه مزرعه‌ای ۴۰ هکتاری که از یک سیستم آبیاری بارانی سنترپیوت آبیاری می‌شد انتخاب گردید. بصورت تصادفی از ۳۶ نقطه مزرعهٔ مزبور نمونه‌برداری خاک از لایهٔ ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه و مقادیر آهن، روی، مس و منگنز در خاک و در دانه و کاه گندم اندازه‌گیری شد. عملکرد گندم در سطح ۲ مترمربعی نیز اندازه‌گیری شد. داده‌ها در در محیط Excel درج و محاسبات آمار کلاسیک با SPSS و محاسبات زمین‌آماری با نرم‌افزار GS+ انجام گردید. میان‌یابی پارامترها در نقاط فاقد داده با روش‌های کریجینگ، وزن دادن عکس فاصله و کوکریجینگ، و با برازش مدل‌های خطی، نمایی، گوسی و کروی بر نیم‌تغییرنمای تجربی انجام شد. برای بیان خطای مطلق و ارزیابی برآوردها و انتخاب روش مناسب درون‌یابی از آماره‌های میانگین اریب خطاها (*MBE*)، میانگین مطلق خطاها (*MAE*)، ریشهٔ دوم میانگین مربعات خطاها (*RMSE*) و واریانس اشتباه معیار (*MSDR*) استفاده گردید. در نهایت بر اساس بهترین مدل واریوگرامی و بهترین میان‌یاب تخمین ویژگی‌ها در نقاط فاقد داده انجام شد و نقشه‌های مربوطه ترسیم و تجزیه و تحلیل لازم انجام شد.

نتایج و بحث

مس قابل جذب خاک با درصد اشباع، درصد رس، آهن و روی قابل جذب خاک همبستگی مثبت ولی با T.N.V.، درصد شن همبستگی منفی نشان داد. منگنز قابل جذب خاک نیز با کربن آلی، پتاسیم و روی قابل جذب خاک همبستگی مثبت داشت. آهن قابل جذب خاک نیز با فسفر و مس قابل جذب خاک همبستگی مثبت و با پتاسیم قابل جذب خاک همبستگی منفی داشت. روی قابل جذب خاک نیز با درصد رس، مس و منگنز قابل جذب خاک همبستگی مثبت نشان داد.

مقدار آهن دانه با مقدار روی دانه همبستگی مثبت داشت ولی مقدار روی دانه با درصد سیلت خاک همبستگی منفی نشان داد. منگنز دانه گندم با درصد اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی، کربن آلی، پتاسیم قابل جذب خاک، درصد سیلت خاک و مقادیر فسفر، پتاسیم، مس و روی دانه همبستگی مثبت ولی با وزن هزار دانهٔ گندم، اسیدیتهٔ گل اشباع و درصد رس خاک همبستگی منفی نشان داد. مقدار مس دانهٔ گندم با قابلیت هدایت الکتریکی و پتاسیم قابل جذب خاک و مقدار منگنز دانهٔ گندم همبستگی مثبت ولی با اسیدیتهٔ گل اشباع، درصد رس خاک و مقدار فسفر کاه گندم همبستگی منفی داشت.

جدول ۱- آمار توصیفی عناصر غذایی کم‌مصرف خاک در مزرعه مورد مطالعه

متغیّر	واحد	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس	چولگی	کشیدگی
Cu		۸۲/۰	۷۶/۱	۳۰/۱	۰۴/۰	-۳۱/۰	۲۰/۰
Mn		۴/۱۰	۷/۲۰	۰۷/۱۵	۴۳/۵	-۱۰/۰	-۱۷/۰
Fe		۳۶/۴	۲/۱۳	۲۳/۸	۷۲/۴	۵۷/۰به ۰۲/۰	-۳۷/۰به -۴۴/۰
Zn		۵۶/۰	۴/۱	۹۶/۰	۰۵۴/۰	۲۷/۰به ۰۴/۰	-۷۵/۰به -۷۴/۰

جدول ۲- مدل‌های برازش داده شده بر نیم‌تغییرنمای تجربی و خلاصه‌ای از اطلاعات زمین‌آماری عناصر غذایی کم‌مصرف

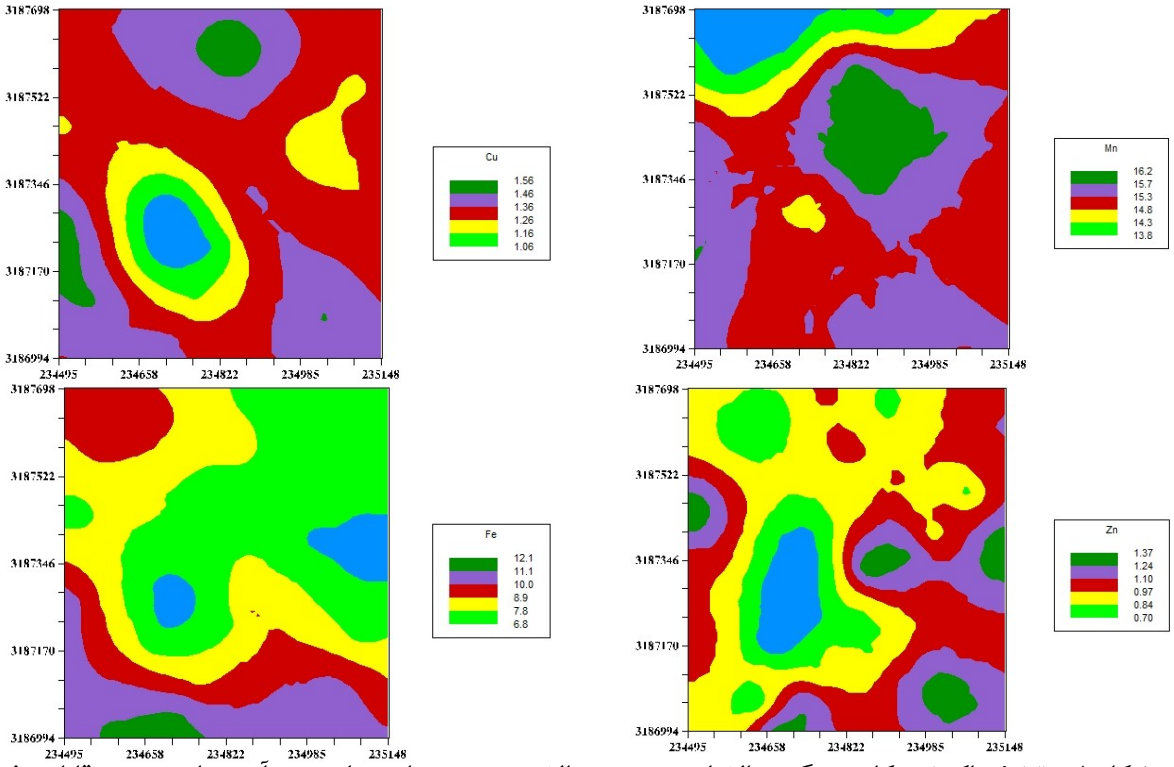
فاکتور	مدل	C.	C.+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A.	R^2	RSS
Cu	کروی	۰۱۴۳/۰	۰۴۷۱/۰	۳۰۴/۰	۲۷۱	۸۷۷/۰	۹۹/۴×۱۰$^{-۵}$
Mn	نمایی	۱۳/۴	۲۶۱/۸	۵۰۰/۰	۴۳۲	۵۶۱/۰	۸۶۶/۰
Fe	نمایی	۰۲۱۹/۰	۰۷۲۲/۰	۳۰۳/۰	۱۶۳	۹۴۱/۰	۵۸/۴×۱۰$^{-۵}$
Zn	کروی	۰۰۰۰۱/۰	۰۱۴۰۲/۰	۰۰۱/۰	۱۹۰	۹۸۹/۰	۹۹/۳×۱۰$^{-۷}$

C.: واریانس قطعه‌ای، C. + C: آستانه، $\frac{C_0}{C_0+C}$: نسبت همبستگی مکانی، A.: دامنهٔ تاثیر (متر)، R^2: ضریب تبیین و RSS: مجموع مربعات خطا.

جدول ۳- نتایج ارزیابی روش‌های میان‌یابی عناصر کم‌مصرف خاک در منطقهٔ مورد مطالعه

متغیّر	روش میان‌یابی	MBE	MAE	RMSE	MSDR
مس خاک	kriging	-۰۱۲۳/۰	۱۳۸۸/۰	۱۷۵۱/۰	۱۴/۴×۱۰$^{-۵}$
	IDW	-۰۲۵۵/۰	۱۵۲۶/۰	۱۹۳۱/۰	۰۳/۵×۱۰$^{-۵}$
منگنز خاک	kriging	۰۶۱۵/۰	۹۲۸۸/۱	۴۴۲۹/۲	۰۰۸۱/۰
	IDW	۱۵۰۳/۰	۹۵۹۹/۱	۴۵۴۶/۲	۰۰۸۱/۰
آهن خاک	kriging	-۰۴۰۳/۰	۵۳۰۸/۱	۸۴۲۹/۱	۰۰۴۶/۰

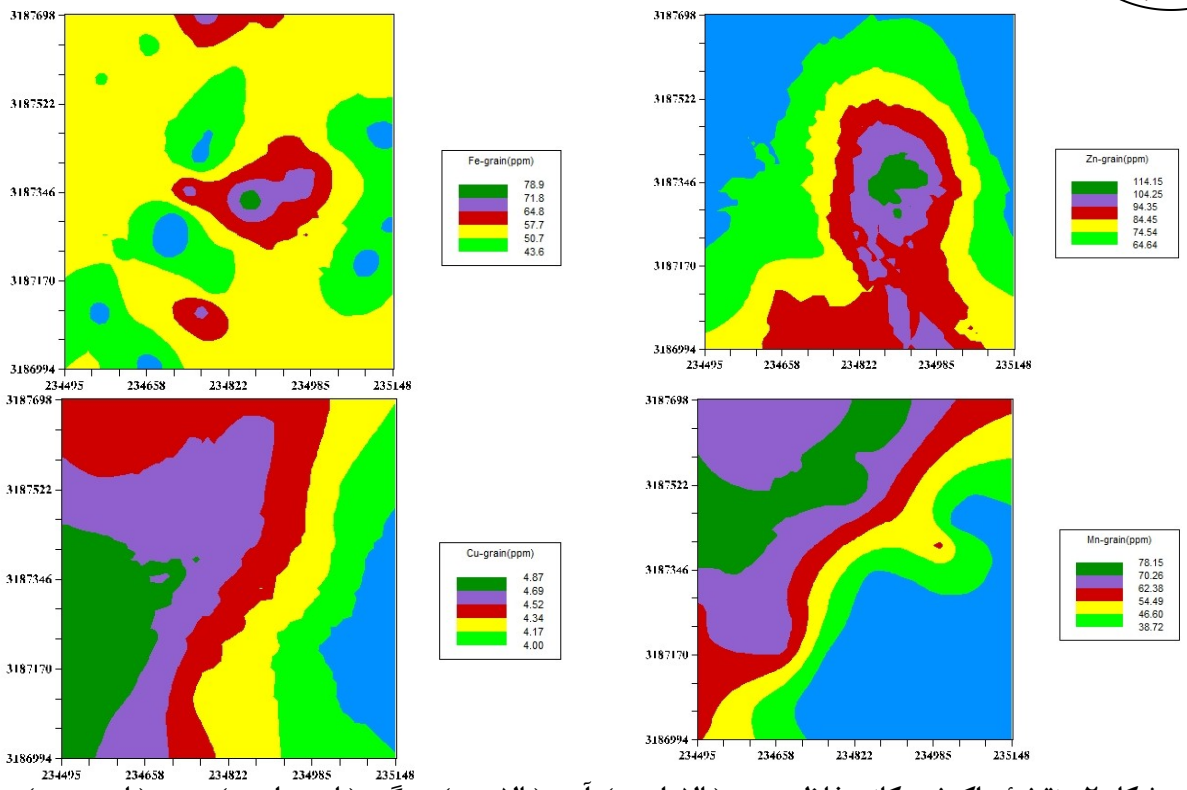
	IDW	-۴۳۵۶/۰	۶۴۶۱/۱	۰۲۱۶/۲	۰۰۵۵/۰
روی خاک	kriging	-۰۳۷۲/۰	۱۶۳۳/۰	۲۰۲۴/۰	۵۸/۵×۱۰$^{-۵}$
	IDW	-۰۴۳۹/۰	۱۶۱۱/۰	۲۱۵۱/۰	۲۴/۶×۱۰$^{-۵}$



شکل ۱ - نقشهٔ پراکنش مکانی منگنز (بالا راست)، مس (بالا چپ)،روی (پایین راست) و آهن (پایین چپ) قابل جذب خاک

تغییرات مقادیر مس خاک از شرق و جنوب شرقی به شمال و غرب مزرعه افزایش نشان داد و کمترین مقادیر آن تقریباً در مرکز مزرعه مشاهده شد. منگنز قابل جذب خاک در شمال غربی مزرعه کمترین مقدار را داشت و بیشترین مقدار آن نیز تقریباً در مرکز مزرعه مشاهده شد. آهن قابل جذب خاک از شمال شرقی به جنوب غربی مزرعه افزایش نشان داد و عمدهٔ مزرعه مقادیر پایین این عنصر را نشان داد. روی قابل جذب خاک در ناحیهٔ میانی مزرعه کمترین مقدار را داشت. در جناحین مزرعه و به خصوص در شرق مزرعه مقادیر روی قابل جذب خاک افزایش نشان داد (شکل ۱).

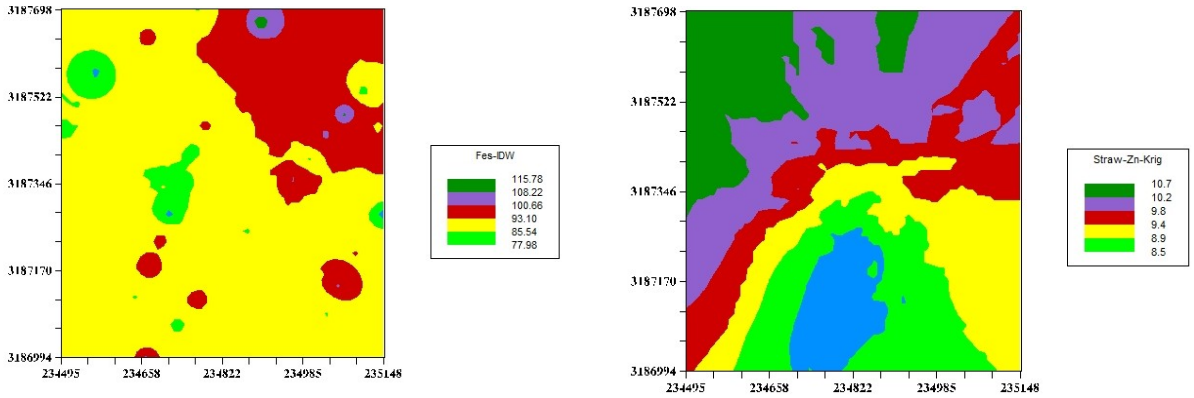
برای مقادیر منگنز، و روی دانه بیشترین ضریب تبیین با مدل کروی حاصل شد که علاوه بر بیشترین ضریب تبیین، کمترین مقدار مجموع مربعات خطا را داشتند. بهترین مدل برای آهن و روی دانه گندم مدل نمایی بود. پارامترهای آهن و منگنز دانه گندم از ساختار مکانی قوی و روی و مس دانه از ساختار مکانی متوسط برخوردار بودند. بهترین روش میان‌یابی برای مقادیر آهن، روی، مس و منگنز دانه روش کریجینگ بود.

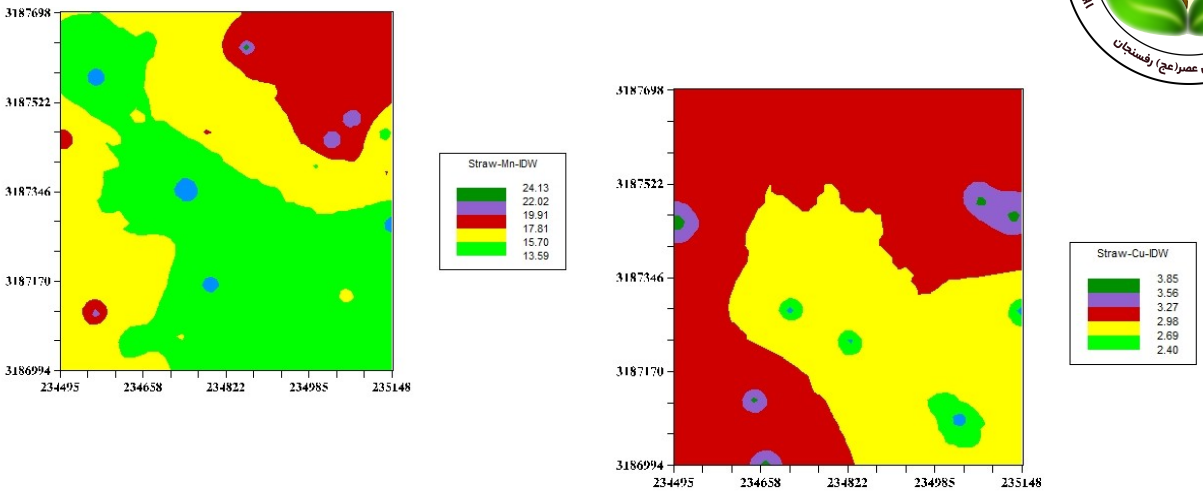


شکل ۲- نقشهٔ پراکنش مکانی غلظت روی (بالا راست)، آهن (بالا چپ)، منگنز (پایین راست) و مس (پایین چپ) در دانهٔ گندم

غلظت آهن دانهٔ گندم در مزرعه مورد مطالعه تغییرات قابل ملاحظه‌ای را داشت. در عمده سطح مزرعه مقدار آن از سطح پایینی برخوردار بود و بیشترین مقادیر آن تقریباً در قسمت میانی مزرعه مشاهده شد. مقادیر پایین‌تر روی دانهٔ گندم در قسمت شمالی مزرعه دیده شد و در قسمت میانی و به خصوص در مرکز مزرعه بیشترین مقدار را داشت. مقادیر مس دانهٔ گندم از شرق به غرب مزرعهٔ مورد مطالعه افزایش نشان داد. مقادیر منگنز دانهٔ گندم از جنوب شرقی به شمال غربی مزرعهٔ مورد مطالعه افزایش نشان داد (شکل ۲).

بهترین مدل واریوگرامی برای مقادیر مس کاه گندم کروی و برای مقادیر آهن، منگنز و روی کاه گندم مدل نمایی بود. نیم‌تغییرنمای منفرد پارامترهای مزبور برای آهن و منگنز از ساختار مکانی قوی و برای روی و مس از ساختار مکانی متوسط برخوردار بود. نقشهٔ پراکنش برای مقدار روی در کاه گندم با روش میان‌یابی کریجینگ و برای آهن، مس و منگنز با روش وزن دادن عکس فاصله که بر روش میان‌یابی کریجینگ ارجحیت داشت در شکل ۳ ارائه شده است.



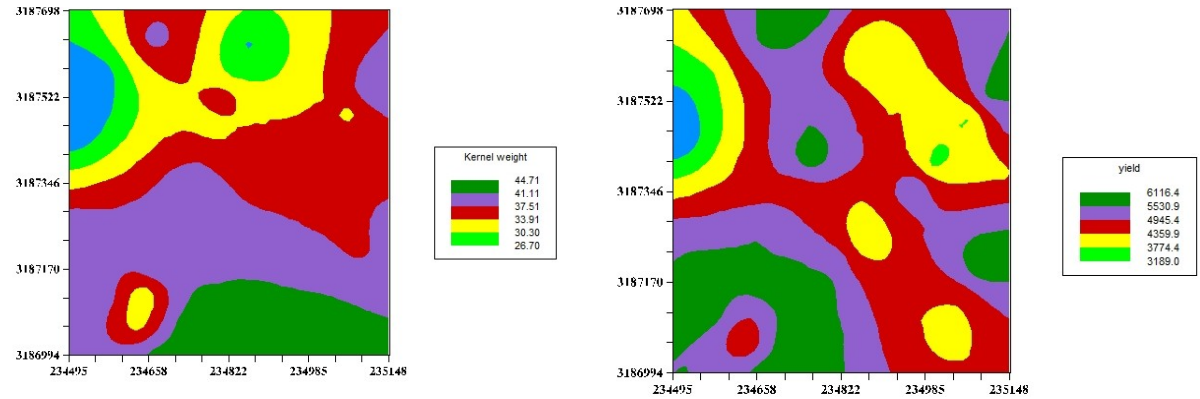


شکل ۳- نقشهٔ پراکنش مکانی غلظت روی (بالا راست)، آهن (بالا چپ)، مس (پایین راست) و منگنز (پایین چپ) در کاه گندم

مقدار روی در کاه گندم از جنوب و جنوب شرقی به شمال و شمال غربی افزایش داشت. مقدار آهن نیز از جنوب غربی مزرعه به شمال شرقی افزایش داشت. مقدار منگنز در کاه گندم مشابه مقدار آهن کاه گندم بود و مقدار منگنز نیز از جنوب غربی مزرعه به شمال شرقی افزایش داشت. مقدار مس در کاه گندم مشابه مقدار مس در کاه بود. به طور کلی مقدار این عنصر در کاه از جنوب و جنوب شرقی به شمال و شمال غربی افزایش داشت (شکل ۳).

جدول ۴- آمار توصیفی عملکرد دانهٔ گندم در مزرعه مورد مطالعه

متغیّر	واحد	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس	چولگی	کشیدگی
عملکرد دانه گندم	کیلوگرم	۲۵۵۰	۶۱۵۰	۴۹۲۰	۸۴۳۷۴۴	۴۹/۰-	۶۲/۰-
وزن هزار دانه	گرم	۲۳	۴۳	۳/۳۶	۴/۲۶	۹۳/۰-	۲۴/۰



شکل ۴- نقشهٔ پراکنش مکانی عملکرد دانهٔ گندم (راست)، وزن هزار دانهٔ گندم (چپ)

سطح وسیعی از مزرعه عملکرد پایین داشت. وزن هزار دانهٔ گندم تغییرات زیادی داشت و مشاهده می‌شود که در سطح وسیعی از مزرعه وزن هزار دانهٔ گندم کم بود، به خصوص در شمال غرب مزرعه که عناصر غذایی کم‌مصرف به خصوص روی و منگنز خاک کم و میزان شوری خاک بیشتر و محدودیت عوامل تولید بیشتر بود وزن هزار دانه مقادیر کمتری را نشان داد که با مدیریت بهتر می‌توان سطح تولید را به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش داد.

منابع

Chang, J. Clay, D.E. Carlson, C.G. Reese, C.L. Clay, S.A. and Ellsbury, M.M. ۲۰۰۴. Defining yield goals and management zones to minimize yield and nitrogen and phosphorus fertilizer recommendation errors. Agron. J., ۹۶: ۸۲۵-۸۳۱.

Corwin, D.L. Lesch, S.M. Oster, J.D. and Kaffka, S.R. ۲۰۰۶. Monitoring management- induced spatio-temporal changes in soil quality through soil sampling directed by apparent electrical conduction. Geoderma, ۱۳۱: ۳۶۹-۳۸۷.

Eghball, B. Schepers, J.S. Negahban, M. and Schlemmer, M.R. ۲۰۰۳. Spatial and temporal variability of soil nitrate and corn yield: Multifractal analysis. Agron. J., ۹۵: ۳۳۹-۳۴۶.

Ersahin, S. ۲۰۰۳. Comparing ordinary kriging and cokriging to estimate infiltration rate. Soil Sci. Soc. Am. J., ۶۷:۱۸۴۸-۱۸۵۵.

Gilbert, C. and Wayne, H. ۲۰۰۸. Kriging analysis of soil properties. J. Soils Sediments, ۸: ۱۹۳-۲۰۲.

Grego, C.R. Vieira, S.R. ۲۰۰۵. Spatial variability of soil physical properties in an experimental plot. Brazilian J. Soil Sci., ۲۹: ۱۶۹-۱۷۷.

Kitchen, N.R. Drummond, S.T. Lund, E.D. Sudduth, K.A. and Buchleiter, G.W. ۲۰۰۳. Soil electrical conductivity and topography related to yield for three contrasting soil-crop systems. Agron. J., ۹۵: ۴۳۸-۴۴۹.

Komnitsas, K. Guo, X. and Li, D. ۲۰۱۰. Mapping of soil nutrients in an abandoned Chinese coal mine and waste disposal site. Minerals Eng., ۲۳: ۶۲۷-۶۳۵.

Liu, C.W. Jang, C.S. and Liao, C.M. ۲۰۰۴. Evaluation o f arsenic contamination potential using indicator kriging in the Yun-Lin aquifer (Taiwan). Sci. Total. Environ., ۳۲۱: ۱۷۳- ۱۸۸.

Liu, X.M. Zhao, K.L. Xu, J.M. Zhang, M.H. Si, B. and Wang, F. ۲۰۰۸. Spatial variability of soil organic matter and nutrients in paddy elds at various scales in southeast China. Environ. Geol., ۵۳: ۱۱۳۹-۱۱۴۷.

Robinson, T.P. and Metternicht, G. ۲۰۰۶. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. Computer and Electronics in Agriculture, ۵۰: ۹۷-۱۰۸.

Romic, M. and Romic, D. ۲۰۰۳. Heavy metals distribution in agricultural topsoils in urban area. Environ. Geol., ۴۳: ۷۹۵-۸۰۵.

Sauer, T.J. Cambardella, C.A. and Meek, D.W. ۲۰۰۶. Spatial variation of soil properties relating to vegetation changes. Plant and Soil, ۲۸۰: ۱-۵.

Shi, Z. Li, Y. Makeschine, F. and Wang, R.C. ۲۰۰۵. Assessment of temporal and spatial variability of soil salinity in a coastal saline field. Environ. Geol., ۴۸: ۱۷۱-۱۷۸.

Abstract

Spatial variation of micro-nutrients cause of no uniformity of crop yield at different points of field and reduced of crop yield. In this research, the wheat grain yield data, and amounts of iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu) and manganese (Mn) in soil, and grain and straw of wheat was measured at ۳۶ points of a field with ۴۰ ha area. The interpolation of parameters in non-sampled areas were predicted by means of kriging, inverse distance weighted (IDW), and co-kriging methods and the experimental semi-variograms were fitted to linear, exponential, Gaussian, and spherical models. The results showed that the best variogram model for available Zn and Cu in soil was spherical and for Fe and Mn was exponential. The best interpolation method for Zn, Fe, Cu and Mn of soil was kriging. The best variogram model for concentration of Fe and Zn in wheat grain was exponential and for Cu and Mn was spherical. The best interpolation method for Fe, Zn, Cu and Mn concentration in wheat grain was kriging. The best variogram model for concentration of Fe, Zn, and Mn in wheat straw was exponential and for Cu was spherical. The best interpolation method for Fe, Mn, and Cu concentration of wheat straw was IDW and for Zn was kriging.

تاثیر محلول های غذایی مختلف بر پارامترهای رشدی گیاه لادن(*ropalum majus* L.T)

غلامحسین خلیلی طرقبه [۱] ، مسعود درخشی [۲] و مهرنوش اسکندری تربقان [۲]
۱.دانشجوی کاردانی فنّی باغبانی گل و گیاهان زینتی مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی ۲- مدرس مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی

چکیده
لادن گیاهی زینتی و دارای خواص دارویی است. در پژوهش انجام شده تاثیر محلول های غذایی مختلف بر پارامترهای رشدی و عملکرد گیاه لادن در شرایط گلخانه بررسی گردید. تیمارهای آزمایش شامل فاقد آهن(Fe-)، فاقد نیتروژن (N-)، فاقد فسفر (P-)، فاقد پتاسیم(K-)، دارای همه عناصر غذایی (T) ، دارای همه عناصر میکرو فاقد آهن(Fe-Micro) و شاهد آب مقطر (C) بود. نتایج آزمایش نشان داد وزن تر برگ در همه تیمارها نسبت به شاهد افزایش داشت. وزن تر ساقه در تیمار فاقد نیتروژن کاهش و در بقیه تیمار ها افزایش داشت. وزن تر ریشه در تیمار های فاقد آهن و فسفر کاهش و در بقیه تیمارها نسبت به شاهد افزایش نشان داد. طول ساقه و ریشه در همه تیمارهای آزمایشی نسبت به شاهد کاهش داشت. نسبت اندام هوایی به ریشه (S/R) تنها در تیمار فاقد نیتروژن کاهش و در سایر تیمارها افزایشی نسبت به شاهد نشان داد. ایجاد تعادل در نسبت عناصر غذایی نقش مهمی را در افزایش رشد رویشی تمامی گیاهان از جمله لادن ایفا می نماید و کمبود هر یک از عناصر غذایی می تواند عاملی در جهت کاهش رشد گیاه باشد.
واژه های کلیدی: تغذیه، وزن خشک و تر، سطح برگ، نسبت اندام هوایی به ریشه (S/R) ، لادن

مقدمه
گیاه لادن به عنوان گل زینتی، گیاه دارویی و نیز به عنوان یکی از سبزی های خوراکی مورد استفاده است. این گیاه از خانواده *Tropalaceae* و با نام *Tropalum* دارای گونه های معروف *T. majus*، *T. peregrinum* و *T. speciosum* می باشد. نام های دیگری نیز برای این گیاه همچون لادن باغی، شاهی هند، شاهی راهبان و شاهی آب عنوان گردیده است. این گیاه دارای انواع یک ساله و چند ساله بوده، نوع چند ساله آن بومی شیلی و درارتفاع بالای ۳۳۰۰ متری می روید (پایگاه اطلاع رسانی گل وگیاه، باغبانی و فضای سبز،۱۳۹۴). این گیاه قدرت رشد درهمه خاک ها را دارد اما در خاک هایی با زه کشی خوب بهتر رشد می کند. نیاز آبی آن زیاد است واز دادن کود بیش از نیازگیاه باید خودداری نمود زیرا رشد رویشی را افزایش داده وگل کمتری تولید می کند. روش ازدیاد این گیاه کشت بذر و قلمه ساقه می باشد (پایگاه اطلاع رسانی گل وگیاه، باغبانی و فضای سبز،۱۳۹۴).
اسکات (۱۹۵۹) در بررسی تاثیر عناصر غذایی بررشد گیاه لادن(*ropalum majus* L.T) بوسیله کشت بافت عنوان نمود،گیاهان تغذیه شده به صورت کامل دارای برگ های کوچکتر و با رنگ سبز طبیعی وگیاهان تغذیه شده با تیمارهای دارای کمبود عناصر غذایی میکرو (بر، مس، منگنز، روی) دارای رشد غیر طبیعی بودند. بررسی تاثیر کود شیمیایی با عناصر غذایی گوگرد و نیتروژن بر غلظت موثر عناصر غذایی میکرو در گیاه لادن (*ropalum majus* L.T) نشان داد استفاده از کود گوگردی، غلظت گوگرد کل و مقدار گلوکوتروپولین را در برگ های گیاه لادن افزایش داد (هاکلاس و همکاران،۲۰۰۵). همچنین کوددهی نیتروژن مقدار گلوکوتروپولین را به طور محسوسی کاهش داد. مقدار گلوکوتروپولین در برگ ها سه برابر مقدار آن در ساقه بود. کوددهی به طور معنی داری غلظت منگنز و مس را در برگ های گیاه لادن افزایش داد (هاکلاس و همکاران،۲۰۰۵). اثرات متقابل کوددهی گوگرد و نیتروژن باعث کاهش غلظت عناصر مولیبدن، بر، سلنیوم، آرسنیک در برگ های گیاه لادن به طور چشمگیری گردید. در بررسی دیگری مقدار گلوکوترو پولین گیاه لادن (*ropalum majus* L.T) تحت تاثیر کود دهی و عملیات پس از برداشت نشان داد که با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود گوگرد در هکتار مقدار گلوکو تروپولین برگ ها و دانه ها افزایش معنی داری داشت (بلوئم وهمکاران، ۲۰۰۷). محققان نشان دادند عملکرد و مقدارگلوکوتروپولین در گیاه لادن(*ropalum majus* L.T) تحت تاثیر تغذیه گیاه به مقدار زیادی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک همانند بافت و اسیدیته وابسته است (هاکلاس و همکاران،۲۰۰۵). همچنین آنان نشان دادند که مصرف کود نیتروژن باعث افزایش جذب عناصر آلاینده مثل کادمیوم در برگهای گیاه لادن گردید. تعیین مقدار و ترکیبات معدنی، ترکیبات آنتی اکسیدانی واسید آسکوربیک، پروتئین خام در گیاه لادن(*ropalum majus* L.T) نیز نشان داد فراوان ترین عنصر ضروری در گیاه لادن پتاسیم بود (راپ وهمکاران،۲۰۱۲). بیشترین وکمترین مقدار عنصر میکروی موجود در گیاه لادن به ترتیب ۰۷/۹ و ۲۹/۰ پی پی ام به عناصر روی و مولیبدن اختصاص یافت. مقدار پروتئین خام، مقدار ترکیبات فنلی، ترکیبات آنتی اکسیدانی وترکیبات فلائونیدی گیاه لادن نیز به ترتیب ۷۴/۴ ، ۳۱/۳ ، ۱۲/۵ ، ۳۵/۱ پی پی ام به دست آمد (راپ و همکاران، ۲۰۱۲).
این مطالعه با هدف بررسی تاثیر عناصر غذایی پرمصرف وکم مصرف بر گیاه لادن(*ropalum majus* L.T) به منظور توسعه یافته ها در زمینه عملکرد گیاه با توّجه به کمبود اطلاعات موجود در منابع جهت افزایش حداکثر عملکرد و ترکیبات دارویی گیاه لادن انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این بررسی با هفت تیمار عنصر غذایی شامل فاقد آهن(Fe-)، فاقد نیتروژن (N-)، فاقد فسفر (P-)، فاقدپتاسیم(K-)، دارای همه عناصرغذایی(T)، دارای همه عناصر میکرو فاقد آهن(Fe-Micro) و شاهد (آب مقطر)(C) در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی (شهید هاشمی نژاد مشهد) جهت تعیین تاثیر عناصر غذایی مختلف بر رشد و توسعه گیاه لادن (*ropalum majus* L*T*.) انجام گردید.

به منظورتهیه بستر کشت گیاه لادن ابتدا ماسه رود خانه از الک هشت مش عبور داده شد و برای رفع شوری و مواد زائدآن چندین مرتبه شستشوگردید. سپس در اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه استریل گردید تا هر گونه عوامل بیماری زای احتمالی موجود در خاک از بین برود. تعداد ۲۱ عدد گلدان توسط ماسه آماده شده پر گردید. پس از آن بذر های ضد عفونی شده توسط کربوکسی تیرام ۷۵% به نسبت ۲ در هزار در گلدان ها کشت گردیدند.گلدان ها به مدت دو هفته با آب شهری آبیاری و پس از آن به مدت دو ماه، هفته ای یک مرتبه با استفاده ازمحلول های غذایی هوگلند (جدول ۱) به همراه آب کافی تغذیه و آبیاری گردیدند. محلول های غذایی بر اساس فرمول هوگلند و به صورت جدول ۱ آماده سازی شدند. پس از گذشت ۷۰ روز از کاشت،گیاهان با احتیاط کامل از گلدان ها خارج گردیده و خصوصیات زراعی مورد نظر شامل طول ریشه وساقه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ، درصد رطوبت ریشه، ساقه و برگ ونسبت وزن ساقه به ریشه (S/R) تعیین گردید. لازم به ذکر است محاسبه سطح برگ بر اساس تعداد و وزن متوسط برگ انجام گردید. داده های به دست آمده با نرم افزار MSTAT-C تجزیه آماری و میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۰۵/۰ مقایسه شدند.

جدول شماره ۱ - محلول های استوک ومنبع نمک مورد استفاده در تیمار های آزمایشی

ترکیب شمیایی	محلول مادر (گرم در لیتر)	میزان رقیق سازی (میلی گرم محلول پایه در لیتر یا یك لیتر محلول پایه در ۱۰۰۰لیتر)
نیترات کلسیم	۷۸۷	۲۵/۱
نیترات پتاسیم	۱۶۹	۹/۳
سولفات منیزیم	۳۲۹	۵/۱
فسفات پتاسیم	۹۱	۳
کلات آهن (ETDA-Fe)	۳/۱۲	۳
سولفات منگنز	۳	۳
اسید بوریك	۲۳/۱	۵/۱
سولفات مس	۱۷/۰	۵/۱
مولیبدات آمونیوم	-	۰۴۴/۰

نتایج و بحث

تعداد برگ در تیمارها تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲)، لیکن به ترتیب در تیمارهای فاقد آهن، همه عناصر و فاقد نیتروژن نسبت به شاهد افزایشی به ترتیب برابر ۲۰، ۳/۱۳ و ۶/۷ درصد را نشان داد. تعداد برگ در تیمار های فاقد پتاسیم، همه عناصرمیکرو فاقد آهن، فاقد فسفرنسبت به شاهد کاهش داشت. این کاهش به ترتیب معادل ۳/۳- ،۳/۳۰- و ۷/۶- بود (جدول ۲) مقایسه وزن تر برگ در کلیه تیمارها نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل ۱). تیمارفاقد آهن با ۸۷/۲۹ درصد افزایش حداکثر، وتیمار فاقد نیتروژن با ۰۵/۲ درصد افزایش حداقل مقدار وزن تر برگ را داشتند (شکل ۱).

وزن خشک برگ در هیچ یک از تیمارهای آزمایشی نسبت به شاهد اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۰۵/۰ نشان نداد (جدول ۲). بیشترین و کمترین مقدار وزن خشک برگ به ترتیب با ۵۰،۵۰درصد افزایش و ۷/۱۰درصد کاهش در تیمارهای فاقد فسفر ، فاقد پتاسیم وفاقد نیتروژن مشاهده گردید(جدول ۲).

مقایسه درصد رطوبت برگ (جدول ۲) تفاوت معنی داری بایگدیگر و با شاهد در سطح احتمال ۵% نشان نداد، تنها تیمار فاقد نیتروژن با تیمارهای همه عناصرمیکرو فاقد آهن و فاقد پتاسیم اختلاف معنی دار داشت(جدول ۲).

هیچگونه تفاوت معنی داری درصفت سطح برگ در بین تیمارها مشاهده نگردید (جدول ۲). سطح برگ در تمامی تیمار ها نسبت به شاهد افزایش داشت بطوریکه بیشترین افزایش مربوط به تیمار فاقد فسفر با ۹۳/۲۳ درصد وکمترین افزایش درتیمار نیتروژن با ۸۳/۳ درصد مشاهده گردید (جدول ۲).

بیشترین تعداد ساقه در تیمارفاقد نیتروژن، بدون اختلاف معنی دار با شاهد و حداقل تعداد ساقه نیز در تیمار فاقد آهن و با اختلاف معنی دار با شاهد (۶۰- درصد) مشاهده گردید (جدول ۲).

تغذیه گیاه با تیمارهای آزمایشی باعث کاهش طول ساقه در تمامی تیمارها نسبت به شاهد گردید (شکل ۲) به طوری که بیشترین کاهش نسبت به شاهد در تیمار فاقد آهن با ۳۳/۴۱- درصد و پس از آن در تیمارهای فاقد فسفر با ۵۴/۲۳ درصد و تیمار عناصر میکرو فاقد آهن با ۸۸/۲۰ درصد مشاهده شد. کمترین کاهش طول ساقه نیز در تیمار فاقد نیتروژن با ۷۳/۷- درصد مشاهد گردید (شکل ۲).

بیشترین مقدار وزن ترساقه به ترتیب در تیمارهای عناصر میکرو فاقد آهن، همه عناصر، فاقدپتاسیم، فاقد فسفر و فاقد آهن با ۴۷/۳۶، ۲۴/۳۵، ۰۹/۲۹، ۹۵/۲۲، ۴۳/۲۱ درصد افزایش و فاقد نیتروژن با ۶۳/۴- درصد کاهش (بدون اختلاف معنی دار) نسبت به شاهد مشاهده گردید (شکل ۳).

بیشترین افزایش وزن خشک ساقه گیاه در تیمار همه عناصر با ۳۷/۷۶ درصد وکمترین افزایش در تیمار فاقد پتاسیم با ۷۵/۵۲ درصد افزایش مشاهده گردید (جدول ۲).

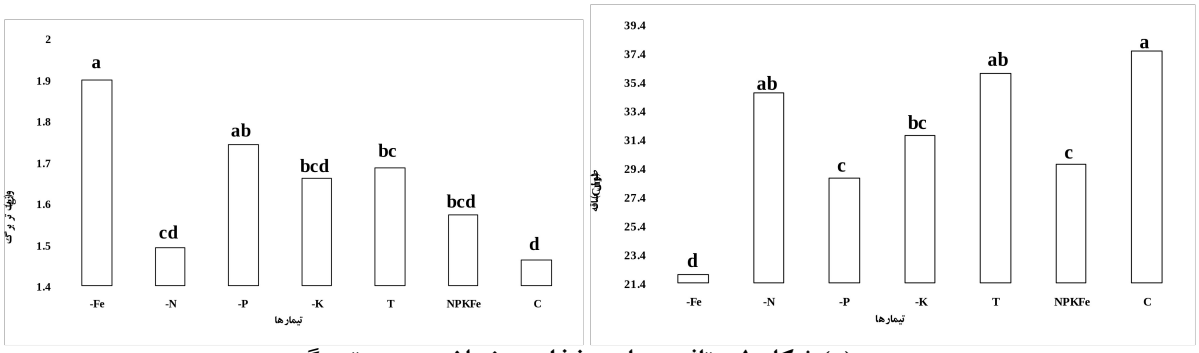
درصدرطوبت ساقه در تیمارفاقد نیتروژن دارای ۴۳۲/۵- درصد کاهش و در تیمارهمه عناصر دارای ۷۱۶ /۲- درصد کاهش بود. بقیه تیمارها نسبت به شاهدافزایش نشان دادند (جدول ۲).

طول ریشه در همه تیمارها نسبت به شاهدکاهش داشت (شکل ۴). حداکثر وحداقل کاهش طول ریشه به ترتیب با ۵/۶۹- ۹/۲۸- درصد کاهش در تیمارهای فاقد پتاسیم و فاقد نیتروژن مشاهده شد. بقیه تیمارها به ترتیب کاهشی معادل ۲۸/۶۵- و ۶۰/۵۶- و ۱۸/۵۶- و ۴۰۹/۵۰- برای همه عناصر، فاقد فسفر، همه عناصر میکرو فاقد آهن و فاقد آهن نشان دادند (شکل ۴).

حد اکثر افزایش وزن تر ریشه نسبت به شاهد در تیمار فاقد نیتروژن با ۲۷/۷۳ درصد افزایش وکمترین افزایش را تیمار همه عناصر با ۱۳/۱۳ در صد افزایش وبیشترین کاهش را به ترتیب تیمارهای همه عناصر با ۴۰/۲۲- و فاقد فسفر با ۲۶/۲۲- درصد نشان دادند (شکل ۵).

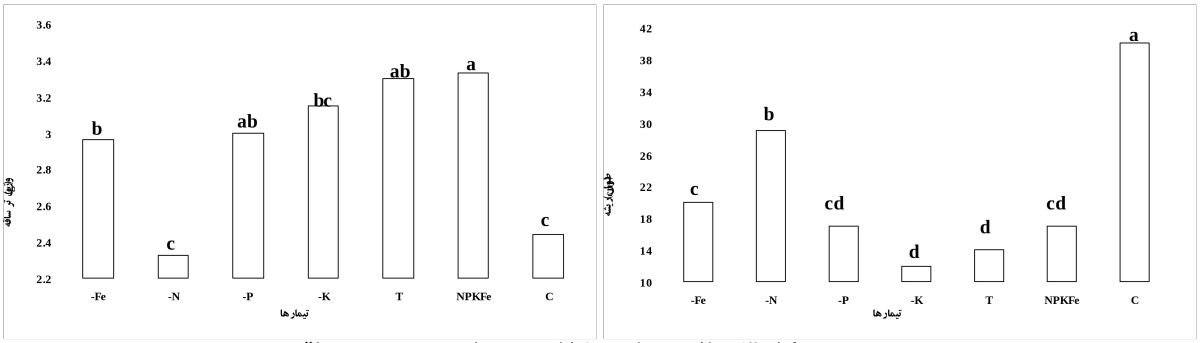
حداکثر افزایش وزن خشک ریشه در تیمار فاقد پتاسیم با ۱۵/۱۵ درصد و حداکثر کاهش در تیمار همه عناصر با ۶۰/۴۵- درصد کاهش نسبت مشاهده گردید (جدول ۲).

درصد رطوبت ریشه در کلیه تیمارها اختلاف معنی داری رابا یگدیگر نشان داد (جدول ۲)، به طوری که حداکثر افزایش با ۱۸ /۲۰ درصد با شاهد و اختلاف معنی دار در تیمار همه عناصر مشاهده گردید. تیمارهای همه عناصر میکروی فاقد آهن با ۵۵/۱۵- درصد کاهش و تیمار فاقد فسفر با ۴۷/۱۵- و فاقد پتاسیم با ۳۰/۱۳- درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده شدند(جدول ۲)



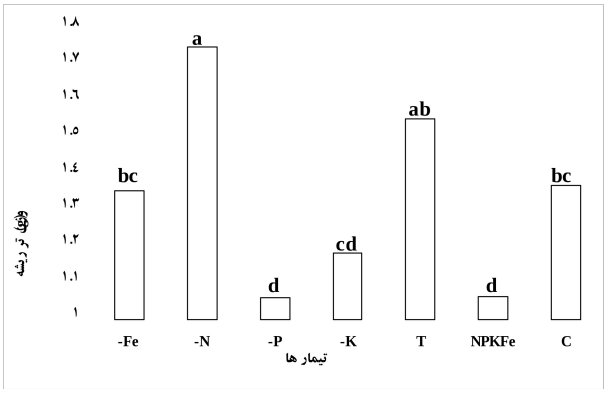
(g) شکل ۱- تاثیر عناصر غذایی مختلف بر وزن تر برگ

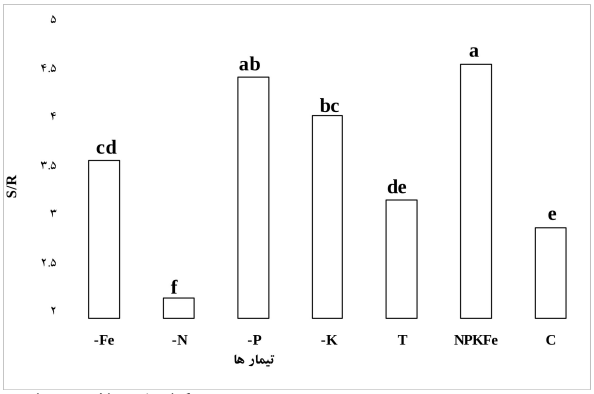
(cm) شکل ۲- تاثیر عناصر غذایی مختلف بر طول ساقه



(g) شکل ۳- تاثیر عناصر غذایی مختلف بر وزن تر ساقه

(cm)شکل۴- تاثیر عناصر غذایی مختلف بر طول ریشه





(g) شکل۵- تاثیر عناصر غذایی مختلف بر وزن تر ریشه

شکل۶- تاثیر عناصر غذایی مختلف بر نسبت اندام هوایی به اندام زمینی

بررسی نتایج تیمارهای آزمایشی برای نسبت وزن تر اندام هوایی به اندام زمینی اختلاف معنی دار نشان داد(شکل ۶). بیشترین افزایش در همه عناصر میکرو فاقد آهن با ۳۸/۵۷ درصد و کمترین افزایش را تیمار همه عناصر با ۷۵/۹ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان داد. فقط در تیمارفاقد نیتروژن کاهشی نسبت به شاهد معادل ۶۱/۲۴- درصد مشاهده گردید. سایر تیمار های عناصر غذایی به ترتیب از حد اکثر به حداقل شامل تیمارهای عناصر میکرو فاقد آهن، فاقد فسفر، فاقد پتاسیم، فاقد آهن وهمه عناصر با ۳۸/۵۷، ۸۸/۵۲، ۳۴/۳۹، ۶۶/۲۳ و ۷۵/۹ درصد افزایش شدند (شکل ۶).

جدول ۲ - تاثیر تیمارهای آزمایشی مختلف بر عملکرد واجزای عملکرد در گیاه لادن

نام تیمار	تعداد برگ	وزن خشک برگ(g)	رطوبت برگ (%)	سطح برگ(g)	تعداد ساقه
Fe-	a۱۲	ab۱۱/۰	ab۸۵/۹۳	a۳۳/۳۳	b۲
N-	a ۶۷/۱۰	b۸۳/۰	a۳۰/۹۴	a۲۹/۳۲	a ۵
P-	a ۳۳/۹	a۱۴/۰	ab۸۵/۹۱	a۱۴/۳۹	ab۳
K-	a ۶۷/۹	a۱۴/۰	b۵۶/۹۱	a۰۵/۳۸	ab۴
همه عناصر	a ۳۳/۱۱	ab۱۰/۰	ab۶۷/۹۳	a۳۱/۳۷	ab۴
عناصر میکرو فاقد آهن	a ۶۷/۹	ab۱۳/۰	b۴۱/۹۱	a۲۲/۳۴	ab۴
شاهد (آب)	a ۱۰	ab۰۹۳/۰	۵۸/۹۳ ab	a۵۸/۳۱	a۵

ادامه جدول ۲ - تاثیر تیمارهای آزمایشی مختلف بر عملکرد واجزای عملکرد در گیاه لادن

نام تیمار	وزن خشک ساقه(g)	رطوبت ساقه(%)	وزن خشک ریشه(g)	رطوبت ریشه(%)
Fe-	bcd۲۱/۰	ab۸۸/۹۲	c۳۵۶/۰	b۳۹/۷۳
N-	ab۲۸/۰	c۷۳/۸۷	abc۴۱۰/۰	b۲۷/۷۶
P-	cd۲۰/۰	a۲۲/۹۳	ab۴۱۳/۰	c۹۲/۶۰
K-	abc۲۸/۰	ab۰۳/۹۱	a۴۳۶/۰	c۴۸/۶۲
همه عناصر	a۳۲/۰	bc۲۴/۹۰	d۲۰۶/۰	a۶۲/۸۶
عناصر میکرو فاقد آهن	bcd۲۲/۰	a۱۱/۹۳	abc۴۱۰/۰	c۸۶/۶۰
شاهد (آب)	d۱۸/۰	ab۷۶/۹۲	bc۳۸۰/۰	b۰۷/۷۲

بحث

تعداد برگ در تیمارهای فاقد فسفر و پتاسیم کاهش داشت. سطح برگ، تعداد برگ و توسعه برگ در شرایط تنش فسفر کاهش می یابد (کامکار و همکاران، ۱۳۹۰). مصرف کود نانو پتاسیم باعث افزایش تعداد برگ در غلظت ۳/۰ درصد و طول ریشه و اندام هوایی در غلظت ۱۵/۰ درصد گردید (توان و همکاران،۱۳۹۳). مصرف عناصر غذایی باعث افزایش وزن تر برگ در تمامی تیمارهای آزمایش نسبت به شاهد گردید که بیانگر تاثیر عناصر غذایی بر توسعه و عملکرد گیاه می باشد. همچنین، بیشترین مقدار وزن تر برگ در

تیمارهای فاقد آهن و فاقد فسفر نشان دهنده تاثیر عنصر آهن بر فعالیت ها و چرخه های متابولیک در گیاه و تاثیر فسفر بر ریشه زایی گیاه و نه افزایش وزن تر اندام هوایی می باشد. تامین مقدار کافی آهن در محلول غذایی اغلب گیاهان به توسعه سیستم ریشه ای کمک می نماید (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۴).

وزن خشک برگ تاییدی بر نقش عنصر نیتروژن در رشد رویشی و ترد و آبدار شدن گیاه می باشد. نتایج آزمایش همچنین نشان می دهد که عناصر میکرو در چرخه های متابولیک گیاه فعالتر بوده و نقش کمتری در ساختار سلولی و جذب آب توسط گیاه دارند.

تعداد ساقه و برگ در تیمار فاقد نیتروژن حداکثر بود که بیانگر نقش موثر نیتروژن در تشکیل ساختار و اندام گیاهی می باشد(خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۴). نتایج آزمایش نشان داد مصرف عناصر مختلف باعث کاهش طول ساقه و افزایش سایر صفات اجزای عملکرد گردید (شکل و جدول ۲). مصرف عناصر غذایی همچنین باعث افزایش وزن ساقه (تر و خشک) در تیمارها نسبت به مصرف شاهد گردید.

در مجموع بیشترین تاثیر فقدان عناصر غذایی (شاهد) در برگ و ساقه گیاه لادن بر وزن تر و خشک و شاخص سطح برگ آن مشاهده گردید بدین معنا که کمبود عناصر غذایی باعث کاهش رشد و توسعه این اندام ها شد. کمبود نیتروژن بر رشد و توسعه طولی، درصد رطوبت ساقه و نسبت وزن اندام هوایی به ریشه (R/S) بسیار اثر گذار بود. حداکثر این نسبت در تیمار عناصر میکرو مشاهده شد که مشابه نتایج محققان بود (اندرو و همکاران، ۱۹۹۹). در حالیکه حداکثر رشد و گسترش ریشه در مجاورت همه عناصر مشاهده شد.

منابع

پایگاه اطلاع رسانی گل و گیاه، باغبانی و فضای سبز. آدرس الکترونیکی http://nargil.ir/plant/houseplants.aspx?pid=۴۱۰

توان، ط.، نیاکان، م. و ع. نوری نیا. ۱۳۹۳. اثر کود نانو پتاسیم بر فاکتورهای رشد، سیستم فتوسنتزی و میزان پروتئین گیاه گندم (*Triticum aestivum* L) رقم N۸۰۱۹. پژوهش های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران (پژوهش های علوم گیاهی). ۹(۳). ۶۱-۷۱.

خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۴. تغذیه معدنی گیاهان عالی. (جلد اول). انتشارات دانشگاه شیراز. ۴۹۵ ص.

کامکار، ب.، صفاهانی لنگرودی، ع. و ر. محمدی. ۱۳۹۰. کاربرد مواد معدنی در تغذیه گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۰ ص.

Andre s, M., Sprent, J.I., Raven, J.A. and P.E. Eady. ۱۹۹۹. Relationships between shoot to root ratio, growth and leaf solouble protein concentration of *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris* and *Triticum aestivum* under different nutrient deficiencies. Plant, Cell and Environment. ۲۲: ۹۴۹-۹۵۸.

Bloem, E., Haneklaus, S. and E. Schnug. ۲۰۰۷. Comparative effects of sulfur and nitrogen fertilization and post-harvest processing parameters on the glu cotropaeolin content of *Tropaeolum majus* L. Journal of Science Food and Agriculture. ۸۷: ۱۵۷۶-۱۵۸۵.

Haneklaus, S., Bloem, E., Hayfa, S. and E., Schnug. ۲۰۰۵. Influence of elemental sulphur and nitrogen fertilization on the concentration of essential micro-nutrients and heavy metals in *Tropaeolum majus* L. Recent advances in Agricultural chemistry. ۲۸۶: ۲۵-۳۵.

Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebaaerova, J., and J. Vabkova. ۲۰۱۲. Edible flowers - A new promising source of mineral elements in human nutrition. Molecules. ۱۷:۶۶۷۲-۶۶۸۳.

Schutte, K. ۱۹۵۹. Micro-Nutrient deficiency and transpiration in *Tropaeolum majus* L. Journal of Experimental Botany. ۱۰(۳۰): ۴۴۳-۴۴۷.

Abstract

Tropaeolum majus L. is an ornamental plant and it has medical properties. In this study the effect of different nutrient solutions on yield and growth parameters of the *Tropaeolum majus* L. was evaluated in a greenhouse condition. The treatments included without iron (-Fe), without nitrogen (-N), without phosphorous (-P), without potassium (-K), containing all nutrients (T), all micro nutrients without iron (Micro-Fe) and control (distilled water) (C) respectively. The results of experiments showed that leaf wet weight increased in all treatments compare to control. Stem wet weight decreased in no nitrogen treatment and it increased in the other treatments. Root wet weight decreased in no iron and no phosphorous treatments and increased in the other treatments compare to control. Root and stem length declined in the all treatments than to control. Shoot: root ratio only decreased in no nitrogen treatment and it showed an increase in all treats compare to control. Balance of nutrients play an important role in the growth of all plants, including *Tropaeolum majus* L. and deficiency of each nutrient can be a function in the plant growth reduction.

بررسی رژیم آبیاری و تاریخ کاشت مناسب پنبه در استان مازندران

رمضانعلی دهقان [۱]، مهرداد شهابیان [۱] ، امید قاسمی [۱]
۱-عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

چکیده
تحقیق حاضر به منظور بررسی تاثیر اثر متقابل تاریخ کاشت و میزان آبیاری بر روی صفات و عملکرد پنبه در در ایستگاه تحقیقات زراعی بابلسر انجام گرفت. آزمایش درقالب کرت های دو بار خرد شده (اسپلیت - اسپلیت پلات) بر روی ارقام ساحل و سای اکرا در سه تکرار با سه تاریخ کاشت به فاصله ۱۵ روز از همدیگر و با تاریخ کاشت اول ابتدای اردیبهشت به عنوان عامل اصلی و با سه سطح بدون آبیاری،آبیاری در مرحله ۵۰ و ۸۰ درصد تخلیه رطوبت خاك به عنوان عامل فرعی و ارقام ساحل و سای اکرا به عنوان عامل فرعی فرعی اجرا شد. تجزیه واریانس مرکب نشان دهنده اختلاف معنی دار عملکرد درتاریخ کاشتهای مختلف وهمچنین تفاوت بسیارمعنی داری بین سطوح آبیاری مختلف بوده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمار آبیاری در ۵۰% و ۸۰% تخلیه رطوبتی خاك و به ترتیب بامیانگین عملکرد ۶/۷۳۸ و ۴/۶۳۵ کیلوگرم درهکتار دریك کلاس و تیمار بدون آبیاری با عملکرد ۲/۴۶۷ کیلوگرم درهکتار در کلاس بعدی قرار گرفت. در میان سه تیمار مختلف آبیاری، تیمار آبیاری در ۵۰% تخلیه رطوبتی خاك عملکرد بالاتری نسبت به دو تیمار دیگر نشان داد که این مساله نشان می‌دهد تیمارهای ۸۰% تخلیه رطوبتی خاك و بدون آبیاری باعث تنش رطوبتی در گیاه پنبه شده و عملکرد آنرا کاهش می‌دهد.

واژه های کلیدی: آبیاری، پنبه، تاریخ کاشت،عملکرد

مقدمه
با توجه به اهمیت مدیریت آبیاری در افزایش عملکرد محصولات و نیز با توجه به این واقعیت که بخش کشاورزی حدود ۵/۹۳ درصد از کل آب استحصال شده را مصرف می‌کند، می‌توان گفت که به منظور هر گونه تلاش برای بهینه سازی مدیریت مصرف آب در کشور، لازم است به این بخش توجه جدی به عمل آید. بنابراین در آینده باید کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی هر چه بیشتر مورد توجه قرار گیرد(کشاورز و صادقزاده،۱۳۷۹). البته این کاهش مصرف باید به نحوی صورت گیرد که موجب کاهش تولید محصولات نشود. میزان عملکرد پنبه رابطه نزدیکی با مقدار آب دریافتی دارد. بیشترین محصول موقعی به دست می‌آید که گیاه در تمام مراحل رشد تحت تنش شدید قرار نگیرد. تنش رطوبتی موجب محدودیت رشد رویشی و تحریك گلدهی و زودرسی پنبه می‌گردد. در این میان تعادلی بین بین رشد رویشی و تعداد گل برای حصول به حداکثر عملکرد ممکنه لازم است. حفظ رطوبت خاك در حد مناسب در برقراری این تعادل اهمیت زیادی دارد، از طرف دیگر از مصرف بیش از حد آب نیز باید پرهیز کرد. آب اضافی باعث می‌شود به‌جای تولید غنچه‌های گل، رشد سبزینه‌ای گیاه افزایش یابد،زمینه برای رشد آفات و حشرات فراهم گردد، تهویه خاك به خوبی صورت نگیرد و در جذب مواد غذایی از طریق ریشه اختلال به وجود آید(Hearn and Constible, ۱۹۸۴). گزارشهای فائو نشان می‌دهد که در زمان کاشت برای جوانه زدن و استقرار گیاه باید رطوبت کافی در خاك موجود باشد و در دوران رشد رویشی پنبه رطوبت محیط ریشه نباید کمتر از ۵۰ درصد باشد تا سبب محدودیت رشد رویشی نگردد.رطوبت بیش از حد نیز رشد رویشی راسبب شده که خود باعث تاخیر در گلدهی، ریزش غوزه‌ها و کاهش محصول می‌گردد(آذری، ۱۳۷۰). پنبه به رژیم رطوبتی که در آن پرورش می‌یابد عکس‌العمل نشان می‌دهد. عکس‌العمل پنبه به آبیاری دیرهنگام در اوایل فصل رشد نسبت به آبیاری زودهنگام موجب کاهش ارتفاع، برگهای کوچکتر و تنش رطوبتی ملایمتر گیاه در شرایط مشابه رطوبتی در ماحل بعدی رشد میگردد(صالحی، ۱۳۶۹).

آذری (۱۳۷۰) در بررسی میزان آب مورد نیاز پنبه در منطقه گرگان وگنبد سه تیمار آبیاری در ۴۰ ، ۶۰ و ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاك را مورد آزمایش قرار داد و گزارش کرد که حداثر عملکرد در تیمار آبیاری ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی حاصل شده است. اسلامی و نعمتی (۱۳۸۴) طی آزمایشی اثر مقادیر مختلف کود ازته و پتاسیمی و زمانهای مختلف آبیاری بر روی پنبه رقم ساحل را مورد بررسی قرار دارند آنها بدین منظور سه تیمار آبیاری در سطوح ۴۰ ، ۶۰ و ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاك را مورد استفاده قرار دادند . آنها اعلام کردند که بین تیمارهای متفاوت آبیاری اختلاف معنی دار وجود دارد. تیمار آبیاری زمانیکه ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده در خاك مصرف گردیده بیشترین عملکرد و تیمار آبیاری زمانیکه ۶۰ درصد رطوبت قابل استفاده در خاك مصرف گردیده کمترین عملکرد را داشته است.

روشهای صحیح مدیریت زراعی برای استفاده حداکثر از ظرفیت زراعی برای تولید گیاهان امری بسیار مهم بوده و تعیین مناسب‌ترین زمان کاشت یکی از عوامل مهم در تصمیم‌گیریهای زراعی به منظور دستیابی به عملکردهای بالا همراه با کیفیت مناسب استبرای رشد پنبه درجه حرارت مناسب خاك در عمق ۲۰ سانتی‌متری برای ۳ تا ۵ روز متوالی ۱۸ درجه سانتی گراد یا بیشتراست.در این دما جوانه زدن و ظهور گیاهچه در سطح خاك حدود ۱۰۰ ساعت طول می‌کشد. کشت زود هنگام با تاخیر در زمان

ظهر گیاهچه، موجب قرار گرفتن طولانی گیاهچه در معرض خطر بیماریهای خاکزی می‌گردد. کشت دیرهنگام موجب از دست رفتن دوره رشد و در نتیجه کاهش عملکرد می‌گردد. زراعت پنبه به حدود ۱۶۰ روز با درجه حرارت بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد نیازمند است و با کاهش دوران رشد عملکرد به شدت کاهش می‌یابد(خادم حمزه و کریمی ۱۳۷۳).

در مطالعاتی که در منطقه کارولینای شمالی جهت بررسی عکس‌العمل پنبه به سه تاریخ کاشت (زود - متوسط - دیر) به ترتیب از پنجم ماه مه (۱۵ اردیبهشت) تا پایان همان ماه انجام گرفت، میانگین عملکردهای تاریخ کاشت متوسط و دیر در چهار منطقه به ترتیب ۳۱ تا ۵۰ درصد کاهش یافت(گاسری ۱۹۹۱). اکرم‌قادری و همکاران(۱۳۸۰) اعلام کردند با تاخیر در کاشت تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و وزن صددانه به صورت خطی کاهش می‌یابد که شیب کاهش تعداد غوزه در بوته بیشتر از دو صفت دیگر بود که این امر نشان می‌دهد تعداد غوزه بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد پنبه دارد.

با توجه تاثیر میزان آبیاری و تاریخ کاشت بر روی عملکرد پنبه، تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات متقابل میزان آبیاری و تاریخ کاشت بر روی عملکرد پنبه در استان مازندران انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در در ایستگاه تحقیقات زراعی بابلکلا که درعرض ۴۲/۳۶ درجه شمالی و طول ۳/۵۳ درجه شرقی و ارتفاع ۴+ از سطح دریا واقع شده، انجام گردید. اقلیم منطقه نیمه مرطوب و متوسط بارندگی سالیانه ۶۱۰ میلی متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۷ درجه سانتی گراد و متوسط رطوبت نسبی آن ۷۰ درصد می باشد. به منظور بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت و میزان آبیاری آزمایشی درقالب کرت های دو بار خرد شده (اسپلیت - اسپلیت پلات) بر روی ارقام ساحل و سای اکرا در سه تکرار با سه تاریخ کاشت به فاصله ۱۵ روز از همدیگر و با تاریخ کاشت اول اردیبهشت به عنوان عامل اصلی (A۱,A۲,A۳) و با سه سطح بدون آبیاری،آبیاری در مرحله ۵۰ و ۸۰ درصدتخلیه رطوبت خاك به عنوان عامل فرعی (B۱,B۲,B۳) و ارقام ساحل و سای اکرا به عنوان عامل فرعی فرعی (C۱,C۲) اجرا شد. در طول مراحل رشد و نمو و عملیات وجین ، تنك ، آبیاری ، مبارزه با کرم قوزه و شته پنبه انجام و یادداشت برداری های خصوصیات عملکرد، درصد تعداد بوته های بارده، ارتفاع، تعداد قوزه در بوته، تعداد شاخه رویا، تعداد شاخه زایا، طول شاخه زایای پنجم، طول بلندترین شاخه رویا، تعداد گره اولین شاخه زایا با کنار گذاشتن دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای ردیفها انجام و مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس آزمایش به روش RCBD انجام و میانگین‌ها به روش دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین عملکرد مربوط به اثرات متقابل تاریخ کاشت، میزان آبیاری و ارقام پنبه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ - مقایسه میانگین عملکرد مربوط به اثرات متقابل تاریخ کاشت، میزان آبیاری و ارقام پنبه

گروه بندی	عملکرد چین اول (کیلوگرم در هکتار)	تیمار مورد بررسی
A	۰/۱۰۴۸	A۱B۲C۲
AB	۰/۹۵۴	A۲B۲C۱
ABC	۳/۸۹۸	A۳B۲C۲
ABCD	۷/۸۵۱	A۲B۲C۲
ABCDE	۳/۸۱۸	A۲B۳C۱
BCDEF	۳/۷۴۳	A۳B۲C۱
BCDEFG	۰/۶۹۵	A۲B۳C۲
CDEFGH	۳/۶۵۸	A۱B۳C۲
DEFGH	۳/۶۱۸	A۳B۳C۲
DEFGH	۷/۶۱۱	A۱B۲C۱
EFGH	۳/۵۵۸	A۱B۱C۱
FGHI	۷/۸۴۶	A۱B۳C۱
GHI	۰/۴۷۰	A۲B۱C۲
GHI	۰/۴۳۵	A۱B۱C۲
HIJ	۷/۴۱۱	A۳B۱C۲

A۱B۱C۱	۷/۴۰۱	HIJ
A۳B۱C۱	۵/۲۲۷	IJ
A۳B۳C۱	۳/۱۶۸	J

تجزیه واریانس داده‌های حاصل نشان داد که اثر عامل آبیاری بر روی صفات ارتفاع ، طول بلند ترین شاخه رویا وعملکرد معنی دار است ولی بر روی صفات درصد سبز، ظهور ۳۰درصد گلدهی، تعداد بوته های بارده، متوسط تعداد شاخه های زایا،تعداد شاخه رویا، تعداد گره زایا، طول شاخه زایا پنجم، متوسط قوزه معنی دار نبود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمار آبیاری در ۵۰% و ۸۰% تخلیه رطوبتی خاك و به ترتیب بامیانگین عملکرد ۶/۷۳۸ و ۴/۶۳۵ کیلوگرم درهکتار دریك کلاس و تیمار بدون آبیاری با عملکرد ۲/۴۶۷ کیلوگرم درهکتار در کلاس بعدی قرار گرفت. تیمار 2C2B1A یعنی رقم سای آکرا در تاریخ کاشت ابتدای اردیبهشت و با آبیاری در محدوده ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاك بیشترین عملکرد را نشان داد.در میان سه تیمار مختلف آبیاری، تیمار آبیاری در ۵۰% تخلیه رطوبتی خاك عملکرد بالاتری نسبت به دو تیمار دیگر نشان داد که این مساله نشان می‌دهد تیمارهای ۸۰% تخلیه رطوبتی خاك و بدون آبیاری باعث تنش رطوبتی در گیاه پنبه شده و عملکرد آنرا کاهش می‌دهد. بنابراین پیشنهاد می‌شود با توجه به شرایط اقلیمی مناطق تحت کشت پنبه در مازندران، در محدوده ۵۰% تخلیه رطوبتی خاك جهت جلوگیری از کاهش عملکرد، آبیاری صورت پذیرد و تاریخ کاشت مناسب پنبه نیز ابتدای اردیبهشت ماه می باشد.

منابع

آذری ، ح . ۱۳۷۰ . گزارش نهایی بررسی و تعیین آب مورد نیاز پنبه در منطقه گرگان وگنبد. بخش تحقیقات خاك و آب مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان.

اسلامی گمش تپه، ك. و نعمتی، م. ۱۳۸۴ . اثر مقادیر مختلف کود ازته و پتاسیمی و زمانهای مختلف آبیاری بر روی پنبه رقم ساحل. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاك ایران. تهران.

اکرم‌قادری، ف. ن. لطیفی و ج. رضایی. ۱۳۸۱ . تاثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم پنبه در گرگان.مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال نهم. شماره دوم. ۹۳-۸۱.

خادم حمزه، ح و م. کریمی .۱۳۷۳. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در منطقه اصفهان. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.صفحه ۴۸۰.

صالحی، م. ۱۳۶۹ . مدیریت آبیاری در زراعت پنبه. سازمان پنبه ودانه های روغنی ایران.

کشاورز، ع. ك، صادق زاده. ۱۳۷۹. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

Guthrie, D. S. ۱۹۹۶ . Cotton response to starter fertilizer placement and plating date.Agron. J. ۸۳:۸۳۶-۸۳۹.

Hearn A. B. and G. A. Constible. ۱۹۸۴. Irrigation for cotton in a sub-humid environment. VII. Evaluation of irrigation strategic for cotton. Irrigation Science. ۵:۷۵-۹۴.

Abstract

In order to evaluate the effect of interaction between planting date and irrigation on yield and quality of cotton, this research done in Baykola agricultural research station. The research form was split plots (split - split), on the varieties Sahel and Siokra in three replication with three planting dates within ۱۵ days of each other and the first planting date April as the main factor and three levels without irrigation, irrigation at ۵۰ and ۸۰% SWD as sub-factor, and Sahel and Siokra varieties as sub-sub factor. Combined analysis of variance showed a significant difference between the different sowing date, as well as differences between levels of irrigation. The results showed that the treatments ۵۰% and ۸۰% SWD, with an average yield of ۷۳۸.۶ and ۶۳۵.۴ kg per hectare respectively, were in a level, and the treatment no irrigation with ۴۶۷.۲ kg per hectare was in the lower level. Among the three treatments of irrigation, irrigation at ۵۰% SWD showed higher performance than the other two treatments, that this shows that treatment with ۸۰% SWD and no irrigation treatment, causing water stress in cotton plant and so decreases the cotton yield.

بررسی پالایش فلزات سنگین کادمیوم و سرب از پساب های شهری و صنعتی با گیاه آبزی Potamogeton berchtoldii

ساناز عباسی [۱]، مصطفی چرم [۲]، نعیمه عنایتی ضمیر [۳]، حسین معتمدی [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز ، ۲- دانشیار شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه شهید چمران اهواز ، ۳- استادیار بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک دانشگاه شهید چمران اهواز ۴- دانشیار میکروبیولوژی گروه زیست دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
فلزات سنگین در بیشتر نقاط دنیا در فرم‌های فیزیکی و شیمیایی گوناگون و در غلظت‌های متفاوت به عنوان آلاینده محیط زیست، از طریق تخلیه‌ی پساب‌های متعدد ازجمله پساب‌های شهری و صنعتی، وارد محیط می‌گردند. امروزه استفاده از روش‌های بیولوژیکی در تصفیه و حذف فلزات سنگین از پساب‌ها مورد توجه زیادی قرار گرفته است. در این پژوهش حذف فلزات سنگین در محیط پساب انجام شد. به منظور اثر تیمارها در پالایش، گیاه Potamogeton berchtoldii به مدت ۱ هفته در پساب‌ها بررسی شدند. وزن تر و خشک گیاهان و درصد جذب کادمیوم و سرب توسط باکتری‌ها و گیاه بدست آمد. نتایج نشان داد میزان جذب کادمیوم و سرب توسط باکتری‌ها و گیاه Potamogeton berchtoldii تحت تأثیر زمان واکنش افزایش داشت. درصد حذف کادمیوم و سرب برای تیمار گیاه ۶۵/۷۴ و ۷۴/۷۰ درصد بود. نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد که پالایش گیاه در یک محیط کاملاً طبیعی می‌تواند موفق عمل کند و این عمل در سطح وسیع می‌تواند قابل بهره‌برداری باشد.
کلمات کلیدی: کادمیوم، سرب، Potamogeton berchtoldii

مقدمه
در قرن اخیر رشد جمعیت، بزرگ شدن شهرها، تولیدات صنعتی و کشاورزی و مصرف مواد شیمیایی گوناگون باعث شده که کره زمین بیش از هر زمان دیگری در معرض آلودگی قرار بگیرد. ورود مواد آلاینده به آب‌ها و تجمع آن‌ها در آبزیان به واسطه خطراتی که برای انسان و دیگر موجودات ایجاد می‌کنند، بخش مهمی از آلودگی محیط زیست را شامل می‌شوند. آلودگی ناشی از یون‌های فلزات سنگین که روز به روز با پیشرفت صنعت بر مقدار و انتشار آن افزوده می‌شود، از مهم‌ترین و خطرناک‌ترین آلوده‌سازهای زیست محیطی محسوب می‌شود (عرفان منش، ۱۳۸۷)
دکتر رضا مرندی با اشاره به ویژگی‌های گیاهان آبزی می‌گوید: «گیاهان از آن‌جا که می‌توانند در سطح وسیعی رشد کرده و با هزینه کمتری نسبت به سایر روش‌های تصفیه بیولوژیکی، فلزات سمّی را جذب کنند و بر عکس سیستم‌های مصنوعی ضرری برای محیط زیست ندارند، بسیار مقرون به صرفه هستند و تنها باید محدودیت‌ها و استانداردهای استفاده از این روش از جمله مراقبت و رسیدگی به گیاهان و دفع بقایای گیاهی حاوی مواد سمی پس از استفاده در سیستم تصفیه مورد توجه قرار بگیرند.

مواد و روش ها
نمونه برداری از پساب شهری و صنعتی: جهت انجام آزمایشات اولیه و بررسی میزان آلودگی پساب‌ها از نظر میزان فلزات سنگین کادمیوم و سرب، پساب شهری از تصفیه خانه غرب اهواز و همچنین پساب خروجی از زیر پل پنچم و پساب صنعتی از کارخانه فولاد خوزستان در ظروف استریل و در کنار یخ برداشت شد و به آزمایشگاه منتقل شد. میزان فلزات سنگین کادمیوم و سرب آن‌ها با افزودن چند قطره اسید نیتریک یک به یک بر اساس روش استاندارد برای آزمایش آب و پساب اندازه گرفته شد (سازمان سلامت عمومی امریکا[۱۶۶]، ۲۰۰۲).
نمونه برداری گیاه:
نمونه‌های گیاه Potamogeton berchtoldii از کانال‌های آبیاری مزرعه کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران برداشت شد و به آزمایشگاه خاک شناسی انتقال یافت. گیاهان شستشو داده شدند و جلبک‌ها و حلزون‌ها و حشرات از آن جدا شد و برای سازگار شدن با محیط به مدت یک هفته در آب شهر و محلول غذایی قرار گرفت.
هوادهی توسط ۲ پمپ آکواریوم با سه خروجی و توان متوسط به کمک لوله‌ها و اتصالات و شیرهای هوادهی آکواریومی برای رشد مناسب گیاهان تأمین شد. مقدار هوادهی برای هر دو گونه‌ی گیاهی یکسان با شدت ۸ سانتی مترمکعب بر ثانیه برای هر ظرف هر روز انجام شد (محیط، ۱۳۹۰)
کشت گیاه در پساب شهری و صنعتی: کشت گیاه Potamogeton berchtoldii در ظروف پلاستیکی شفاف حاوی ۳۰۰ میلی‌لیتر پساب شهری و ۳۰ میلی‌لیتر محلول غذایی انجام شد. غنی‌سازی پساب شهری با استفاده از فلزات سنگین کادمیوم و سرب به ترتیب در غلظت‌های ۲۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر انجام شد. مقدار ۱۰ گرم از گیاه Potamogeton berchtoldii با آب مقطر شسته و تکان داده شد تا آب آن خارج شود، به مدت یک هفته در ظروف کشت جهت پالایش قرار گرفت. همین کار برای پساب صنعتی نیز انجام شد. تیمار گیاه و شاهد بدون گیاه با سه تکرار انجام شد و شاهد بدون گیاه نیز با ۳ تکرار انجام شد. شاهد:

۱۶۶. USEPA

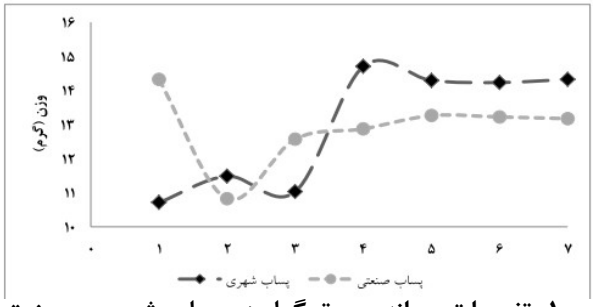
پساب‌های شهری و صنعتی غنی سازی شده با فلزات سنگین کادمیوم و سرب به ترتیب با غلظت ۲۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به همراه محلول غذایی و بدون اضافه کردن گیاه قرار داده شد.

آزمایش‌های آب و پساب: پس از انجام نمونه‌برداری و صاف کردن اولیه‌ی پساب‌های شهری و صنعتی، نمونه‌ها با اسید نیتریک (HNO_3) تثبیت شدند و فلزات سنگین کادمیوم و سرب، با دستگاه جذب اتمی (مدل Analytic Jena Vario 6 _ SavantAA) بر اساس روش استاندارد برای آزمایش آب و پساب سازمان سلامت عمومی امریکا اندازه گرفته شد (میشرا و تریپاتی، ۲۰۰۸). لازم به توضیح است که حد تشخیص دستگاه جذب اتمی برای کادمیوم ۹ میکروگرم بر لیتر و برای سرب ۶۰ میکروگرم بر لیتر بود.

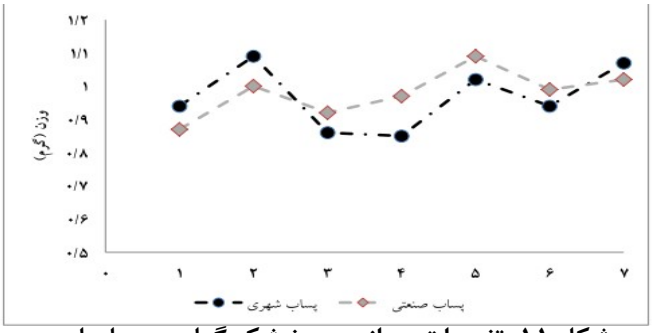
نتایج و بحث

پالایش پساب توسط گیاه Potamogeton berchtoldii

گیاه Potamogeton berchtoldii به مدت یک هفته جهت پالایش در پساب‌های شهری و صنعتی قرار گرفت. تفاوت معنی‌داری بین وزن خشک و تر گیاه در پساب شهری و صنعتی مشاهده شد. در اشکال (۱ و ۲) با افزایش روزهای ماندن گیاه در پساب‌ها وزن افزایش یافت و این نشان از رشد و زنده ماندن گیاه در پساب است. وزن گیاه در پساب شهری بیشتر از پساب صنعتی بود که علت این امر ممکن است به این دلیل باشد که گیاه از جوی‌هایی که در آن پساب شهری جریان داشت برداشت شده و در منطقه بومی خود رشد بهتری خواهد داشت. میانگین وزن تر و خشک گیاه در پساب شهری به ترتیب ۳/۱۴ و ۰۷/۱ گرم و در پساب صنعتی ۱/۱۳ و ۲۶/۱ گرم بود.



.شکل ۱۰: تغییرات روزانه وزن تر گیاه در پساب شهری و صنعتی

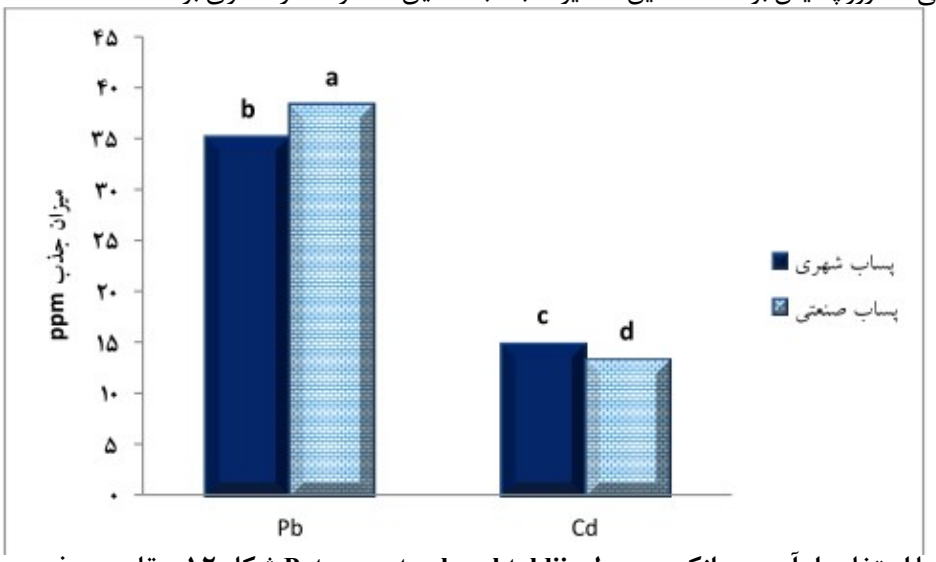


شکل ۱۱: تغییرات روزانه وزن خشک گیاه در پسابها

نتایج مربوط به جذب فلزات سنگین توسط گیاه Potamogeton berchtoldii در شکل (۳) ارائه شده است. مشاهده می‌گردد که جذب سرب و کادمیوم توسط گیاه در پساب صنعتی تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد با پساب شهری دارد. علیرغم رشد بهتر گیاه در پساب شهری بیشتر بود، اما میزان جذب فلزات سنگین کادمیوم و سرب در پساب صنعتی بیشتر از پساب شهری به دست آمده است. درصد جذب کادمیوم و سرب در پساب شهری به ترتیب ۷۵ درصد و ۷۰ درصد و برای پساب صنعتی ۶۶ درصد و ۷۶ درصد بود. غلظت سرب گزارش شده در خزه (Lemna minor L.) ۶۳/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم سرب در طی ۸ روز حذف به دست آمده است (زاید و همکاران[۱۶۷]، ۱۹۹۸). لئو و همکاران[۱۶۸] (۲۰۰۷) بازه‌ی حذف سرب را ۸۹/۴ برای ((Phragmites communis Trin. و ۱۴۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برای ((Monochoria vaginalis (Burm. f. در طی ۶۰ روز گزارش کردند. میرتزکی و همکاران[۱۶۹] (۲۰۱۰) گزارش کردند که بیشینه‌ی جذب سرب از ۲۲۷ و ۷۸ میلی‌گرم در Pistia stratiotes و Spirodela پس از ۱۵ روز به ترتیب ۴/۰ و ۱ میلی گرم در لیتر بود. همچنین در مورد میزان جذب کادمیوم در منابع مختلف مقادیر متفاوتی گزارش شده

[۱۶۷] . zayed et al
[۱۶۸] .Liu et al
[۱۶۹] . Miretzky et al

است. میشرا و تیریپاتی[۱۷۰] (۲۰۰۸) بیش‌ترین مقدار جذب کادمیوم را در سه گیاه آبزی Eichhornia crassipes و ۳۹/۰ Spirodela polyrhiza. L و ۲۵/۰ و ۳۱/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک در طی ۱۵ روز گزارش کردند. سیواسی[۱۷۱] (۲۰۰۴) گزارش کرد بیش‌ترین میزان جذب کادمیوم به ترتیب ۸۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک در گیاه Myriophyllum spicatum L و Myriophyllum triphyllum بود. لئو و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که بیش‌ترین میزان جذب کادمیوم ۹۸/۴ برای Potamogeton communis Trin.L و ۳/۳۶ گرم بر کیلوگرم وزن خشک برای Monochoria. vaginalis در طی ۶۰ روز پالایش بوده است. این مقادیر نسبت به تحقیق حاضر مقدار کمتری بود.



با استفاده از آزمون دانکن در سطح Potamogeton berchtoldii شکل ۱۲: مقایسه جذب سرب و کادمیوم توسط گیاه احتمال ۱ درصد.

میزان جذب کادمیوم و سرب به ترتیب ۹/۱۴ و ۲/۳۵ برای پساب شهری و ۳/۱۳ و ۳/۳۸ میلی گرم بر لیتر در پساب صنعتی بود. درصد جذب سرب و کادمیوم توسط گیاه در پساب شهری با پساب صنعتی تفاوت معنی‌دار داشت. درصد جذب کادمیوم در پساب شهری بیشتر از پساب صنعتی بود اما این درصد برای سرب در پساب صنعتی میزان بیشتری را نسبت به پساب شهری داشت.

نتیجه گیری

در تیمار گیاه وزن گیاه در پساب شهری بیشتر از پساب صنعتی بود که علت این امر احتمالاً به این دلیل است که گیاه از جوی‌هایی که در آن پساب شهری جریان داشت برداشت‌شده و در منطقه بومی خود رشد بهتری داشته است. تغییرات روزانه وزن گیاه در پساب شهری و صنعتی با افزایش روزهای ماند گیاه در پساب افزایش یافت. میانگین وزن تر و خشک گیاه در پساب شهری ۳/۱۴ و ۰۷/۱ گرم بود و میانگین وزن تر و خشک گیاه در پساب صنعتی ۱/۱۳ و ۲۶/۱ گرم بدست آمد. نتایج تجزیه واریانس وزن تر و خشک گیاه در تیمار برهمکنش گیاه و باکتری در پساب شهری و صنعتی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید. وزن تر و خشک در پساب صنعتی بیشتر از پساب شهری بود. میانگین وزن تر و خشک گیاه در پساب شهری ۱/۱۴ و ۸۶/۰ گرم و میانگین وزن تر و خشک در پساب صنعتی ۲۷/۱۵ و ۹۴/۰ گرم بود. نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد که پالایش گیاه در یک محیط کاملاً طبیعی می‌تواند موفق عمل کند و این عمل در سطح وسیع می‌تواند قابل بهره‌برداری باشد. ازین پساب ها می توان برای آبیاری زمین های کشاورزی استفاده نمود.

منابع

عرفان منش، م. ۱۳۸۵. آلودگی محیط زیست (آب، خاک و هوا). چاپ چهارم، انتشارات ارکان اصفهان.
محیط، بابک. ۱۳۹۰. آزمایش‌های آب و پساب. چاپ اول، انتشارات شهر آب.
Liu, J., Dong, Y., Xu, H., Wang, D., Xu, J., ۲۰۰۷. Accumulation of Cd, Pb and Zn by ۱۹ wetland plant species in constructed wetland. J. Hazard. Mater. ۱۴۷ (۳), ۹۴۷-۹۵۳.
Miretzky P., Saralegui A. and Cirelli A. F. ۲۰۰۴. Aquatic macrophytes potential for the simultaneous removal of heavy metals (Buenos Aires, Argentina). Chemosphere ۵۷:۹۹۷-۱۰۰۵.

[۱۷۰] . Mishra $ Tripathi
[۱۷۱] .Sivaci et al

Mishra, V.K., and Tripathi, B.D. ۲۰۰۸. Concurrent removal and accumulation of heavy metals by the three aquatic macrophysics. Bio resource Technology, ۹۹:۷۰۹۱-۷۰۹۷.
Sivaci, E.R., Sivaci, A., Sokmen, M., ۲۰۰۴. Biosorption of cadmium by Myriophyllum spicatum L. and Myriophyllum triphyllum orchard. Chemosphere ۵۶, ۱۰۴۳-۱۰۴۸.
USEPA. ۲۰۰۲. The national water quality Inventory: report to Congress for the ۲۰۰۲ reporting cycle - A profile, EPA ۸۴۱-F-۰۷-۰۰۳.
Zayed, A., Gowthaman, S., Terry, N., ۱۹۹۸. Phytoremediation of trace elements by wetland plants: ۱. Duckweed. J. Environ. Qual. ۲۷ (۳), ۷۱۵-۷۲۱.

Abstract

Heavy metals as invironmental pollutants in most parts of the world in different chemical and physical forms and different concentration import into the invironment through the discharge of municipal and industrial wastewater effluent. . Nowaday much attention has been paid to biological methods of heavy metal removal and remediation of waste water. In this study Cd and Pb removal from waste water was done using palnt. In order that sampling from municipal and industrial wastewater was done and enriched wich both Cd and Pb. The experiment complete design considering factors plant (present and absent) in each of municipal an industrial wastewater. Fresh and dry weight of plant also Cd and Pb absorption perecentage in plant were measured. . Fresh and dry weight of plant also Cd and Pb absorption perecentage in plant were measured. . Removal of Cd and Pb from municipal waste water and ۷۲ and ۶۰.۴۸% for palnt. The result of this study shows that refining plants in a natural environment can be successful, and this can be exploited on a large scale.

بررسی شاخص هیسترسیس فسفر در خاک برخی از باغات انگور شهرستان ملایر، استان همدان

فاطمه بگوند [۱]، محبوبه ضرابی [۲]، زهرا کلاه چی [۲]، شهریار مهدوی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه ملایر، ۲- استادیار دانشگاه ملایر، ۳- استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده
بررسی وضعیت فسفر در خاک‌های آهکی تحت کشت انگور جهت مدیریت بهتر مصرف کودهای فسفاته و تولید محصول با کیفیت مطلوب از اهمیت بالایی برخوردار است. جهت بدست آوردن شاخص هیسترسیس فسفر در خاک باغات انگور شهرستان ملایر مطالعات جذب و واجذب فسفر انجام شد. سری‌های غلظت فسفر از صفر تا ۲۰۰ میلی گرم در لیتر از نمک KH_2PO_4، در حضور ۱۰ میلی مول کلرید کلسیم تهیه شد. جهت اندازه گیری فسفر واجذب شده از عصاره گیر کلسیم کلرید ۰۱/۰ مولار استفاده شد. معادلات فروندلیچ و خطی جهت توصیف جذب سطحی و واجذبی فسفر استفاده شدند. k_1 در واجذب بزرگتر از جذب بود. دامنه شاخص هیسترسیس محاسبه شده از نسبت توان (n) معادله فروندلیچ ایزوترم جذب به واجذب از ۳/۱ تا ۴/۲ با میانگین ۷/۱ بود.

واژه های کلیدی: انگور، هم‌دمای جذب سطحی و واجذب فسفر، شاخص هیسترسیس

مقدمه
انگور یکی از محصولات مهم باغی در ایران است. بر اساس آمار FAOدر سال ۲۰۱۱ کشور ایران با تولید حدود سه میلیون تن یازدهمین تولید کننده انگور دنیا می‌باشد. شهرستان ملایر در استان همدان دومین شهر تولید کننده انگور پس از استان فارس در کشور است و جایگاه ویژه‌ای در تولید انگور و کشمش ایران دارد. فسفر یکی از عناصر غذایی مورد نیاز انگور می‌باشد.
مطالعه جذب و واجذب فسفر در غلظت‌های مختلف خاک جهت تعیین تحرک و زیست فراهمی این عنصر در محیط زیست اهمیت زیادی دارد. همدمای جذب مقدار جذب ماده جذب شونده روی سطح یک جاذب را به عنوان تابعی از غلظت تعادلی ماده جذب شونده در دمای ثابت نشان می‌دهد و با استفاده از آن‌ها قدرت تثبیت فسفر درخاک‌ها را می‌توان تخمین زد (Malakuti and Homaei. ۱۹۹۴).

جذب سطحی منعکس کننده اثر بر همکنش فاز جامد و مایع خاک بوده و در نتیجه تثبیت یا آزاد سازی عنصرهای غذایی اضافه شده به خاک و بازیابی این عناصر را برآورد می‌نماید. ویژگی‌های خاک شامل پ هاش، مقدار اکسیدهای آهن و آلومینیوم، کربنات کلسیم، مواد آلی، رس و کاتیون‌های موجود در لایه دوگانه از طریق تاثیر بر فرآیندهای جذب و واجذب در خاک بر قابلیت جذب فسفر تاثیر دارند. جذب و واجذب فسفر از فرآیندهای مهمی است که غلظت فسفر در خاک را کنترل می‌کند (Dhillon.,et al. ۲۰۰۴). فسفر در خاک واکنش‌های گوناگونی مانند جذب سطحی، رسوب، تثبیت، و رهاسازی دارد. واجذب فسفر جذب شده از فاز جامد در واقع قابلیت آبشویی و فراهمی فسفر را در خاک کنترل می‌کند (Moradi., et al. ۲۰۰۵). یک توضیح احتمالی برای واجذب آهسته فسفر پیوند قوی فسفر با سطح جاذب می‌باشد که برای شکستن پیوندهای قوی فسفر با سطح جاذب احتیاج به انرژی فعال سازی بیشتری است (Mehran., et al. ۲۰۰۶).

اهداف این پژوهش عبارتند از:
الف) مطالعه همدمای جذب و واجذب فسفر در برخی از خاک‌های آهکی باغات انگور شهرستان ملایر (جنوب استان همدان)، و بررسی تاثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها بر واجذب فسفر
ب) تعیین شاخص هیسترسیس فسفر

مواد و روش‌ها
ویژگی‌های خاک‌های مورد بررسی
۱۰ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی متری باغات انگور شهرستان ملایر جمع آوری شد، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک توسط روش‌های معمول آزمایشگاهی تعیین شدند (Rowell. ۱۹۹۴).

هم‌دماهای جذب سطحی و واجذب فسفر
جهت بررسی همدماهای جذب فسفر، سری غلظت فسفر از صفر تا ۲۰۰ میلی گرم در لیتر از نمک KH_2PO_4، در حضور ۱۰ میلی مول کلرید کلسیم تهیه شد. سپس محلول‌ها به خاک در دو تکرار با نسبت ۱:۱۰ افزوده شد، و سوسپانسیون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد شیک شدند پس از رسیدن به زمان تعادل، غلظت فسفر در محلول زلال روئی به روش آسکوربیک اسید

مورفی و رایلی اندازه گیری شد (Murphy and Railey. ۱۹۶۲). مقدار فسفر جذب شده در نمونه‌ها از طریق اختلاف بین غلظت فسفر اضافه شده در محلول اولیه و فسفر باقی مانده در محلول تعادلی محاسبه شد. جهت مطالعه واجذب فسفر، به نمونه‌های همدمای جذب که کاملا محلول روئی تخلیه شد، با آب مقطر فسفر محلول خاک شستشو داده شد. ۲۰ میلی لیتر محلول کلسیم کلرید ۰/۰۱۰ مولار اظافه گردید و نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت شیک و پس از ۲۲ ساعت سکون در دمای ۲۵-۲۴ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت دیگر بهم زده شد. لوله‌ها پس از پایان مدت تماس به مدت ۵ دقیقه با ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس از کاغذ صافی واتمن عبور داده شد و سپس غلظت فسفر به روش مورفی و ریلی (۱۹۶۲) تعیین گردید. و مقدار فسفر اندازه گیری شده به عنوان مقدار فسفر آزاد شده از خاک در نظر گرفته شد. ارتباط مقدار فسفر آزاد شده با مقدار فسفر جذب سطحی شده و بعضی از ویژگی‌های خاک مورد ارزیابی قرار گرفت. و داده‌های حاصل به معادلات فروندلیچ (۱)، خطی (۲)، برازش داده شد.

$$q = kc^{1/n} \quad (۱)$$
$$q = a + bc \quad (۲)$$

در تمامی معادلات C غلظت تعادلی جذب شونده ($mg\ L^{-1}$) و q وزن جذب شونده در واحد وزن جذب کننده ($mg\ kg^{-1}$)، می‌باشد. k_f و n ضرایب معادله فروندلیچ که به ترتیب نماینگر ظرفیت ($l\ kg^{-1}$) و شدت جذب می‌باشند، b و a ضرایب معادله خطی که به ترتیب شیب ($mg\ L^{-1}$) و عرض از مبدا ($mg\ kg^{-1}$)، معادله می‌باشند.

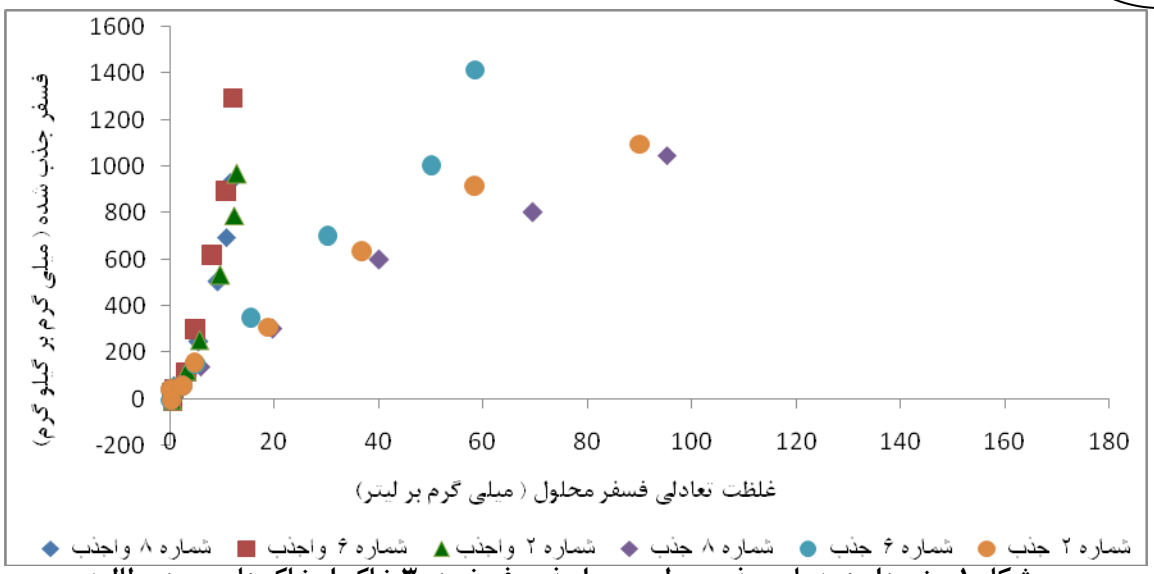
جهت بررسی شاخص هیسترسیس از رابطه مقابل استفاده شد: $HI = N_{sorb} / N_{desorb}$ (Turin and Bowman . ۱۹۹۷) که در این معادله N_{sorb}ضریب n در معادله فروندلیچ برازش داده شده به داده‌های هم‌دمای جذب و N_{dsorb} ضریب n در معادله فروندلیچ برازش داده شده به داده‌های هم‌دمای واجذب می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. فسفر قابل جذب اولسن در این خاک‌ها در دامنه ۴/۱۳ تا ۳۶ با میانگین ۳/۲۴ میلی گرم بر کیلو گرم، درصد رس در دامنه ۵/۴۳-۵/۲۱ با میانگین ۷/۲۹ و درصد کربنات کلسیم معادل در دامنه ۸-۲/۳۶ با میانگین ۳/۱۷ می‌باشد. ایزوترم‌های جذب و واجذب فسفر خاک‌های شماره ۲، ۶ و ۸ در شکل ۱ نشان داده شده است. همان طور که در شکل مشخص است، خاک‌های شماره ۲، ۶ و ۸ دارای بیشترین جذب و واجذب فسفر می‌باشند، داده‌های واجذب فسفر به خوبی توسط معادلات جذب فروندلیچ و خطی قابل توصیف بودند. (به ترتیب R^2 = ۹۴/۰ و R^2 = ۹۵/۰=)، که به ترتیب زیر معادلات دارای بهترین برازش می‌باشند: خطی > فروندلیچ.

جدول ۱- دامنه تغییرات برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	pH	EC	OM	رس	شن	سیلت	کربنات کلسیم معادل	$CaCl_2$- P	Olsen-P	CEC
		($dS\ m^{-1}$)			%			($mg\ kg^{-1}$)	$mg\ kg^{-1}$	$Cmol_c\ kg^{-1}$
دامنه	۴۱/۷- ۹۸/۷	۱۲/۰- ۲۴/۰	۱/۱- ۱/۳	۵/۲۱- ۵/۴۳	۲۴- ۵۴	۱۸- ۵/۴۴	۸-۲/۳۶	۸/۵ -۲/۲	۴/۱۳- ۳۶	۸/۱۲- ۵/۲۴



شکل ۱ - نمودار همدمای جذب سطحی و واجذبی فسفر در ۳ خاک از خاک‌های مورد مطالعه

سولیس و تورنت (۱۹۸۹) با بررسی جذب فسفر در خاك‌های آهکی اسپانیا گزارش نمودند که معادله فروندلیچ، به دلیل داشتن ضرایب تبیین بالا تر نسبت به معادله لنگ‌مویر جذب را بهتر توصیف می‌نماید.

جدول ۲- پارامترهای معادلات جذب و واجذب در خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	جذب					واجذب					HI*
	معادله خطی		معادله فروندلیچ			معادله خطی		معادله فروندلیچ			
	R^2	k_l ($L\ kg^{-1}$)	R^2	k_f ($(L\ kg^{-1})^{n}$)	n	R^2	k_l ($L\ kg^{-1}$)	R^2	k_f ($(L\ kg^{-1})^{n}$)	n	
۱	۹۶/۰	۵/۱۳	۹۸/۰	۷/۵۳	۵/۱	۹۵/۰	۴/۴۱	۹۱/۰	۰/۴۶	۱/۱	۴/۱
۲	۹۷/۰	۷/۱۲	۹۵/۰	۴/۵۰	۵/۱	۹۶/۰	۳/۶۹	۹۵/۰	۷/۶۰	۰/۱	۵/۱
۳	۹۱/۰	۰/۳	۹۸/۰	۶/۳۴	۹/۱	۹۸/۰	۷/۵	۹۷/۰	۱/۲	۸/۰	۴/۲
۴	۹۸/۰	۶/۲	۹۹/۰	۴/۲۱	۸/۱	۹۳/۰	۶/۵	۹۴/۰	۴/۱۲	۴/۱	۳/۱
۵	۹۵/۰	۳/۶	۹۷/۰	۲/۴۰	۷/۱	۹۷/۰	۳/۲۵	۹۳/۰	۶/۳۳	۲/۱	۴/۱
۶	۹۸/۰	۴/۲۲	۹۴/۰	۳/۴۷	۳/۱	۹۴/۰	۳/۹۸	۹۶/۰	۳/۵۱	۸/۰	۶/۱
۷	۹۸/۰	۶/۶	۹۵/۰	۸/۳۰	۵/۱	۹۷/۰	۸/۲۸	۹۹/۰	۹/۱۶	۹/۰	۷/۱
۸	۹۸/۰	۸/۱۰	۹۵/۰	۷/۵۳	۶/۱	۹۳/۰	۲/۷۲	۹۵/۰	۷/۴۸	۹/۰	۸/۱
۹	۹۶/۰	۹/۳	۹۸/۰	۶/۲۳	۶/۱	۹۶/۰	۳/۲۹	۹۰/۰	۳/۳۹	۲/۱	۳/۱

۱۰	۹۷/۰	۴/۴	۹۷/۰	۴/۴۲	۹/۱	۹۴/۰	۷/۴۲	۹۵/۰	۴/۲۰	۸/۰	۴/۲
میانگین	۹۶/۰	۶/۸	۹۷/۰	۸/۳۹	۶/۱	۹۵/۰	۹/۴۱	۹۴/۰	۱/۳۳	۰/۱	۷/۱

*: شاخص هیسترسیس Hysteresis Index

k_f و n_f در معادله فروندلیچ ثابت‌های تجربی بوده و مفهوم فیزیکی ندارند، اما وقتی که پارامتر c برابر با یک شود آنگاه k_f از نظر عددی مساوی q می‌باشد. در مواردی که n_f برابر یک باشد عبارت k_f بیانگر این است که انرژی جذب روی سطح همگن مستقل از پوشش سطح می‌باشد (Sparks. ۲۰۰۳)، در صورتی که n_f میزان غیر همگنی مکان‌های جذبی در خاک را نشان می‌دهد (Zhou and Li. ۲۰۰۱). همان طور که n_f به سمت یک میل می‌کند، همگنی سایت‌های سطح افزایش می‌یابد و نشان دهنده این است که توزیع در تنوع سایت‌های جذبی محدود می‌باشد (Sparks. ۲۰۰۳). یکی از معایب معادله فروندلیچ این است که ماکزیمم جذب را پیش بینی نمی‌کند (Sparks. ۲۰۰۳).

با توجه به جدول ۲ دامنه مقدار عددی پارامتر k_f در ایزوترم جذبی از ۴/۲۱ تا ۴۷/۵۳ با میانگین ۸/۳۹ لیتر بر کیلوگرم می‌باشد، که خاک شماره ۴ و ۸ به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را دارا می‌باشند، و دامنه مقدار عددی پارامتر n_f از ۹/۱-۳/۱ با میانگین ۶/۱ می‌باشد، که خاک‌های شماره ۳ و ۱۰ بیشترین و خاک شماره ۶ کمترین مقدار انرژی جذب را دارا می‌باشند. مقادیر k_f و n_f گزارش شده توسط جلالی (۲۰۰۷) برای خاک‌های مزارع گندم- سیب زمینی- سیر و مراتع به ترتیب از ۶۲/۰ تا ۶۴/۱ لیتر بر کیلوگرم و از ۲ تا ۷۷ لیتر بر کیلوگرم می‌باشند که نسبت به خاک باغات انگور از دامنه وسیع تری برخوردار می‌باشند. ثابت k_f فروندلیچ برای خاک‌های شماره ۲، ۶ و ۹ برای ایزوترم واجذب(k_f واجذب) به طور معنی‌داری بیشتر از مقدار بدست آمده از ایزوترم جذب (k_f جذب) می‌باشد، اما ثابت n_f ایزوترم جذب بیشتر از مقدار بدست آمده از ایزوترم واجذب می‌باشد.

نسبت ضریب n معادله فروندلیچ در حالت جذب به واجذب ($HI = N_{sorb} / N_{desorb}$) برای تمامی خاک‌ها در جدول ۴ آورده شده است. که دامنه مقدار عددی این پارامتر از ۳/۱ تا ۲/۴ با میانگین ۷/۱ می‌باشد، بیشترین مقدار مربوط به خاک ۳ و کمترین مقدار برای خاک ۹ بدست آمد، مقادیر HI بزرگتر از ۱ هیسترسیس را نشان می‌دهد.

ثابت k_l معادله خطی نشان دهنده نسبت غلظت عنصر جذب شده به غلظت عنصر در محلول در حالت تعادل می‌باشد. و نشان دهنده ظرفیت بافری خاک می‌باشد. برای ۱۰ خاک مقادیر k_l بدست آمده برای داده‌های واجذب به مقدار بسیار زیادی نسبت به جذب کاهش یافته است. کاهش در مقادیر k_l معمولا به مکان‌های اشباع جذب و رفتار غیر خطی جذب نسبت داده شده است. دامنه مقدار عددی این پارامتر برای جذب از ۶/۲ تا ۴/۲۲ با میانگین ۶/۸ و برای واجذب از ۶/۵ تا ۳/۹۸ با میانگین ۹/۴۱ لیتر بر کیلو گرم می‌باشد، که خاک شماره ۶ بیشترین و شماره ۴ دارای کمترین مقدار ظرفیت بافری می‌باشند. شهبازی و داودی (۱۳۹۱) در مطالعه ارزیابی نیاز فسفر گیاه گندم در خاک‌های آهکی ظرفیت بافری را بین ۲۷/۱ تا ۲۸/۴۳ لیتر بر کیلوگرم گزارش نمودند.

و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک HI جدول۳- ضریب همبستگی میان

شاخص	pH	EC	OM	رس	شن	سیلت	کربنات کلسیم معادل	$CaCl_2$-P	Olsen-P	CEC
HI	۲۱۲/۰ ns	۰۴۵/۰ ns	۵۳۴/۰ ns	۱/۰ ns	۲۱۷/۰ ns	۳۶۲/۰ ns	۳۴۹/۰ ns	۳۳۸/۰ ns	۴۷۰/۰ ns	۴۴۷/۰ ns

و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۰۵/۰ و ۰۱/۰ *، ns

مطالعه ضریب همبستگی پارامترهای معادلات با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در جدول شماره ۳ آورده شده است. همان طور که مشخص است، شاخص هیسترسیس با هیچ یک از ویژگی‌های خاک همبستگی معنی‌داری نداشته است.

منابع

شهبازی، ک و داودی، م. ح. ۱۳۹۱. ارزیابی نیاز فسفر گندم در خاک‌های آهکی با استفاده از همدماهای جذب فسفر. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۶، شماره ۱.

Dhillon N. S., Dhesi T. S., and Brar, B. S. (۲۰۰۴). Phosphate Sorption-desorption Characteristics of somUstifluents of Punjab. Soil Sci. Soc. India. ۵۲. ۱۷-۲۲.

Jalali M. ۲۰۰۷. Phosphorus status and sorption characteristics of some calcareous soils of Hamadan, western Iran. Environ Geol, ۵۳: ۳۶۵-۳۷۴.
Malakuti M.J. and Homaei M. ۱۹۹۴. Soil fertility of arid regions soils. Tarbiat Modarres. Pub. Tehran, Iran.
Murphy J., Riley J.P. ۱۹۶۲. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters, ۲۷:۳۱-۳۶.
Moradi A., Abbaspour K.c., Afyuni M., ۲۰۰۵. Modelling fieldscale cadmiun transport below the root zone of a sewage sludge amended soil in an arid region in central Iran. J. Contam. Hydrol. ۷۹. ۱۸۷-۲۰۶.
Shirvani M., Kalbasi M., Shariatmadari H., Nourbakhsh F and Najafi B. ۲۰۰۶. Sorption-desorption of cadmium in aqueous palygorsite, sepiolite, and calcite suspensions: Isotherm hysteresis, chemosphere ۶۵. ۲۱۷۸-۲۱۸۴.
Rowell D.L. ۱۹۹۴. Soil science: methods and applications. Longman, London.
Solis P. and Torrent J. ۱۹۸۹. Phosphate sorption by calcareous Vertisols and Inceptisols of Spain. Soil Science Society American Journal, ۵۳: ۴۵۶-۴۵۹.
Sparks D.L. ۲۰۰۳. Environmental soil chemistry. Academic Press, San Diego.
Turin H.J., Bowman R.S., ۱۹۹۷. Sorption behavior and competition of bromacil, napropamide, and prometryn. J.Environ. Qual. ۲۶. ۱۲۸۲-۱۲۸۷.
Zhou M., and Y. Li. ۲۰۰۱. Phosphorus-sorption characteristics of calcareous soils and limestone from the southern Everglades and adjacent farmlands. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۵:۱۴۰۴-۱۴۱۲.

Abstract

Study the Phosphorus hysteresis isotherm in Vineyard Soils of Malayer Area, Hamedan province Phosphorus status in calcareous vineyard soil play an important role in maximize grape quality and output. In order to investigate P hysteresis index in the calcareous vineyard soils of Malayer Area, Study Phosphorus sorption and desorption isotherms Performed. concentrations of P prepared from KH_2PO_4 salt (۰ to ۲۰۰ mg P l^{-1}) in presence of ۰.۰۱ M CaCl۲ solution. To measure Phosphorus desorped use of ۰.۰۱ M CaCl۲ solution .Phosphate sorption and desorption curves were well fitted to the Freundlich and linear. k_l in The desorption was great of sorption. the P hysteresis index (HI), Calculate of ratio Freundlich exponents (n) sorption to desorption isotherm was of ۱.۳ to ۲.۴ with an average of ۱.۷.

بررسی توزیع مکانی کربن آلی خاک در منطقه بختیاردشت اصفهان

نسرین سعادتی [۱]، ناصر دواتگر [۲]
دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه شاهد تهران، ۲- استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
این تحقیق با هدف تعیین شدت و توزیع مکانی کربن آلی خاک در منطقه ۱۰۰ هکتاری آلوده به ترکیبات نفتی بختیاردشت اصفهان واقع در نزدیکی پالایشگاه اصفهان با استفاده از روش زمین‌آماری و پهنه‌بندی انجام شد. بدین منظور از عمق ۰- ۳۰ سانتي‌متری در ۱۰۰ مکان با توزیع جغرافیایی یکنواخت به فواصل ۱۰۰ متری نمونه‌برداري انجام گرفت. کربن آلی خاك به روش واکلی و بلك اندازه گیری شد. براساس نتایج به دست آمده جنوب، مرکز و غرب منطقه که آلودگی به ترکیبات نفتی بیش‌تر بود، دارای کربن آلی بیش‌تری نسبت به دیگر بخش‌ها بود. این مقدار کربن آلی منشأ گیاهی نداشته و ناشی از ترکیبات ناشی از آلاینده‌های نفتی انباشته شده در خاک منطقه بود. با توجه به این‌که پوشش گیاهی منطقه یکسان است، تفاوت ناشی از تفاوت غلظت و شدت ترکیبات نفتی منطقه بود.

واژه های کلیدی: کربن آلی، ترکیبات نفتی، توزیع مکانی.

مقدمه
رها شدن نفت در خاك به هنگام استخراج، حمل و پالایش سبب آلودگی‌خاك و در نتیجه تخریب محیط زیست می‌شود. این آلودگی‌ها ممکن است به صورت تصادفی و یا ضایعات پالایشگاه‌های نفت به صورت عمد به خاک اضافه شوند. حذف آلودگی‌های نفتی از خاك همواره از مهم‌ترین مسائل سازمان محیط زیست کشور است (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۵).
ترکیبات نفتی از جمله مهم‌ترین آلاینده‌های آلی محیط زیست به ویژه خاك هستند که به سبب سمی بودن و خصوصیات سرطان‌زایی برای موجودات زنده به ویژه انسان و ورود این ترکیبات به زنجیره غذای موجودات زنده و آلودگی منابع آب زیر زمینی و سطحی، به یکی از مهم‌ترین نگراني‌های حامیان محیط زیست تبدیل شده است (Garcia et al., ۲۰۱۱). از سویی این دسته از آلاینده‌های آلی پایداری زیادی در خاك دارند و انباشته شدن تدریجی آن‌ها در خاك در طول زمان، موجب اختلال در کارکرد طبیعی خاك، مانند کاهش عملکرد محصولات کشاورزی و تغییر در ویژگی خاك‌های آلوده می‌شود (بسالت‌پور و همکاران، ۱۳۸۹).
هنگامی که ترکیبات نفتی وارد خاک می‌شوند، ساختار و ویژگی‌های فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاک را از جمله مقدار ماده آلی ، چگالی ظاهری، تخلخل، نفوذپذیری، تنفس خاک و فرایند انتقال جرم را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Liang et al., ۲۰۱۲). به همین علت پالایش مکان‌های آلوده به ترکیبات نفتی امری ضروری و مهم می‌باشد. برای بازسازی و احیای مکان‌های آلوده به ترکیبات نفتی درک جامع از ویژگی‌های خاک مهم می‌باشد.
مقدار کربن آلی در خاک آلوده به ترکیبات نفتی شاخص مفیدی برای نظارت و پایش آلودگی هیدروکربن‌های نفتی در خاک می‌باشد، زیرا کربن آلی شامل تمام بخش‌های وزنی ترکیبات نفتی است (Al-Sarawi et al., ۱۹۹۸). در همین راستا این مطالعه با هدف تعیین پراکنش و شدت کربن آلی خاک این منطقه با استفاده از روش زمین‌آماری و پهنه‌بندی انجام شد.

مواد و روش‌ها
۱- موقعیت منطقه
این تحقیق در زمینی به مساحت صد هکتار واقع در منطقه بختیاردشت اصفهان انجام شده است، که تحت تأثیر آلودگی ناشی از ضایعات این پالایشگاه قرار گرفته است. موقعیت منطقه بین طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه و ۵۵ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه و ۳۲ ثانیه شرقی و عرض ۳۲ درجه و ۴۷ دقیقه و ۳۲ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه و ۲۵ ثانیه شمالی قرار دارد. از خاک سطحی منطقه مورد مطالعه در عمق ۰-۳۰ سانتي‌متری در ۱۰۰ مکان با توزیع جغرافیایی یکنواخت به فاصله ۱۰۰ متری بین نقاط نمونه‌برداری انجام شد. مختصات محل هر موقعیت نمونه برداری، با استفاده از دستگاه GPS [۱۷۲۱](سیستم موقعیت یاب جهانی) ثبت شد.
۲- آنالیز آزمایشگاهی
پس از انتقال نمونه‌های خاك به آزمایشگاه ابتدا نمونه‌ها هواخشک و سپس از الک دو میلي‌متری عبور داده شدند. کربن آلی خاك به روش واکلی و بلك (Nelson. and Sommers., ۱۹۹۶) اندازه گیری شد.
آمار توصیفی متغیرها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) انجام شد.
۳- ارزیابی ساختار مکانی

[۱۷۲۱]- Global Positioning System

تجزیه و تحلیل ساختار تغییرات مکانی با استفاده از نیم‌تغییرنما صورت می‌گیرد. نیم‌تغییرنما به بررسی و شناخت ویژگی های ساختاری متغیر ناحیه ای می‌پردازد و چگونگی تغییرات را بیان می‌کند و از ابزارهای اساسی زمین‌آمار جهت بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک می‌باشد (Burgess. and Webster., ۱۹۸۰).

برای تعیین همسان‌گرد یا ناهمسان‌گرد بودن متغیر مورد مطالعه، از نیم‌تغییرنماه ای جهتی در امتدادهای (۰، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ درجه) مختلف استفاده شد. مدل های تغییرنمای کروی، نمائی، خطی و اثر قطعه‌ای بر متغیر برازش داده شد. ارزیابی برازش مدل‌ها با استفاده از ضریب تبیین(R^2) بالاتر و مجموع مربعات باقي‌مانده (RSS)کم‌تر انجام شد. در شرایطی که بهترین مدل برازش شده از نوع سقف دار مانند کروی یا نمایی باشد، از مولفه‌های آن برای درون یابی متغیرها در نقاط نمونه برداری نشده به روش کریجینگ استفاده مي‌شود. . درون‌یابی متغیر پس از انتخاب مدل مناسب به روش کریجینگ معمولی توسط نرم افزار GS+ (نسخه ۱/۵) انجام شد.

برای رسم نقشه‌ها از نرم افزار ArcGIS (نسخه ۳/۹) استفاده شد.

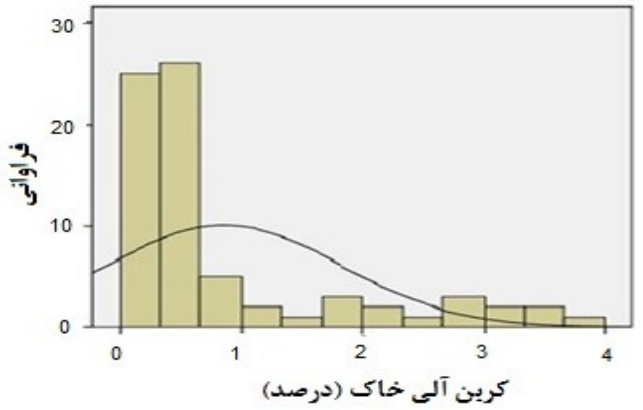
نتایج و بحث

نتایج بر اساس آزمون معنی‌داری چولگی و هیستوگرام توزیع فراوانی نشان داد، کربن آلی دارای چولگی مثبت (به سمت راست) معنی‌دار و توزیع غیرنرمال شدند (جدول ۱ و شکل ۱). چولگی دلالت بر غیرنرمال بودن توزیع فراوانی داده‌ها دارد، و هر اندازه مقدار آن بیش‌تر باشد، نشان غیریکنواخت بودن واریانس، وجود جوامع فرعی و یا داده‌های پرت می‌باشد (دلبری و همکاران، ۱۳۹۳). چولگی به سمت راست نشان از وجود تعداد محدودی نقطه با مقادیر بالای این متغیرها در سطح منطقه است و نشان از عدم تقارن به سمت مقادیر بالای این متغیرها است. به علت این‌که انحراف از توزیع فراوانی نرمال در تجزیه و تحلیل‌های آماری به ویژه محاسبه نیم‌تغییرنما تأثیر نامطلوب دارد، از تبدیل لگاریتم استفاده شد، پس از تبدیل لگاریتم چولگی کاهش و توزیع فراوانی به نرمال نزدیک شد.

جدول ۱- آمار توصیفی متغیر مورد مطالعه

ویژگی	واحد	میانگین	واریانس	حداقل	حداکثر	چولگی
کربن الی	درصد	۸۵/۰	۶۹/۰	۰۴/۰	۸۸/۳	۷/۱*

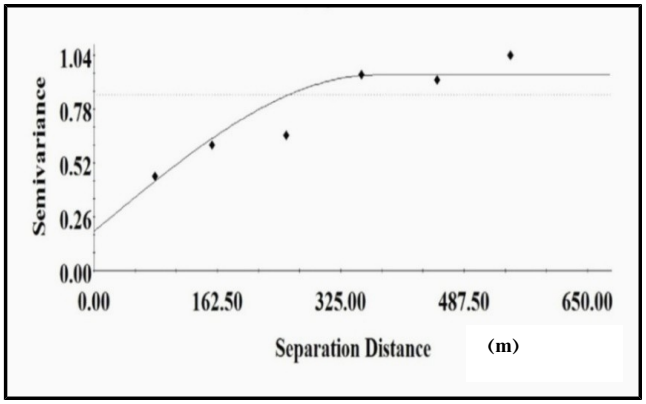
معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد



.شکل ۱- هیستوگرام توزیع فراوانی کربن آلی خاک

شکل (۲) نیم‌تغییرنما و مدل نظری برازش داده شده درصد کربن آلی خاک را نشان می‌دهد. بهترین مدل برازش داده شده برای این ویژگی مدل کروی بود (جدول ۲). مدل کروی بیان‌کننده وجود ساختار مکانی در متغیر است(Wilding and Dress., ۱۹۸۳).

درشرایطی که بهترین مدل برازش شده از نوع سقف‌دار مانند کروی یا نمایی باشد، از مولفه‌های آن برای درون‌یابی متغیرها در نقاط نمونه‌برداری نشده به روش کریجینگ استفاده می‌شود (Cambardella et al., ۱۹۹۴).



شکل ۲- نیم‌تغییرنمای درصد کربن آلی

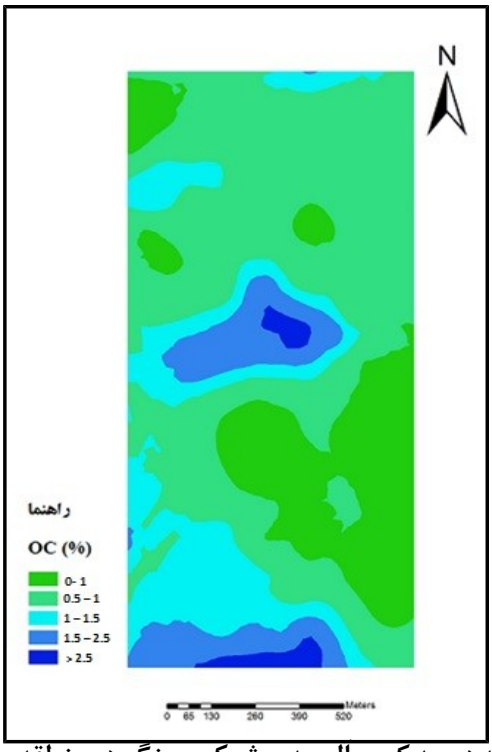
.جدول ۲- مؤلفه‌های مدل برازش داده بر نیم‌تغییرنما تجربی

ویژگی	مدل برازش داده شده	C.	C.+C	A.(m)	R^2	RSS
کربن آلی	کروی	۲۲/۰	۸۷/۰	۳۷۰	۵/۸۵	۰۴/۰

.مجموع مربعات باقی مانده :RSS ،ضریب تبیین :R^2 ،دامنه تأثیر :A. ،آستانه یا سقف : C.+C ،اثر قطعه‌ای : C.

پهنه‌بندی درصد کربن آلی

حداقل و حداکثر کربن آلی خاک به ترتیب ۰۴/۰ و ۸۸/۳ درصد شد (جدول ۱). منطقه مورد مطالعه در اقلیم خشک و نیمه خشک وجود دارد و از لحاظ پوشش گیاهی ضعیف و بنابراین انتظار می‌رود که کربن آلی ذاتی خاک ناچیز باشد. توزیع مکانی کربن آلی خاک در منطقه نشان داد جنوب، مرکز و غرب که آلودگی به ترکیبات نفتی بیش‌تر بود، دارای کربن آلی بیش‌تری نسبت به دیگر بخش‌ها بود (شکل ۳). این مقدار کربن آلی منشأ گیاهی نداشته و ناشی از ترکیبات جامد و محلول آلی ناشی از آلاینده‌های نفتی جامد و محلول انباشته شده در خاک منطقه می‌باشد. با توجه به این‌که پوشش گیاهی منطقه یکسان است، تفاوت ناشی از تفاوت غلظت و شدت ترکیبات نفتی منطقه است. در مکان‌هایی که غلظت ترکیبات نفتی افزایش و کاهش داشت، کربن آلی هم روند افزایشی و کاهشی داشت. و این نشان می‌دهد، بیش‌ترین تأثیر بر کربن آلی خاک را ترکیبات نفتی داشته است.



.شکل ۳- نقشه درصد کربن آلی به روش کریجینگ در منطقه مورد مطالعه

منابع

بسالت پور، ع. حاج عباسی، م. درستکار، و. و ترابی، غ. ۱۳۸۹. اصلاح خاک‌های آلوده به هیدروکربن‌های نفتی به روش ترکیبی زمین پالایی- گیاه پالایی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، شماره ۵۳، صفحه‌های ۱۲۹ تا ۱۴۲.

دلبری، م. و جهانی، س. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات مکانی ویژگیهای شوری و سدیمی خاک‌های منطقه چات در استان گلستان. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، شماره ۲۸، صفحه‌های ۴۳۳ تا ۴۴۶.

شهریاری، م. ثواقبی فیروز آبادی، غ. مینایی تهرانی، د. و پدیداران، م. ۱۳۸۵. تاثیر مخلوط دو گیاه یونجه (*Medicago sativa*) و فسکیو (*Festuca arundinacea*) در گیاه پالایی خاک آلوده به نفت خام سبک، مجله علوم محیطی. شماره ۱۳، صفحه‌های ۳۳ تا ۴۰.

Al-Sarawi M., Massoud M. and Al-Abdali F. ۱۹۹۸. Preliminary assessment of oil contamination levels in soils contaminated with oil lakes in the Greater Burgan oil fields, Kuwait. Water Air Soil Pollut. ۱۰۶: ۴۹۳-۵۰۴.

Burgess T.M. and Webster R. ۱۹۸۰. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties: I.The variogram and punctual kriging. J. Soil Science. ۳۱:۳۱۵-۳۳۱.

Cambardella C. A. Moorman T. B. Novak J. M. Parkin T. B. Karlen D. L. Turco R. F. and Konopka A. E. ۱۹۹۴ Field-Scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Science Society American. ۵۸: ۱۵۰۱- ۱۵۱۱.

Garcia B. Parras-Alcantara L. and Albornoz M. ۲۰۱۱. Effects of oil mill wastes on surface soil properties runoff and soil losses in traditional olive groves southern Spain. Catena. ۸۵: ۱۸۷-۱۹۳.

Liang Y. Zhangb X. Jian C. Wang B. and Guanghe Li. ۲۰۱۲. Spatial variations of hydrocarbon contamination and soil properties in oil exploring fields across China. J. Hazardous Materials. ۲۴۱- ۲۴۲: ۳۷۱- ۳۷۸.

Nelson D.W. and Sommers L. E. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon, and organic matter. USA.

Wilding LP. and Dress L. R. ۱۹۸۳. Spatial variability and pedology.. Elsvier Science Pub, London.

Abstract

This study was conducted with purpose to determine the intensity and distribution of soil organic carbon ۱۰۰ hectares of Bkhtiardasht area of Isfahan located near refinery Isfahan use from geostatistics and mapping. In order

to samples gather from ۰-۳۰ cm depth in ۱۰۰ locations geographically distributed uniformly sampling distance of ۱۰۰ meters, were taken for analysis. Soil organic carbon was measured by Vakly and Black. According to the results South, Central and West region was contaminated by petroleum compounds, organic carbon than the other sectors. Since vegetation is the same, the difference resulting was from the difference intensity and concentrations of petroleum compounds the region.

تأثیر تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی و زراعت رهاشده بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در پارک جنگلی چغاسبز ایلام

نسیم زینلی [۱]، مهدی حیدری [۲]، مسعود بازگیر [۲]
۱.دانشجوی کارشناس ارشد گروه علوم جنگل دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام،۲- استادیار گروه علوم جنگل دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

چکیده
ارتباط بین تغییر کاربری اراضی و خصوصیات خاک از مطالعات مهم در تغییرات منابع طبیعی محسوب می گردد. این تحقیق به منظور بررسی تاثیر تغییر کاربری از جنگل به زراعت رها شده و کشاورزی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک مانند ظرفیت تبادل کاتیونی، کربن آلی، فسفر، پتاسیم و آهک انجام گرفت. منطقه مورد مطالعه پارک جنگلی چغا سبز در نزدیکی شهر ایلام بوده است. در این منطقه ۳ توده با ۳ کاربری جنگل، کشاورزی و رهاشده از زراعت انتخاب و ازعمق ۲۰-۰ سانتی متری خاک نمونه برداری انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که CEC و کربن آلی، فسفر و پتاسیم خاک در طی روند تغییر کاربری کاهش یافته است. بیش ترین مقدار آهک در زمین کشاورزی و کم ترین آن در جنگل بوده است. نتایج نشان می دهد کاربری جنگل نسبت به سایر کاربری‌های بررسی شده دارای کیفیت بالاتری از لحاظ خواص شیمیایی خاک بوده است. داده ها پس از نرمال کردن، در نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل ها قرار گرفت.

واژه های کلیدی: تغییر کاربری اراضی، خصوصیات شیمیایی خاک، پارک جنگلی چغاسبز، استان ایلام

مقدمه
تبدیل جنگل و مرتع به زراعت اقدامی به منظور کسب منفعت بیشتراست و معمولا این اراضی تبدیل شده پس از مدتی کارایی خود را به دلیل کاهش حاصلخیزی از دست می دهند و عوارض جانبی فراوانی مانند سیلهای مخرب و فرسایش خاک را به دنبال دارند (Celik., ۲۰۰۵). خاک نقش فعالی در بسیاری از فرایند های اکولوژیکی داشته و همچنین نقش مؤثری در ترکیب اجتماعات گیاهان و اداراه فعالیت های فیزیولوژی آنها ایفا می کند (Vitousek, ۱۹۸۶). پدیده تغییر کاربری اراضی به شکل تبدیل اکوسیستم های طبیعی جنگلی و مرتعی به اکوسیستم های ساده‌تر نظیر کشاورزی می تواند اثرات جبران ناپذیری را بر اجزا مختلف اکوسیستم داشته باشد. (Ito et al., ۲۰۰۴).
رسولی (۱۳۸۵) با بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی و مواد مادری متفاوت بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی در لاهیجان به این نتیجه رسید که با تغییر جنگل به باغ چای، واکنش خاک، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، کاتیون های تبادلی)پتاسیم، کلسیم و منیزیم(هومیک اسید، جمعیت باکتری و تنفس میکروبی کاهش یافت. عجمی و خرمالی (۱۳۸۶) با بررسی نقش ماده آلی در ارتقای سلامت خاک اکوسیستم های کشاورزی با پیشینه کاربری جنگل در گلستان به این نتیجه رسیدند که اجرای عملیات زراعی پس از جنگل تراشی موجب افزایش تراکم خاك، کاهش نفوذپذیری نیم رخ خاك، تلفات عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و کاهش فعالیت میکروبی خاك گردیده که همگی از نشانه های آسیب به سلامت خاك اکوسیستم کشاورزی بوده که به دلیل از بین رفتن مواد آلی عارض شده است. (Vagen et al., ۲۰۰۶) گزارش کرده اند که تغییر کاربری زمین های مرتعی به زمین های کشاورزی باعث کاهش مواد آلی خاك و در نتیجه تخریب خاك می شود. (Kizilkaya et al., ۲۰۱۰)گزارش دادند که تغییرکاربری اراضی و فعالیت کشاورزی باعث تغییرات در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاك شده و به طور قابل ملاحظهای ماده آلی، تخلخل و ازت خاك را کاهش داده و بر وزن مخصوص ظاهری خاك می افزاید. هدف از این مطالعه بررسی کردن اثر تغییر کاربری از جنگل به زراعت و رهاسازی بلند مدت با قدمت ۱۵ ساله از زراعت بر برخی ویژگی های شیمیایی خاک بوده است.

مواد و روش‌ها
منطقه تحقیقاتی (پارك جنگلی چقاسبز) به مساحت ۹۰ هکتار، در جنوب شرقی شهر ایلام در مسیر جنوبی جاده ی ایلام مهران واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا، حداقل ۱۴۰۰ متر و حد اکثر ۱۶۰۰ متر بوده و دارای شیب ملایم ۵ درصد است. متوسط بارندگی سالیانه ۴/۵۹۰ میلی متر، میانگین دمای متوسط سالیانه ۱۲/۱۷ درجهٔ سانتیگراد و اقلیم منطقه براساس فرمول آمبرژه از نوع مدیترانه ای سرد است. جهت تعیین خصوصیات شیمیایی خاک و برای افزایش دقت با در نظر گرفتن توده معرف برای هر حالت (دو تکرار) اجرا می شود. در هر توده از هر کاربری دو ترانسکت عمود برهم به طول ۳۰ متر پیاده می شود و از قطعات نمونه ۱ متر مربعی بعنوان واحد نمونه گیری استفاده خواهد شد. ۷قطعه نمونه ۱ متر مربعی در هر توده(۳ تا در طول ترانسکت و یکی در مرکز). که اولین قاب بطور تصادفی پیاده میشود مبنای اجرای طرح نمونه برداری (Tarrega و همکاران، ۲۰۰۹) بوده است. در هر توده در طول ترانسکت با فاصله ۱۰ متر ۳ نمونه خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی متر برداشت شد. برای افزایش دقت هر نمونه

حاصل ترکیب سه نمونه تصادفی در اطراف مرکز برداشت نمونه خاک بود . نمونه ها پس از برداشت خشک شده و برای انجام آزمایش های شیمیایی به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل شدند (جمعا ۴۲ نمونه). پس از آماده سازی نمونه ها آهک با روش تیتراسیون برگشتی، کربن آلی به روش اکسیداسیون، پتاسیم قابل جذب به روش فلیم فتومتر ، فسفر قابل جذب به روش السون و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) با استفاده از استات سدیم اندازه گیری شده است.

نتایج و بحث

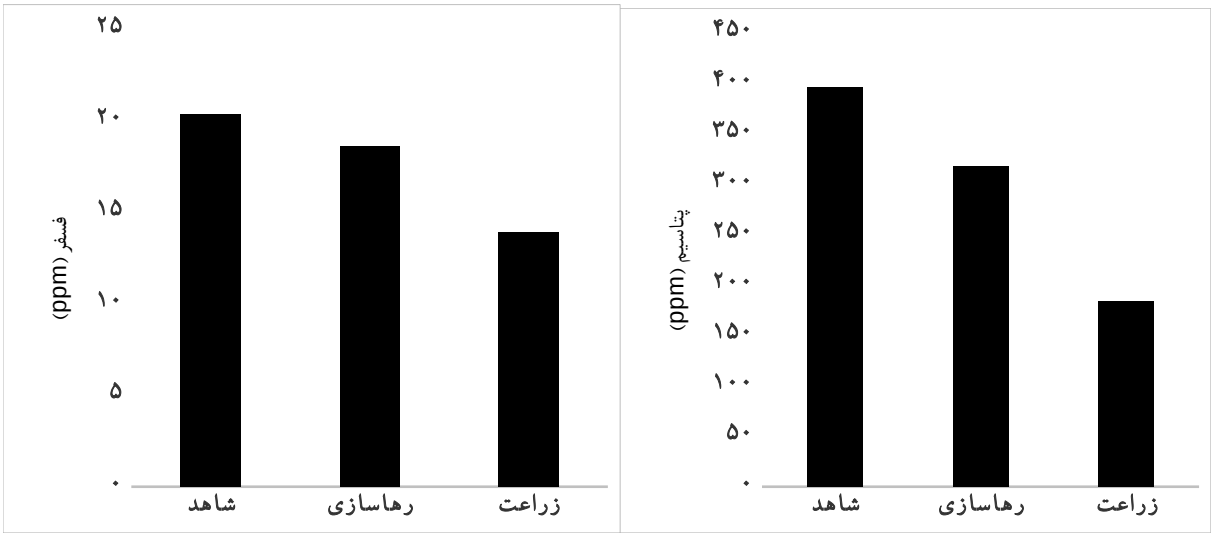
نتایج آنالیز واریانس در جدول ۱ نشان داد که میزان کربن آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، آهک، ظرفیت تبادل کاتیونی در سطح ۹۵% دارای اختلاف معنی‌داری بوده است.

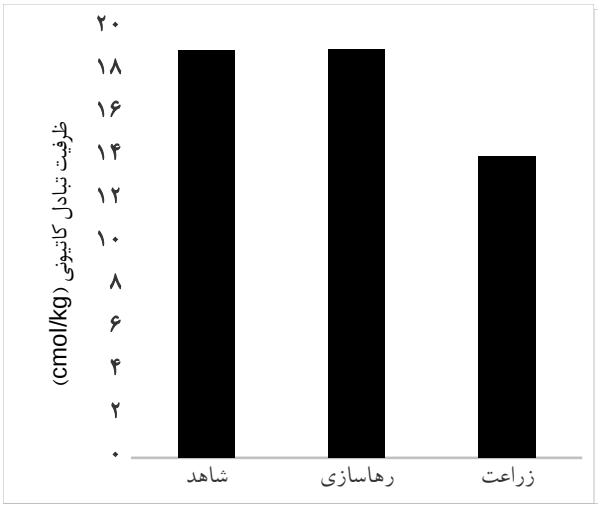
جدول ۱ - نتایج آنالیز تجزیه واریانس یکطرفه خصوصیات شیمیایی خاک بین مناطق مورد مطالعه

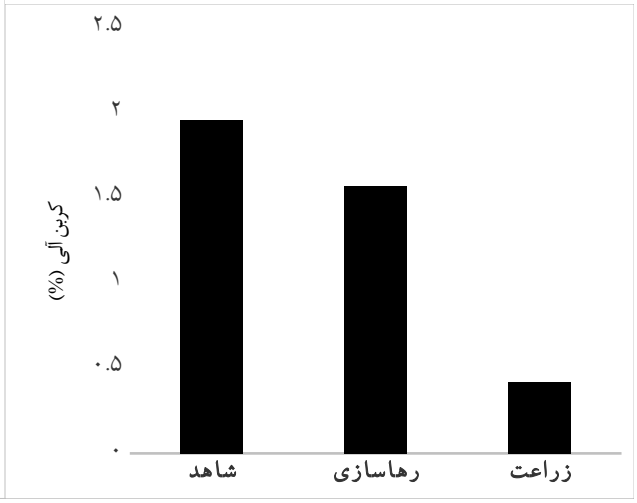
منبع تغییرات	OC	P	K	CEC	$CaCo_3$
سطح معنی داری	**۰۰۰/۰	**۰۰۰/۰	**۰۰۰/۰	**۰۰۰/۰	**۰۰۰/۰

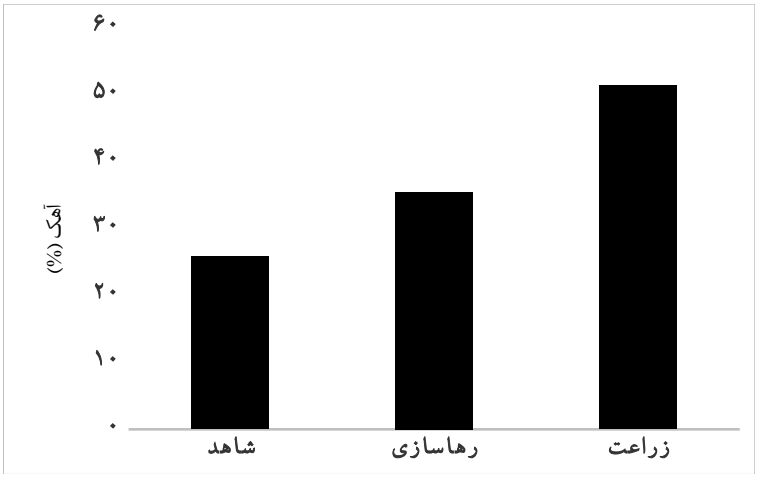
بیانگر عدم وجود اثر معنی داری می باشند ns و t-student و ** به ترتیب بیانگر اثر معنی دار در سطوح ۵و۱ درصد آزمون*

بر اساس آزمون چند دامنه ی دانکن کربن آلی، فسفر، پتاسیم، بیش‌ترین مقدار به ترتیب در شاهد رهاسازی شده و زراعت مشاهده می شود. ظرفیت تبادل کاتیونی بیش ترین مقدار آن مربوط به شاهد و رهاسازی شده (بدون اختلاف معنی دار باهم) و کم‌ترین مقدار مربوط به زراعت بوده است. از نظر میزان آهک بیش‌ترین مقدار به ترتیب در زراعت ، رهاسازی و شاهد دیده می شود (شکل ۱).









شکل ۱ - مقایسه خصوصیات شیمیایی خاک بین مناطق مورد مطالعه

کربن به صورت مواد آلی در خاك ذخیره می‌شود اما این ذخایر توسط عملیات زراعی و کشت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. وقتی زمین‌های مرتعی زیر کشت برده می‌شوند مقدار کربن آلی خاك شروع به کاهش می‌کند و این کاهش بستگی به عوامل اقلیمی و شدت کشت و زرع دارد. (Lemenih et al., ۲۰۰۵) گزارش دادند که کشت و زرع باعث کاهش معنی دار در مقدارکربن خاك می‌شود. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک نشان می دهد که تغییر کاربری بر کربن آلی، فسفر، پتاسیم، آهک و ظرفیت تبادل کاتیونی اثر معنی‌داری داشته است. مهمترین عاملی که باعث کاهش مقدار ماده آلی در زمین زراعی شده، کشت و کار است. زیرا طی عملیات شخم زدن، تجزیه موادآلی خاك افزایش می یابد. معدنی شدن کربن و آزاد سازی باعث می شود که کربن آلی از سولوم خاك به صورت CO_2 خارج شود. تشدید فرسایش در مناطق زراعی، از دیگر عوامل کاهش ماده آلی خاك می‌باشد. در اثر تغییر کاربری اراضی، میزان فرسایش خاك زیاد شده و ماده آلی که درصد بالایی کربن دارد به خاك سطحی منتقل می شود. همچنین در طی عملیات خاکورزی لایه های پایین خاك که درصد کربن آلی کمتری دارند با خاك سطحی که درصد بالاتری از کربن دارد با هم مخلوط شده و در نتیجه کربن آلی خاك سطحی نسبت به حالت اولیه کاهش می یابد (Aguilar et al., ۱۹۹۸).

(Merino et al., ۲۰۰۴)، (Heluf et al., ۲۰۰۶)و (Abera et al., ۲۰۱۱) نیز نشان دادند که تبدیل مراتع به زمینهای کشاورزی، باعث کاهش چشمگیر ماده آلی خاك می شود. در کاربری جنگل بدلیل فعالیت های ریشه، وجود ماده آلی زیاد، ریزش لاشبرگ درختان به خاک و خصوصیات فیزیکی مناسب، شاهد افزایش کربن آلی، فسفر، پتاسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی وکاهش آهک بودیم. دلایل این تغییر را می توان به تنفس ریشه و فعالیت میکرو ارگانیسم ها با وجود ماده آلی فراوان در جنگل دانست که این عوامل سبب انحلال آهک، تجزیه کانی های خاک و افزایش پتاسیم شده که تاثیر پذیری از اسید کربنیک تولید شده از ریشه و

میکروارگانسیم های خاک بوده است. ظرفیت تبادل کاتیونی ارتباط مستقیمی با ماده آلی دارد به عبارتی با افزایش ماده آلی در خاک CEC خاک نیز افزایش می یابد.

منابع

رسولی، ن. (۱۳۸۵) بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی و مواد مادری متفاوت بر برخی خصوصیات فیزیک و شیمیایی و بیولوژیک، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه گیلان.

عجمی، م، خرمالی، ف. نقش ماده آلی در ارتقاء سلامت خاک اکوسیستم های کشاورزی با پیشینه کاربری جنگل، دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، گرگان، صفحه‌های ۲۳۳۸ تا ۳۲۴۸.

Abera Yifru, Belachew Taye. ۲۰۱۱. Effects of landuse on soil organic carbon and Nitrogen in soils of bale , southeastern Ethiopia. Tropical and Subtropical Tropical and Subtropical.

Aguilar, R. and Kelly, E.F. ۱۹۹۸. effects of cultivation of soils in northern Great Plains rangeland.Soil Sci.Soc.Am.J., ۵۲:۱۰۸۱-۱۰۸۵.

Celik, I. ۲۰۰۵. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern mediterranean highland of Turkey. Soil Tillage Research, ۸۳: ۲۷۰-۲۷۷

Heluf, G. and Wakene, N. ۲۰۰۶. Impact of land use and management practices on chemical properties of some soils of Bako area, western Ethiopia. Ethiopian Journal of Natural Resources. ۸(۲): ۱۷۷-۱۹۷.

Ito, S. R. Nakayma. and Bukeley, G. P. ۲۰۰۴. Effects of previous land-use on plant speices diversity in semi-natural and plantation forest in a warm-temperate region in southem kyusthu, Japen. Forest ecology and mansgment ۱۹۶: ۲۱۳-۲۲۵.

Kizilkaya R. and Dengiz, O. ۲۰۱۰. Variation of land use and land cover effects on some soil physico-chemical characteristics and soil enzyme activity. Zemdirbyste- Agriculture. Vol.۹۷,No.۲

Lemenih, M. Karltun, E. and Olsson, M. ۲۰۰۵. Assessing soil chemical and physical property responses to deforestation and subsequent cultivation in smallholders farming system in Ethiopia. Ecosystems and environment ۱۰۵(۲۰۰۵): ۳۷۳-۳۸۶.

Tarrega, R. Calvo, L. Taboada, A. Garcia-Tejero, S. and Marcos, E. ۲۰۰۹. Abandonment and management in Spanish Dehesa systems: Effects on soil features and plant species richness and composition. Forest Ecology and management ۲۵۷: ۷۳۱-۷۳۸.

Merino, A., Perez-Batallon, P. and Macias, F. ۲۰۰۴. Responses of soil organic matter and greenhouse gas fluxes to soil management and land use changes in a humid temperate region of southern Europe. Soil Biology and Biochemistry. ۳۶: ۹۱۷-۹۲۵.

Vitousek P M, and Sanlford Jr R,L.۱۹۸۶.Nutrient cycling in moist tropical forest.Annual Review of Ecology and systematic,۱۷,۱۳۷-۱۶۷.

Vagen T. G. Andrianorofanomezana M. A. A. and Andrianorofanomezana S. ۲۰۰۶. Deforestation and cultivation effects on characteristics of oxisols in the highlands of Madagascar. Geoderma,۱۳۱ (۱-۲):۱۹۰-۲۰۰.

Abstract

One of the most important studies in natural resources changes are the relationship between land use change and soil characteristics. The aim of this project was the study of land use change effects on soil chemical characteristics (CEC, OC, P, K and $CaCO_3$) from forest to agriculture. The study area is located in Cheghasabz forest park near Ilam city. The soil sampling (۰-۲۰ cm) was carried outin three land use including forest, agriculture and without agriculture.. According to results the amount of CEC, OC, K and P decreased significantly by changing landuse from forest to agriculture. The highest and lowest $CaCO_3$ was observed in agriculture and forest respectively. The results showed soil chemical properties were more suitable in forest compared to other landuse. Statistical analyses were done by SPSS software.

ارزیابی خطر سرب و کادمیوم بر سلامت انسان در اطراف معدن ایرانکوه اصفهان

الهام چاوشی [۱]، شهرزاد اعرابی [۲]، جابر فلاح زاده [۳]
۱- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، ۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، ۳- عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

چکیده
در این تحقیق نمونه برداری به صورت تصادفی و مرکب از خاک (عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری) و محصولات عمده زراعی منطقه ایرانکوه انجام شد. غلظت کل سرب و کادمیوم در خاک به ترتیب ۱۸/۷۱ و ۵۷/۱ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. میانگین غلظت سرب در برنج، گندم، پیاز، چغندر، شلغم، کرفس و به، به ترتیب ۸۱/۷، ۳۱/۲، ۴۰/۳، ۲۸/۱، ۱۰/۲، ۵۲/۳۵و ۷۳/۰ و برای کادمیوم به ترتیب ۱۵/۰، ۱۲۴/۰، ۲۴/۰، ۳۲/۰، ۲۵/۰، ۰۳/۱و ۱۲۴/۰ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. جذب روزانه سرب و کادمیوم به ترتیب ۷۴/۲۶و ۸۵/۱ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز برای افراد بالغ و ۵۵/۲۹ و ۶۴/۱ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز برای کودکان برآورد شد. مقدار میانگین شاخص خطر پذیری (HI) برای عناصر سرب و کادمیوم نشان داد که در صورت مصرف همه محصولات مورد مطالعه احتمال ابتلا به بیماری های غیر سرطانی در بزرگسالان و کودکان این منطقه وجود دارد.
واژه های کلیدی: سرب، کادمیوم، شاخص خطر پذیری

مقدمه
فلزات سنگین از جمله آلاینده‌هایی هستند که با اضافه شدن به خاك از طرق مختلف نظیر فعالیت صنایع و معادن باعث آلودگی خاك می گردند و سپس وارد زنجیره غذایی انسان و دام مي‌شوند و مخاطرات بهداشتی ناگواری را به بار مي‌آورند. نواحی اطراف معادن به دلیل فعالیت‌های حاصل از اکتشافات و استخراج در معرض آلودگی شدید این عناصر می‌باشند. خاصیت جذب عناصر سنگین همچون سرب، کادمیوم، مس، روی و... توسط کلوئیدهای خاک و سپس ورود به چرخه‌ی غذایی، باعث شده تا این عناصر زیان‌های جبران ناپذیری را به انسان و سایر موجودات زنده وارد سازند. به طور کلی انسان از طریق خوردن، آشامیدن و استنشاق در معرض خطرات ناشی از این فلزات قرار می‌گیرد. (Kumar and Gill, ۲۰۰۹).

در همین زمینه مطالعه‌ای در حومه های شاهرود در استان سمنان انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت عناصر کروم، سرب و کادمیوم در سبزیجات بیش از استانداردهای ارائه شده توسط WHO و FAO برای گیاهان می‌باشد. در این تحقیق پساب‌های شهری و صنعتی علت اصلی آلودگی سبزیجات پرورش یافته در مزارع حومه شهر شاهرود به فلزات سنگین معرفی شد(ناظمی و همکاران،۱۳۸۹).

مطالعه دیگری در منطقه صنعتی چین خطر تهدید سلامت عمومی ناشی از عناصر سنگین در اثر مصرف مواد غذایی در منطقه را بررسی کرد. در این مطالعه مقادیر شاخص خطر پذیری کل برای دو گروه سنی بزرگسالان و کودکان مورد مطالعه به ترتیب ۱۱/۳ و ۸۲/۲ بدست آمد. نتایج این محققان نشان داد که در بین مواد غذایی مصرفی غلات، محصولات دریایی و سبزیجات مهمترین منابع ورود عناصر سنگین برای بزرگسالان و کودکان می‌باشد(Zhuang et al., ۲۰۱۳).

در اصفهان نیز تحقیقاتی در زمینه آلودگی خاک‌های اصفهان به فلزات سنگین صورت گرفته است که از جمله‌ی آن می‌توان به مطالعات جلیلی و خاکپور(۱۳۸۵) و محمدیان فضلی و همکاران(۱۳۸۷) اشاره داشت.

اگرچه تاکنون اندازه‌گیری‌های زیادی در مورد غلظت فلزات سنگین در گیاهان و خاک انجام شده است. ولی این اندازه گیری‌ها در اطراف صنایع صورت گرفته و به معادن کمتر توجه شده است. لذا هدف اصلی از اجرای این تحقیق بررسی میزان جذب فلزات سنگین سرب و کادمیوم به بدن انسان از طریق مصرف محصولات کشاورزی نظیر برنج، گندم، چغندر، شلغم، پیاز، کرفس و به کشت شده در زمین های کشاورزی اطراف معدن، میزان جذب این فلزات از طریق استنشاق ذرات معلق و همچنین ارزیابی شاخص خطر پذیری ناشی از ورود این فلزات به بدن انسان از راه‌های ذکر شده، برای سلامت انسان مي‌باشد. ارزیابی احتمال ابتلا به بیماری‌های سرطانی و غیرسرطانی بر اساس استفاده از شاخص خطرپذیری می‌باشد.

مواد و روش‌ها
موقعیت منطقه مورد مطالعه
معدن سرب و روی ایران کوه به عنوان سومین معدن بزرگ سرب و روی ایران در منطقه ایران کوه در فاصله ۲۰ کیلومتری جنوب غربی استان اصفهان بین طول جغرافیائی ۳۱ و ۵۱ تا ۴۵ و ۵۱ و عرض جغرافیائی ۲۸و ۳۲ تا ۳۷ و ۳۲ واقع شده است. آب و هوای منطقه معتدل و میزان بارندگی به طور متوسط ۵۰ میلیمتر در سال است و در همه فصول سال می توان در معدن فعالیت نمود. شرکت باما درسال ۱۳۳۱ مطالعات اکتشافی را در این منطقه انجام داده است. از سال ۱۳۳۲ بهره برداری از معدن آغاز شد.

روش نمونه برداری

در این تحقیق از خاک و محصولات عمده زراعی منطقه شامل گندم، برنج، چغندر، شلغم، پیاز، کرفس و به نمونه برداری به صورت تصادفی انجام شد. بدین ترتیب که از هر گیاه (چغندر، شلغم، پیاز، کرفس و به) سه نمونه به صورت تصادفی و مرکب برداشته شد. برای انجام نمونه برداری مرکب از پنج نقطه، نمونه گیاه برداشته شده و پس از مخلوط نمونه‌ها یک نمونه از آن در نظر گرفته شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. در هر مزرعه(چغندر، شلغم، پیاز، کرفس، به، گندم و برنج) سه نمونه مرکب و تصادفی از خاک سطحی(عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری) برداشت گردید.

تجزیه آزمایشگاهی

ابتدا نمونه های خاک هوا خشک شده و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. همچنین نمونه های گیاهی به مدت ۷۳ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون قرار داده شد تا خشک شوند. غلظت عناصر سنگین در نمونه‌های خاک (USEPA, ۱۹۹۶) و نمونه‌های گیاهی (Lozano-Rodriguez et al., ۱۹۹۵) بعد از هضم مرطوب با اسید نیتریک غلیظ و آب اکسیژنه، با دستگاه جذب اتمی تعیین شد.

محاسبه احتمال خطر پذیری به بیماری ها

ارزیابی ورود مواد شیمیایی از راه خوردن

$$EDI= C\times IR\times EF\times ED\times AF\times CF/ (BW\times AT)$$

EDI: میزان جذب روزانه (mg/ kg .day)، C: غلظت آلاینده (mg/ l یا mg/ kg)، IR: میزان مصرف (mg/ day)، EF: دفعات مصرف در سال (days/ year)، ED: طول دوره مصرف (year)، BW: وزن بدن (kg)، AT: حاصل ضرب ED در تعداد روزهای سال (days)، AF: فاکتور جذب (بدون واحد)، CF: فاکتور تبدیل (10^{-6} kg/ mg). گروه هایی سنی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند دو گروه کودکان (کمتر از ۷ سال) و افراد بالغ (۵۴-۱۸) می باشند.

با استفاده از فرمول فوق میزان جذب روزانه برای هر گروه سنی بدست می آید. برای میزان مصرف دو مقدار میانگین و حداکثر در نظر گرفته شده است (USEPA،۱۹۸۹). میزان مصرف روزانه غلات برای دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ در جدول ۱ ارائه گردیده است. این مقادیر از داده های آژانس محیط زیست آمریکا(USEPA, ۲۰۰۲) و محمدی فر و همکاران (۲۰۰۶) استخراج گردید. برای سایر پارامترها از داده های آژانس محیط زیست آمریکا استفاده شد (USEPA, ۱۹۹۷).

جدول(۱) خلاصه ای از مقدار مصرف روزانه غلات، سبزیجات و خاک در دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ(گرم بر روز)

	میانگین مصرف		بیشینه مصرف	
شیوه ورود	کودک	افراد بالغ	کودک	افراد بالغ
برنج	۲۷	۱۱۰	۴۱	۱۶۵
گندم	۳۰	۱۱۰	۴۵	۱۶۰
پیاز	۹/۲	۲/۱۹	-	۵/۲۷
چغندر	۷/۳	۴/۱۰	۹/۴	۸/۱۹
شلغم	۷/۳	۴/۱۰	۹/۴	۸/۱۹
کرفس	۱/۹	۳/۲۹	۴/۱۲	۶/۴۶
به	۷/۳	۴/۱۰	۹/۴	۸/۱۹
خاک	۱/۰	۱/۰	۴/۰	-

ارزیابی ورود مواد شیمیایی از راه استنشاق ذرات معلق-۲

جذب از طریق استنشاق ذرات معلق خاک با استفاده از معادله زیر بدست می آید:

$$CDI =CS \times (1/PEF) \times IR \times F_{Inh} \times EF \times ED/BW \times AT$$

CDI: جذب روزانه (mg/kg.day)، CS: غلظت آلاینده در خاک (mg/ kg)، PEF: فاکتور پخشیدگی ذرات معلق(m^{3}/ kg)، IR: شدت استنشاق(m^{3}/ day)، F_{Inh}: نسبت استنشاق، EF: دفعات تماس ED ،((years day: دوره تماس (years)، BW: وزن بدن (Kg)، AT: میانگین زمان (days)

محاسبه پتانسیل خطر پذیری (HQ)

پتانسیل خطر پذیری(HQ) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد(USEPA, ۱۹۸۹).

$$HQ=EDI/RFD.$$

EDI: میزان جذب در روز (mg/kg.day)

.RFD: میزان مرجع برای سرب و کادمیوم به ترتیب ۰۰۳۵/۰ و ۰۰۱/۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن انسان در روز در نظر گرفته شده است (USEPA, ۲۰۰۷).

$$\text{Inhalation Hazard Quotient}=CDI/RFD_{ABS}$$

$$RFD_{ABS}=RFD.\times ABS_{GI}$$

CDI: مقدار جذب (mg/kg.day)، ABS_{GI} : برای سرب و کادمیوم ۰۱/۰ می‌باشد.
اگر مقدار HQ بزرگتر از یک باشد، احتمال خطر پذیری افراد به بیماری های غیر سرطانی وجود دارد.

محاسبه ارزیابی تجمعی خطر (HI)

ارزیابی کل یا ارزیابی تجمعی خطر بیماری های غیر سرطانی از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد (USEPA, ۲۰۰۷).

$$HI = THQ = Sum\,[HQ]$$

نتایج و بحث

غلظت فلز سرب و کادمیوم در گیاهان منطقه مورد مطالعه

مقادیر میانگین، بیشینه و کمینه غلظت فلز سرب در محصولات زراعی مورد مطالعه در جدول (۲) ارائه گردیده است.

جدول(۲) مقادیر میانگین، بیشینه و کمینه فلز سرب و کادمیوم در گیاه و خاک(میلی گرم بر کیلوگرم)

مواد مصرفی	میانگین	بیشینه	کمینه	میانگین	بیشینه	کمینه
	سرب			کادمیوم		
برنج	۸۱/۷	۵۱/۱۴	۸۲/۲	۱۵/۰	۲۵/۰	۰
گندم	۳۱/۲	۳۳/۲	۳۰/۲	۱۲۴/۰	۱۲۵/۰	۱۲۴/۰
پیاز	۴۰/۳	۴۲/۳	۳۹/۳	۲۴/۰	۲۵/۰	۲۴/۰
چغندر	۲۸/۱	۹۴/۱	۰	۳۲/۰	۳۷/۰	۲۵/۰
شلغم	۱۰/۲	۳۱/۲	۸۱/۱	۲۵/۰	۲۵/۰	۲۵/۰
کرفس	۵۲/۳۵	۵۸/۳۵	۴۳/۳۵	۰۳/۱	۱/۱	۱
به	۷۳/۰	۸/۰	۶/۰	۱۲۴/۰	۱۲۵/۰	۱۲۳/۰
خاک	۱۸/۷۱	-	-	۵۷/۱	-	-

جذب روزانه سرب و کادمیوم

مقایسه مقادیر جذب روزانه برای سرب در جدول ۳ نشان می دهد که برای هر دو گروه سنی در بین غلات، برنج با میزان جذب ۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز و در بین سبزیجات کرفس با میزان جذب ۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز، بیشترین مقدار جذب را به خود اختصاص داده اند. یگانه در سال (۱۳۹۱) در تحقیق خود مشاهده نمود که در بین غلات میزان جذب سرب از طریق مصرف گندم در استان همدان مهمترین مسیر ورود سرب به بدن انسان است. میزان مجاز ورود سرب به بدن طبق استاندارد جهانی (۱۹۹۳) WHO روزانه ۶/۳ میکرو گرم بر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد که در مقایسه با نتایج تحقیق حاضر میزان جذب روزانه سرب بدست آمده بیش از حد مجاز اعلام شده می‌باشد. در رابطه با کادمیوم نیز میزان مجاز ورود کادمیوم به بدن طبق استاندارد جهانی (۱۹۹۳) WHO، روزانه ۱ میکرو گرم بر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد، بنابراین در تحقیق حاضر میزان جذب روزانه کادمیوم بیشتر از حد مجاز اعلام شده است.

مقدار مبنا برای جذب از طریق استنشاق ذرات خاک برای سرب و کادمیوم به ترتیب $۰۵/۵\times۱۰^{-۳}$ و $۷/۵\times۱۰^{-۳}$ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز می‌باشد(WHO, ۱۹۹۳). بنابراین در هر دو فلز، میزان جذب از طریق استنشاق ذرات معلق کمتر از مقدار مبنا است.

جدول(۳) میانگین و بیشینه جذب سرب و کادمیوم (میکرو گرم بر کیلو گرم وزن بدن در روز) از مسیرهای هضم و استنشاق ذرات معلق

		سرب				کادمیوم			
	محیط تماس	کودک	میانگین فرد بالغ	کودک	بیشینه فرد بالغ	کود ک	میانگین فرد بالغ	کودک	بیشینه فرد بالغ
غلات	برنج	۱۰	۱۰	۱۰	۲۰	۲۳/۰	۳۶/۰	۲۶/۰	۳۹/۰
	گندم	۱/۴	۰۸/۴	۱۵/۶	۹۳/۵	۲۱/۰	۲۱/۰	۳۲/۰	۳۱/۰
	پیاز	۵۸/۰	۰۴/۱	-	۴۹/۱	۰۴/۰	۰۷/۰	-	۱۱/۰
سبزیجات	چغندر	۲/۰	۱۵/۰	۲۷/۰	۳/۰	۰۶/۰	۰۵/۰	۰۸/۰	۰۹/۰
	شلغم	۴۴/۰	۳۴/۰	۵۹/۰	۶۵/۰	۰۵/	۰۴/۰	۰۷/۰	۰۷/۰

		۱۰	۱۰	۲۰	۲۰	۵/۰	۴۶/۰	۷۳/۰	۷۴/۰
میوه	کرفس	۰۲/۳	۰۲/۱	۷۱/۴	۵۹/۱	۴۷/۰	۱۶/۰	۷۳/۰	۲۴/۰
خاک	بلع	۱۹/۱	۱/۰	۲۱/۱	۲۱/۰	۰۲/۰	۰۱۳/۰	۴/۱	۰۱/۰
	استنشاق ذرات معلق	-	-	۱۵/۲×۱۰$^{-۴}$	۴۲/۲×۱۰$^{-۵}$	-	-	۵۵/۷×۱۰$^{-۷}$	۰۹/۴×۱۰$^{-۷}$

پتانسیل خطرپذیری سلامت در اثر مصرف سرب و کادمیوم

پتانسیل خطرپذیری (HQ) سرب و کادمیوم برای دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ در اثر مصرف غلات، سبزیجات، میوه، خاک و استنشاق ذرات معلق در جدول ۴ ارائه شده است. احتمال خطر ناشی از جذب سرب در اثر مصرف برنج، گندم و کرفس بالاتر از ۱ است. بنابراین در صورتی که ساکنان منطقه تنها از یکی از این غلات و کرفس استفاده کنند سلامتی آنها به خطر می‌افتد. همچنین مقادیر HQ ناشی از جذب کادمیوم در اثر مصرف هر یک از غلات و سبزیجات در هر دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ به تنهایی کوچکتر از یک است. این نتایج نشان می دهد که مصرف هر یک از این محصولات به تنهایی سلامت مصرف کننده را به خطر نمی اندازد.

مقادیر تجمعی پتانسیل خطر پذیری(THQ) سرب برای هر دو گروه سنی بالاتر از ۳ بدست آمده است و نشان می دهد که مصرف کنندگان این محصولات از نظر سلامتی در معرض خطر جدی هستند. همچنین مقادیر میانگین THQ کادمیوم برای کودکان و افراد بالغ نشان می دهد که این دو گروه سنی در صورت جذب کادمیوم از این مسیرها در کمینه خطر هستند.

جدول(۴) میانگین و بیشینه پتانسیل خطر پذیری ناشی از مصرف سرب و کادمیوم از مسیرهای هضم و استنشاق (HQ) ذرات معلق

		سرب				کادمیوم			
	محیط تماس	میانگین		بیشینه		میانگین		بیشینه	
		کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ
غلات	برنج	۸۵/۲	۸۵/۲	۸۵/۲	۷۱/۵	۲۳۸/۰	۲۶۴/۰	۳۶۲/۰	۳۹۶/۰
	گندم	۱۸/۱	۱۶/۱	۷۵/۱	۶۹/۱	۲۱۹/۰	۲۱۸/۰	۳۲/۰	۳۱۷/۰
	پیاز	۱۶/۰	۲۹/۰	-	۴۲/۰	۴۲/۰	۰۷۶/۰	-	۱۱/۰
سبزیجات	چغندر	۰۵۹/۰	۰۴۵/۰	۰۷/۰	۰۸۵/۰	۰۶۷/۰	۰۵۱/۰	۰۸۹/۰	۰۹۸/۰
	شلغم	۱۲۸/۰	۰۹۷/۰	۱۷/۰	۱۸/۰	۰۵۴/۰	۰۴۱/۰	۰۷۲/۰	۰۷۹/۰
	کرفس	۸۵/۲	۸۵/۲	۷۱/۵	۷۱/۵	۸۹/۵×۱۰$^{-۳}$	۶/۱×۱۰$^{-۳}$	۷۳/۰	-
میوه	به	۸۶/۰	۲۹/۰	۳۴/۱	۴۵/۰	۴۷۱/۰	۱۶/۰	۳۴/۱	۲۴/۰
خاک	بلع	۱۲/۰	۰۳۳/۰	۴۳/۰	-	۲۷/۷×۱۰$^{-۳}$	۲۳/۰	۷۲/۰	-
	استنشاق ذرات معلق	-	-	۷۶/۰	۳۱/۱×۱۰$^{-۳}$	-	-	۳۱/۱×۱۰$^{-۴}$	۱۴/۷×۱۰$^{-۵}$

منابع

جلیلی، م. و خاکپور، ا. ۱۳۸۵. اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، ۱۲ صفحه.

محمدیان فضلی، م، نوری، ج. افشاری، ن. نصیری، ج. و نورانی، م. ۱۳۸۷. بررسی غلظت فلزات سنگین در چاه های آب مجاور کارخانه سرب و روی زنجان. تهران. دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط، جلد اول، صفحه ۵۱ تا ۵۶.

ناظمی، س. عسگری، ع. و راعی م. ۱۳۸۹. بررسی مقدار فلزات سنگین در سبزیجات پرورشی حومه شهر شاهرود. مجله سالامت و محیط، جلد سوم، صفحه ۱۹۵تا ۲۰۲.
یگانه، م. ۱۳۹۱. مدلسازی روند انباشت عناصر سنگین در خاک های سطحی استان همدان و تعیین خطر پذیری ناشی از آن برای سلامت انسان. رساله دکتر خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). ۲۰۰۳. Toxicological profile for fluorides, Hydrogen fluoride, and Fluorine. Available at http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp۱۱-p.pdf
Kumar V. and Gill K. D. ۲۰۰۹. Aluminium neurotoxicity and oxidative aspects. Arch Toxicology, ۸۳(۱۱): ۹۶۵-۹۷۸. Doi: ۱۰. ۱۰۰۷/s۰۰۲۰۴-۰۰۹-۰۴۵۵-۶.
Lozano-Rodriguez E., Luguera M. and Lucena J. ۱۹۹۵. Evaluation of two different acid digestion methods in closed systems for trace element determinations in plants. Quimica Analitical, ۱۴: ۲۷-۳۰.
USEPA (US Environmental Protection Agency). ۲۰۰۷. Integrated Risk Information System-database. USEPA,Washington, D. C.
USEPA (US Environmental Protection Agency). ۱۹۸۹. Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual Part A. EPA/۵۴۰/۱-۸۹/۰۰۲. Office of Health and Environmental Assessment, Washington, DC, USA.
USEPA (United States Environmental Protection Agency).۱۹۹۶. Method ۳۰۵۰B: Acid digestion of sediments, sludges and soils (revision ۲)
USEPA (US Environmental Protection Agency). ۱۹۹۷, Exposure Factor Handbook. National Center for Environmental Assessment. EPA/۶۰۰/۸-۸۹/۰۴۳. Office of Health and Environmental Assessment, Washington, DC, USA.
USEPA (US Environmental Protection Agency). ۲۰۰۲, child Specific Exposure Factors Handbook. Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume ۱: Human Health Evaluation Manual (Part A). EPA/۵۴۰/۱-۸۹۰۰۰۲. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, DC, USA.
WHO, World Health Organization. ۱۹۹۳. Evaluation of certain foodadditives and contaminants (۴۱st report of the join FAO/WHO expert committee on food additives). WHO Tech. Reports Series No. ۸۳۷.
Zhuang P., Li A., Zou B., Xia H. and Wang G. ۲۰۱۳. Heavy metal contamination in soil and soybean near the Dabaoshan Mine, South China. Pedosphere, ۲۳(۳): ۲۸۹-۳۰۴.

Abstract

The soil samples were collected from ۰-۲۰ cm of surface layer at three replicates from the fields. Plant species namely rice, wheat, onions, beet, turnip, celery and quince were collected from the fields in three replicates. The total concentrations of Pb and Cd in soil were found to be ۷۱.۱۸ and ۱.۵۷ mg kg^{-1} The Pb concentrations in rice, wheat, onions, beets, turnips, celery and quince were ۷.۸۱, ۲.۳۱, ۳.۴۰, ۱.۲۸, ۲.۱۰, ۳۵.۵۲ and ۰.۷۳۱ mg kg^{-1}, respectively. These values for cadmium were ۰.۱۵, ۰.۱۲۴, ۰.۲۴, ۰.۳۲, ۰.۲۵, ۱.۰۳ and ۰.۱۲۴ mg kg^{-1}, respectively. The daily intake of lead and cadmium were ۲۶.۷۴ and ۱.۸۵ $\mu g\ kg^{-1}day^{-1}$ for adults and ۲۹.۵۵ and ۱.۶۴ $\mu g\ kg^{-1}day^{-1}$ for children. The hazard index (HI) mean values for Pb and Cd show that the consumption of the entire foodstuff can lead to potential health for children and adults in the region.

تاثیر کود سوپرفسفات و ورمي‌کمپوست بر جزءبندی فسفر در یک نوع خاک آهکی

نجمه مقیمی اسفندآبادی [۱]، علیرضا حسین پور [۲]، حمیدرضا متقیان [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد

چکیده
تولید ورمی کمپوست روشی کارا برای مدیریت مصرف ماده آلی است. برای بررسی تأثیر کود شیمیایی و ورمی کمپوست بر جزءبندی فسفر در یک خاك آهکی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. این تحقیق شامل دو فاکتور ورمی کمپوست (۰، ۵/۰ و ۱ درصد)، کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر) بود. پس از اعمال تیمارها نمونه‌های خاك به مدت پنج ماه در انکوباتور نگهداری شدند. پنج ماه پس از خوابانیدن، جزء بندی فسفر معدنی با روش جیانگ و گو تعیین شد. نتایج پژوهش نشان داد که با افزودن کود شیمیایی فسفر و ورمی کمپوست، فسفر آلی و معدنی تغییر یافت.

واژه‌های کلیدی: فسفر، کود شیمیایی ، ورمی کمپوست، جزء بندی

مقدمه
فسفر یکی از عناصر پرمصرف برای گیاهان می‌باشد که کمبود آن باعث ایجاد محدودیت در رشد گیاه و عملکرد محصول در بسیاری از زمین‌های کشاورزی می‌شود. شیمی فسفر جزء مسائل پیچیده در خاک می‌باشد. این پیچیدگی بدلیل پیوندهایی که فسفر می‌تواند با فاز جامد آلی و غیر آلی برقرار کند، جذب فسفر توسط گیاهان و ریز جانداران، بازگشت از موادآلی پوسیده به خاک و آهسته بودن سرعت بسیاری از واکنش‌های مربوط به فسفر می‌باشد (سالاردینی، ۱۳۸۲). غلظت فسفر در اندام‌های گیاهان با غلظت فسفر در محلول خاک رابطه نزدیکی دارد. استخراج و اندازه‌گیری دقیق مقادیر فسفری که گیاه از خاک جذب می‌کند امکان پذیر نیست، اما می‌توان به روش های مختلف اجزایی از فسفر خاک را استخراج نمود که با فسفر جذب شده همبستگی داشته باشد (آبرامس وجارل، ۱۹۹۲).

عصاره‌گیری جزء به جزء، یک روش مناسب برای ارزیابی وضعیت فسفر در خاک و توانایی خاک در فراهمی فسفر برای گیاه می‌باشد. زیرا فراهمی فسفر برای گیاه، به جایگزین شدن فسفر قابل‌دسترس توسط اجزای مختلف فسفر وابسته است (لوپز و گارسیا، ۲۰۰۱)، پس می توان گفت قابلیت جذب فسفر برای گیاه به مقدار شکل‌های مختلف فسفر بستگی دارد. در نتیجه تعیین شکل‌های مختلف فسفر، آن دسته از اجزایی را که در طی آزاد شدن فسفر در طول مدت عصاره‌گیری فسفر قابل جذب نقش دارند را مشخص می‌کند. بنابراین مطالعات جداسازی اجزای مختلف فسفر برای بدست آوردن اطلاعات در مورد پتانسیل فسفر قابل جذب و تحرک فسفر خاک مفید است.

بیشترین مقدار فسفر قابل استفاده در خاك در محدوده pH ۵/۶ تا ۵/۷، می‌باشد. در خاکهای آهکی که pH خاك بالای ۷ است و میزان بالایی کلسیم دارد، با تشکیل فسفات‌های کلسیم، باعث تثبیت فسفر شده و از قابلیت جذب آن برای گیاه می‌کاهد در نتیجه مطالعه فسفر قابل‌استفاده در کشاورزی بسیار مهم است (الیوت و همکاران ۲۰۰۳).

کودهای آلی به‌دلیل غنی بودن از عناصر نیتروژن و فسفر و عناصر کم نیاز در گذشته مورد توجه بوده‌اند اما با استفاده مستمر کودهای شیمیایی و مشاهده پاسخ سریع‌تر گیاه در جهت رفع نیازهای تغذیه‌ای به کود شیمیایی نسبت به کود آلی، کشاورزان نیز به استفاده از کودهای شیمیایی روی آورده‌اند و این امر منجر به کاهش اهمیت کودهای آلی گردیده است (حلوایی به نقل از شیروانی، ۱۳۸۰).

مواد آلی انواع مختلفی شامل کودهای مرغی، اصطبلی، کودسبز، باقیمانده محصولات زراعی، پسابهای خانگی، لجن فاضلاب‌های صنعتی و شهری، کمپوست، ورمي‌کمپوست و...دارند (گارك و باهل، ۲۰۰۸ و ماهانتی و همکاران، ۲۰۰۶). تمامی این کودهای آلی می‌توانند در افزایش حاصلخیزی خاك موثر، باشند اما امروزه استفاده از ورمي‌کمپوست به‌دلیل برتري‌هایی که نسبت به سایر کودهای آلی دارد از جمله نداشتن بو و فاقد علفهای هرز، قارچ‌ها و ریزجانداران بیماریزا، قابلیت بالای نگهداری آب و مواد غذایی، بالابودن میزان عناصر اصلی غذایی در مقایسه با سایر کودهای آلی، فراوری آسان و سریع‌تر از کمپوست آلی و همچنین ساختمان مناسب رواج پیدا کرده است (اله دادی، ۱۳۸۶).

از آنجا که درکشور ما درصد مواد آلی، در بیش از ۶۰ درصد از خاک‌ها، کمتر از یک درصد است و به دنبال آن استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، به منظور افزایش کارایی استفاده از فسفر، کاربرد منابع آلی به صورت جداگانه و یا همراه با کودهای شیمیایی درمدیریت حاصلخیزی خاک ضروری می‌باشد. بنابراین بررسی برهمکنش تأثیر ورمي‌کمپوست (کودآلی) و کودشیمیایی بر جزءبندی فسفر می‌تواند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده سازی خاک

برای این آزمایش یک خاک آهکی با بافت ریز از استان چهارمحال و بختیاری و از عمق ۳۰-۰ سانتي‌متری جمع‌آوری گردید. پس از هوا خشک کردن نمونه‌ها را از الک ۲ میلي‌متری عبور داده و سپس ویژگی فیزیکی خاک مانند بافت خاک به روش هیدرومتری (گی و باودر، ۱۹۸۶) تعیین شد. برخی خصوصیات شیمیایی خاك از قبیل قابلیت هدایت الکتریکی (رودز، ۱۹۹۶)، pH (توماس، ۱۹۹۶)، گنجایش تبادل کاتیونی (سامنر و میلر، ۱۹۹۶)، کربن آلی به روش اکسایش تر (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲)، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی کردن کربنات کلسیم با اسیدکلریدریك و تیتراسیون اسید اضافی با سود (لاپرت و اسپارکز، ۱۹۹۶)، فسفر کل با روش هضم با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک (سامرز ونلسون، ۱۹۷۲) و مقدار فسفر قابل استفاده پس از عصاره‌گیری با روش اولسن (اولسن و سامرز، ۱۹۸۲) با روش رنگ سنجی اندازه‌گیری شد (مورفی و رایلی، ۱۹۶۲).

تهیه و آماده سازی ورمی کمپوست

برای تهیه ورمي‌کمپوست ابتدا کود دامی پوسیده شده الک و شست و شو شد. سپس کرم‌های خاکی، گونه EiseniaFoetida، به این بستر افزوده شد. پس از گذشت مدت زمان لازم ورمی‌کمپوست تولیدشده را هوا خشك نموده و از الك ۱ میلي‌متری عبور داده و برخی خصوصیات شیمیایی نمونه ورمي‌کمپوست، شامل قابلیت هدایت الکتریکی (رودز، ۱۹۹۶) pH(توماس، ۱۹۹۶)، فسفر کل با روش هضم با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک (سامرز و نلسون، ۱۹۷۲) کربن آلی به روش اکسایش تر (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲) تعیین شد.

مطالعه تأثیرورمی کمپوست و کودشیمیایی بر جزءبندی فسفر

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. این تحقیق شامل دو فاکتور: ورمی کمپوست (۰، ۵/۰ و ۱ درصد)، کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل (۰، ۲۵ و ۵۰ میلي‌گرم بر کیلوگرم فسفر) بود. پس از اعمال تیمارها رطوبت خاک‌ها به ۲۰ درصد وزنی رسانده شد و خاك‌ها به مدت پنج ماه در دمای ۲۵ درجه سانتي‌گراد در انکوباتور نگهداری شدند. در این مدت با وزن کردن روزانه نمونه‌ها رطوبت خاك در ۲۰ درصد وزنی ثابت نگه داشته شدند. پنج ماه پس از خوابانیدن، نمونه‌های خاک هوا خشک و جزءبندی فسفر معدنی با روش جیانگ وگو، (۱۹۸۹) تعیین گردید. همچنین فسفر کل از روش هضم با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک (سامرز ونلسون، ۱۹۷۲) و فسفر آلی به روش عصاره‌گیری با اسید سولفوریک اندازه‌گیری شد (کو، ۱۹۹۶).

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی کمپوست مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های مطالعه شده و ورمی کمپوست

	پ-هاش*	بافت	قابلیت هدایت الکتریکی*	گنجایش تبادل کاتیونی	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	فسفرقابل استفاده	فسفر کل
			$dS.m^{-1}$	$Cmolc.kg^{-1}$	%	%	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$
خاک ریز بافت	۹/۷	رسی	۳۱/۰	۲۲	۲/۱	۱۲/۴۴	۰۲/۳۴	۱۲/۶۷۱
ورمی کمپوست	۲/۷	-	۷۵/۲	-	۰۳/۴۵	-	۱۳۰	۵۶/۱۸۸۰

*درعصاره ۱ به ۲ خاک به آب

جدول ۲. میانگین اثر تیمارها بر اجزاء فسفر (میلی گرم در کیلوگرم) در پایان انکوباسیون

کود شیمیایی ($mg\ P.kg^{-1}$)	ورمی کمپوست (درصد) ۰	۵/۰	۱
	دی کلسیم فسفات		
۰	^{f}۰۱/۱۷	^{ef}۱۶/۱۹	^{cd}۲۹/۳۲
۲۵	^{ef}۰۹/۲۱	^{bc}۴۳/۴۰	^{bc}۲۴/۳۸

	de۹۷/۲۷	b۰۸/۴۲	a۵۰/۵۳
۵۰			
	اکتا کلسیم فسفات		
۰	c۵۵/۱۰۹	e۷۰/۹۵	e۸۹/۹۵
۲۵	de۰۸/۹۶	e۸۲/۹۵	d۱۶/۱۰
۵۰	e۸۸/۹۵	a۷۳/۱۴۶	b۶۵/۱۲۲
	فسفر پیوند شده با آلومنیوم		
۰	de۴۸/۱۵۳	cd۳۶/۱۶۶	bc۹۷/۱۸۰
۲۵	b۹۰/۱۸۹	ab۱۸/۱۹۴	cd۸۳/۱۶۹
۵۰	e۰۵/۱۳۷	a۷۶/۲۱۱	ab۱۴/۱۹۶
	فسفر پیوند شده با آهن		
۰	a۱۳/۱۴۳	cd۱۲/۹۸	d۹۴/۷۷
۲۵	d۳۵/۸۴	ab۰۷/۱۳۵	b۷۷/۱۲۱
۵۰	d۹۹/۷۹	d۶۰/۸۴	bc۸۲/۱۱۴
	آپاتایت		
۰	a۸۳/۱۴۹	ab۸۸/۱۴۳	a۵۰/۱۴۷
۲۵	a۴۸/۱۵۱	b۷۰/۱۲۹	ab۵۶/۱۳۹
۵۰	a۹۳/۱۵۱	ab۸۵/۱۳۵	ab۵۸/۱۳۸
	فسفر باقیمانده		
۰	cd۶۴/۱۳۳	e۹۴/۹۷	bc۷۶/۱۵۵
۲۵	a۶۹/۲۰۷	bc۴۷/۱۵۵	b۹۰/۱۷۲
۵۰	de۱۸/۱۰۹	cde۲۴/۱۲۴	bc۳۸/۱۴۶
	فسفر آلی		
۰	f۵۶/۱۱۳	d۴۹/۱۳۴	b۵۹/۱۵۰
۲۵	e۸۱/۱۲۱	cd۲۵/۱۳۸	a۴۹/۱۵۹
۵۰	e۵۰/۱۲۱	c۰۵/۱۴۲	a۲۳/۱۶۱
	فسفر کل		
۰	f۶۲/۸۶۵	ef۶۴/۸۷۱	cd۷۳/۸۸۴
۲۵	de۳۰/۸۸۰	c۱۹/۸۹۵	b۵۰/۹۱۵
۵۰	b۵۶/۹۱۳	ab۹۲۴	a۶۴۷/۹۳۶

.میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر اجزاء فسفر نشان داد که اثر نوع کود بر اجزاء فسفر در سطح ۰۰۱/۰ درصد معنی‌دار شده است. میانگین اثر تیمارها بر اجزاء فسفر در پایان انکوباسیون در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد با افزودن کود شیمیایی و ورمی کمپوست اجزاءفسفر خاک در مقایسه با تیمار شاهد تغییر کرد. علاوه بر این تاثیر منبع آلی و شیمیایی بیشتر از منبع آلی و شیمیایی به تنهایی بود. دی کلسیم فسفات به شکل قابل جذب می باشد. اثر متقابل کود شیمیایی و ورمی کمپوست بر دی کلسیم فسفات معنی دار بود. این نتیجه نشان می دهد که تاثیر کود شیمیایی بروی دی کلسیم فسفات به حضور ورمی کمپوست بستگی دارد و حضور ورمی کمپوست مانع تبدیل دی کلسیم فسفات به اشکال دیگر می شود. تأثیر متفاوت ماده آلی افزوده شده به خاک می‌تواند به دلیل تجزیه آن در طول زمان به وسیله ریزجانداران باشد.

منابع

حلوایی م. ۱۳۸۹. اثر کمپوست شهری و کود مرغی برقابلیت استفاده و جزء بندی فسفر در تعدادی از خاک‌های استان چهارمحال و بختیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
سالار دینی ع. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک (چاپ ششم). انتشارات دانشگاه تهران.
اله دادی ا. ۱۳۸۶. تولید ورمي‌کمپوست وفراورده‌های جانبی آن. انتشارات دانشگاه تهران.

Abrams M. M. and Jarell W. M. ۱۹۹۲. Bioavailability index for phosphorus using ion-exchange resin impregnated membranes. Soil Science Society of America Journal ۵۶:۲۲۵-۲۵۲.
Elliott A. L. Davis J. G. Waskom R. M. Self J. R. and Christensen D. K. ۲۰۰۳. Phosphorus fertilizers for organic farming systems. Colorado State University, U.S. Department of Agriculture and Colorado counties cooperating ۴/۰۷.
Garg .S. and Bahl .G. S. ۲۰۰۸. Phosphorus availability to maize as in uenced by organic manures and fertilizer P associated phosphatase activity in soils. Biology and Ecology of Earthworms ۹۹:۵۷۷۳-۵۷۷۷.
Jiang B. F. and Gu Y. C. ۱۹۸۹. A suggested fractionation scheme for inorganic phosphorus in calcareous soils. Fertilizer Res. ۲۰:۱۵۹-۱۶۵.
Kuo S. ۱۹۹۶. Phosphorus. In: D. L. Sparks (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part ۳, Chemical properties. Soil Science Society of America. Madison, WI, pp ۸۶۹-۹۲۰.
Lopez-Pineiro A. and Garcia-Navarro A. ۲۰۰۱. Phosphate fractions and availability in vertisols of south-Western Spain. Soil Science ۱۶۶:۵۴۸-۵۵۶.
Mohany. S. Kumar paikaray. N. and Rajan. R. ۲۰۰۶. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*arachis hypogeal l.*)- corn (zea mays l.) sequence using radio tracer technique. Geoderma ۱۳۳:۲۲۵-۲۳۰.
Murphy J. and Rilley H. P. ۱۹۶۲. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta ۲۷: ۳۱-۳۶.
Sommers L. E. and Nelson D. W. ۱۹۷۲. Determination of total phosphorus in soils: A rapid percholoric acid digestion procedure. Soil Science Society of America Journal ۳۶: ۹۰۲-۹۰۴.

Abstract

Vermicomposting is an efficient tool to manage the ultilization of organic residuse. To investigate the effect of inorganic fertilizers andvermicompost on phosphorous fractionation in one calcareous soils a factorial experiment done in a completely randomized design with three replications. The study consisted of two factors: vermicompost (۰, ۰/۵ and ۱ mg P. kg^{-1}), triple superphosphate fertilizer (۰, ۲۵ and ۵۰ mg P. kg^{-1}). Soil samples incubated at ۲۵ ℃ for ۵ months. After that inorganic P fractionated by Jiang and Gu method.The results showed that inorganic and organic P were changed by adding chemical P fertilizer and vermicompost.

آنالیز رشد نخل روغنی در روش‌های مختلف کوددهی

عبدالحمید محبی [1]، عبدالامیر راهنما [1]
۱.عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات باغبانی پژوهشکده خرما و میوه های گرمسیری سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده
با توجه به عدم تولید پاجوش در نخل روغنی، شیوه‌های تکثیر این درخت استفاده از نهال‌های گلدانی حاصل از کشت بذور اصلاح شده و کشت بافت می‌باشد، جدای از منشاء تولید نهال، نهال‌های نخل روغنی جهت طی مراحل سازگاری، بایستی مدتی را در گلدان و تحت شرایط کنترل شده سپری کنند تا از نظر وزن و اندازه به میزان قابل قبولی رشد نمایند و سپس آماده انتقال به زمین اصلی گردند. بهینه‌سازی شرایط رشد نهال‌ها ضمن تسریع در رشد سبب می‌گردد تا نهال‌های شاداب و قوی تولید گردد. این تحقیق با هدف افزایش کارآیی مصرف کود و تاثیر آن بر رشد رویشی نهال‌های نخل روغنی در گلخانه صورت گرفت. آزمایش در قالب طرح آماری کاملا" تصادفی به روش فاکتوریل با ۵ روش مختلف کوددهی شامل شاهد (بدون مصرف کود)، مصرف خاکی، کود آبیاری، محلول‌پاشی و مصرف خاکی همراه با محلول‌پاشی بر روی نهال های گلدانی حاصل از بذر جوانه زده ۸ رقم نخل روغنی با ۳ تکرار طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰ در گلخانه موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری در اهواز اجرا گردید. نتایج نشان داد صفات رویشی اختلاف معنی داری در شیوه‌های مختلف کود دهی داشته، همچنین کلیه صفات رویشی بجز میزان کلروفیل برگ در ارقام مختلف اختلاف معنی داری داشتند. بر اساس نتایج این آزمایش شیوه کود آبیاری به سبب اینکه کود مورد نیاز نهال را به تدریج و در مدت زمان نسبتا طولانی در اختیار گیاه قرار می‌دهد، سبب افزایش میزان و دوام کلروفیل گیاه و افزایش رشد رویشی نسبت به سایر روش‌ها گردید و قابل توصیه می‌باشد.

واژه های کلیدی: ارقام، روش‌های مصرف کود، صفات رویشی، نخل روغنی

مقدمه
نخل روغنی دارای سه مرحله رشدی پیش خزانه، خزانه و زمین اصلی است. در مرحله خزانه نهال‌های بذری حدود ۱۰-۸ ماه رشد داده و شرایط آبیاری و تغذیه در این دوره خیلی مهم است. به طور کلی در سه سال اول رشد میزان مصرف کودهای نیتروژن، فسفر، پتاسیم و بر از اهمیت زیادی برخوردارند و نقش مهمی در رشد و نمو گیاه دارند(کرلی و تینکر، ۲۰۰۵). میزان مصرف کود در خرانه نخل روغنی از اهمیت زیادی برخوردار است (آدنین و اوینجی، ۲۰۰۵). از طرفی انتخاب روش مناسب کوددهی، نقش مؤثری در افزایش کارایی مصرف کود دارد. در حال حاضر، کودهای معدنی عمدتاً به روش خاك کاربرد مصرف میشوند که به دلیل شرایط نامناسب خاک‌ها از جمله آهکی بودن آن و پائین بودن کارایی مصرف کود در این روش ضرورت دارد تا روش‌های نوین کوددهی مورد بررسی قرارگیرد.
کسنر و همکاران (۱۹۸۵) با بررسی روشهای مختلف مصرف کود ازته در درختان گیلاس گزارش کردند که در روش کود آبیاری به دلیل در دسترس قرار گرفتن عنصر غذایی در زمان حداکثر فعالیت گیاه، جذب آن نسبت به سایر روش‌ها افزایش یافته است.
شارما و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی پاسخ عملکرد انگور رقم تامسون بی دانه به روش مصرف کود گزارش کردند که در روش کود آبیاری می توان با مصرف کود به میزان ۴۰ درصد میزان توصیه شده در روش مصرف خاکی، به همان میزان عملکرد دست یافت.
اسدی کنگرشاهی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی تاثیر کود آبیاری بر عملکرد و کیفیت میوه پرتقال رقم سانگین گزارش کردند که در روش کود آبیاری، مقدار کود مصرفی به مراتب کمتر از روش های آبیاری سنتی است و مصرف همزمان کودها با آب آبیاری علاوه بر کاهش میزان مصرف کود ، سبب افزایش عملکرد به میزان ۴۷ درصد در مرکبات گردیده است . با مصرف کودها به صورت خاکی عملکرد ۱۷ تن در هکتار بوده ، در حالی که در روش آبیاری قطره ای با مصرف کود در همان سطح ، عملکرد ۲۵ تن در هکتار گردید
فابری (۱۹۸۵) گزارش کرد که مصرف کودهای شیمیایی حاوی عناصر مورد نیاز گیاه از طریق سیستم آبیاری بارانی بر روی درختان گردو، باعث شده تا ارتفاع درخت و قطر تنه به ترتیب ۳۳ و ۳۸ درصد نسبت به روش مصرف خ اکی افزایش نشان دهد. همچنین ایشان با انجام یك تحقیق دیگر در مورد درختان مرکبات نشان داد که کودآبیاری مداوم در طی دو سال،باعث شده تا ارتفاع ، قطر تنه و عملکرد درخت به ترتیب ۴۴، ۵۳ و ۶/۱۳ درصد نسبت به روش مصرف خاکی افزایش نشان دهد.
در مجموع می توان گفت که بهبود شیوه کوددهی ضمن افزایش کارآیی مصرف کود، بر گیرایی و صفات رویشی نها ل ها یا به عبارت دیگر بر طول دوره کاشت در گلدان تا انتقال به زمین اصلی نیز تاثیردارد. با بکارگیری شیوه های بهینه کوددهی در نخیلات که بر اساس نتایج این آزمایش مشخص خواهد شد، می توان از تلفات منابع اقتصادی ناشی از مصرف بی رویه کود و آلودگی محیط زیست جلوگیری بعمل آورد و هزینه تولید نیز کاهش داد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق، به روش فاکتور یل با ۵ شیوه کوددهی و ۸ رقم نخل روغنی بر پایه طرح آماری کاملا تصادفی با ۳ تکرار در طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰ در گلخانه موسسه تحقیقات خرما و میوه های گرمسیری در اهواز اجرا گردید. تیمارهای کوددهی شامل شاهد(بدون مصرف کود)، مصرف خاکی، کود آبیاری، محلول‌پاشی و مصرف خاکی همراه با محلول‌پاشی بود. مصرف کود بر اساس ۱۲۵گرم نیتروژن، ۶۹ گرم فسفر، و ۸۱۶ گرم پتاس بود(کرلی و تینکر، ۲۰۰۵). در روش خاکی هم زمان با کشت در زمانی که رطوبت گلدان‌ها به ظرفیت زراعی رسید،کودها به گلدان‌ها اضافه گردید. در روش کودآبیاری کودهای نیتروژنی به مدت ۸ ماه، از آبان‌ماه ۱۳۹۰ لغایت خرداد سال بعد و کودهای فسفری و پتاسی هر سه ماه یك بار شامل اوایل آبان، اوایل بهمن، اوایل اردیبهشت و اوایل مرداد از طریق آبیاری مصرف شد. با توجه به حلالیت کم کودهای فسفری و پتاسی، ابتدا این کودها با استفاده از آب ولرم در آزمایشگاه حل و سپس جهت اعمال تیمارها مورد استفاده قرار گرفت. در روش محلول‌پاشی ۶ نوبت در سال به فاصله ۲ ماه از پاییز محلول‌پاشی صورت گرفت. در روش مصرف خاکی همراه با محلول‌پاشی نیمی از کود به صورت خاکی و نیم دیگر به صورت محلول‌پاشی مصرف گردید. ارقام مورد بررسی در این آزمایش شامل ۱۵ اصله نهال بذری از هر یک از ۸ رقم اصلاح شده و برتر نخل روغنی با صفات ویژه‌ای مانند تحمل بالا نسبت به شرایط پرتنش محیطی و عملکرد میوه و درصد روغن بالا بود (جدول ۱).

در پاییز ۱۳۹۰ نهال های ۹ ماهه تولیدشده تحت شرایط یکنواخت و کنترل شده در گلخانه قرنطینه به گلدان هایی با حدود ۱۶۰۰۰ سانتی متر مکعب خاک منتقل و تیمارهای کودی اعمال گردید. از زمان اعمال تیمارها به فاصله زمانی سه ماه یک بار، صفات رویشی شامل ارتفاع نهال، ارتفاع و قطر ساقه اندازه گیری و ثبت گردید. آبیاری و تمامی نکات به زراعی برای همه تیمارها در سطح یکسان انجام گردید. در پایان دوره آزمایش نیز کلیه صفات رویشی شامل ارتفاع نهال(فاصله کف گلدان تا انتهای ترین نقطه برگ گیاه در حالت عمودی) ، قطر ساقه(قطر نقطه وسط ساقه)، تعداد برگ(برگ‌هایی که بیش از پنجاه درصد آن‌ها کامل شده بود)، و میزان کلروفیل ۵ برگچه از برگچه‌های وسط برگ در هر تیمار با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج مدل MinoltaSpad-۵۰۲، ساخت کشور ژاپن به صورت تکرار دار اندازه گیری و ثبت شد. تجزیه و تحلیل دادهها توسط نرم افزار MSTATCو مقایسه میانگینها از طریق آزمون دانکن و نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل ۲۰۰۷ رسم گردید.

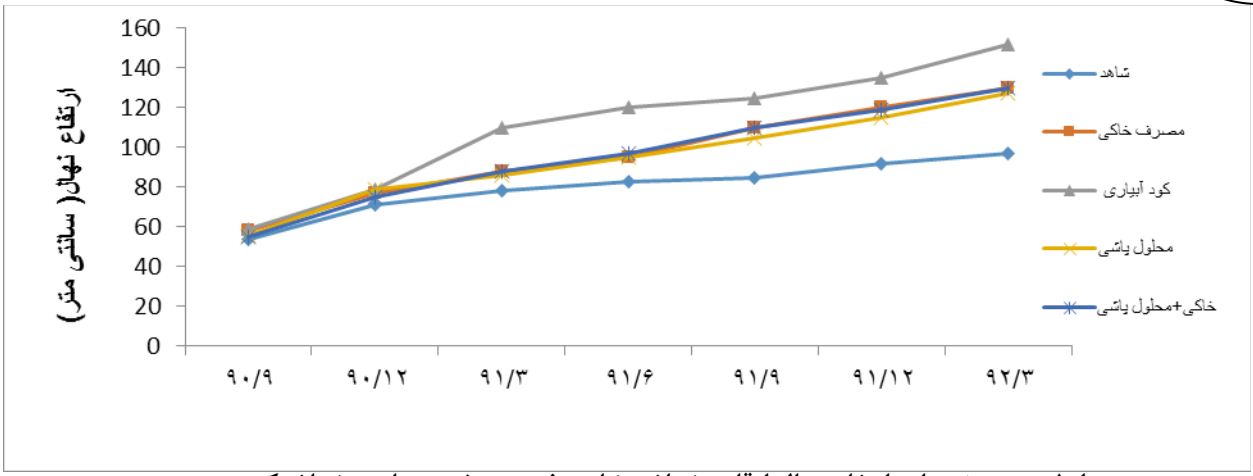
جدول ۱- ارقام نخل روغنی مورد استفاده در آزمایش

ردیف	نام رقم	مخفف
۱	Deli x Ghana	DG
۲	Deli x Nigeria	DN
۳	Tanzania x Ekona	TE
۴	Bamenda x Ekona	BE
۵	Compact x Ghana	CG
۶	Compact x Nigeria	CN
۷	Deli x Compact	DC
۸	Amazon	AM

نتایج و بحث

۱ -ارتفاع نهال

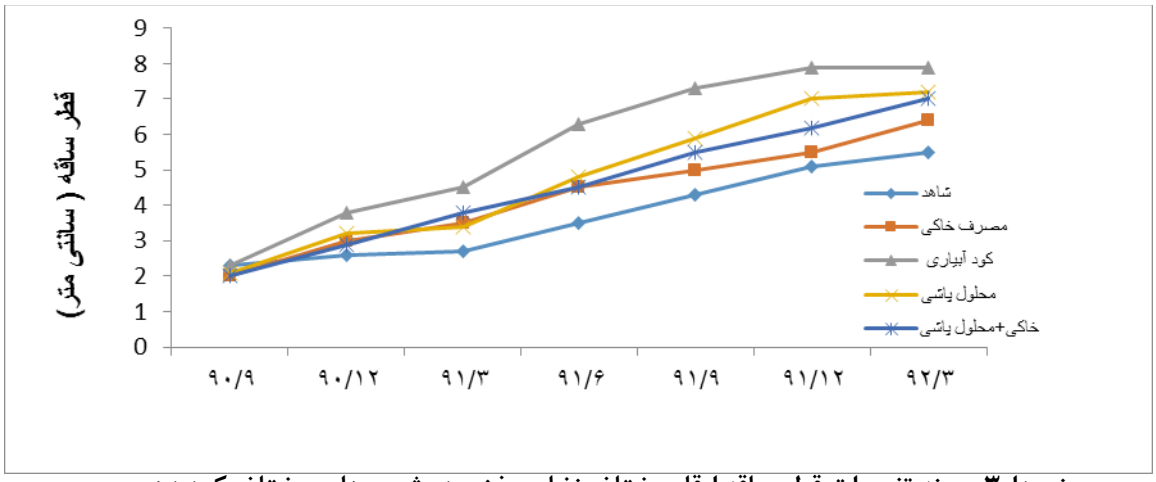
بررسی روند تغییرات ارتفاع ساقه نهال‌های نخل روغنی بر اساس داده برداری های متوالی انجام شده طی دو سال آزمایش نشان داد، در ابتدای آزمایش و در اولین نمونه برداری تفاوتی بین ارتفاع نهال تیمارهای مختلف وجود نداشت، پس از اعمال تیمار شیوه مصرف کود به تدریج بین تیمارهای مختلف کودی تفاوت رشد مشاهده گردید و اختلاف معنی دار وجود داشت. این تفاوت رشد از حدود ۳ ماه پس از اعمال تیمار به خوبی نمایان و تا پایان دوره آزمایش مشاهده گردید. بیشترین رشد رویشی ارتفاع نهال پس از سومین نمونه‌برداری تا انتهای دوره آزمایش به شیوه کود آبیاری تعلق داشت. مقایسه میانگین‌های ارتفاع نهال در انتهای آزمایش بوسیله آزمون دانکن نیز نشان داد که بیشترین ارتفاع نهال معادل ۹/۱۳۸ سانتی‌متر در گروه a در تیمار کود آبیاری و کمترین ارتفاع نهال معادل ۰/۱۰۴ سانتی‌متر و گروه d در تیمار شاهد تولید گردید(نمودار ۱). این نتیجه نشان دهنده تاثیر مثبت و معنی دار شیوه مصرف کود آبیاری در بهبود رشد رویشی نهال‌های گلدانی نخل روغنی مستقر در گلخانه بود. ارتفاع نهال یکی از مشخصات تعیین کننده رشد رویشی گیاهان می‌باشد. اگر شرایط محیطی مناسب باشد گیاه با استفاده از شرایط محیطی رشد رویشی مناسبی خواهد داشت و ارتفاع نهال افزایش می‌یابد، بر عکس وجود هر گونه تنش زنده یا غیر زنده در محیط رشد گیاه ، با تاثیر گذاری منفی بر رشد رویشی سبب می‌گردد تا نهال‌هایی با ارتفاع کمتر تولید گردد. نور و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند بهبود مصرف نیتروژن توسط نخل روغنی باعث افزایش ارتفاع نخل روغنی می شود.



نمودار ۱ - روند تغییرات ارتفاع نهال ارقام مختلف نخل روغنی در شیوه های مختلف کود دهی

۲- قطر ساقه

بررسی روند تغییرات قطر ساقه شیوه‌های مختلف کوددهی نشان داد در ابتدای آزمایش و اولین مرحله نمونه‌برداری بین قطر ساقه تیمارهای مختلف تفاوت چندانی وجود نداشت. اما پس از اعمال تیمار کوددهی تفاوت بین تیمارها به‌تدریج مشخص و اختلاف معنی دار بین تیمارها وجود داشت(جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نیز نشان داد که بین میانگین قطر ساقه شیوه‌های مختلف کوددهی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت بیشترین قطر ساقه معادل ۳/۷ سانتی‌متر در تیمار کود آبیاری و کمترین آن معادل ۱/۵ سانتی‌متر در تیمار شاهد تولید گردید. نتایج فوق تایید کننده اثرات مثبت کوددهی نهال‌های نخل روغنی به شیوه کود آبیاری بر افزایش قطر ساقه و نهایتا افزایش رشد رویشی می‌باشد(جدول ۵). متوسط قطر ساقه تیمار کود آبیاری از مرحله دوم نمونه‌برداری تا انتهای مرحله رشد از سایر تیمارهای مورد مطالعه بیشتر و تیمار شاهد در تمامی مراحل نمونه‌برداری کمترین قطر ساقه را تولید نمود. سایر تیمارهای کوددهی در حد فاصل دو تیمار فوق قرار گرفتند (نمودار ۳).

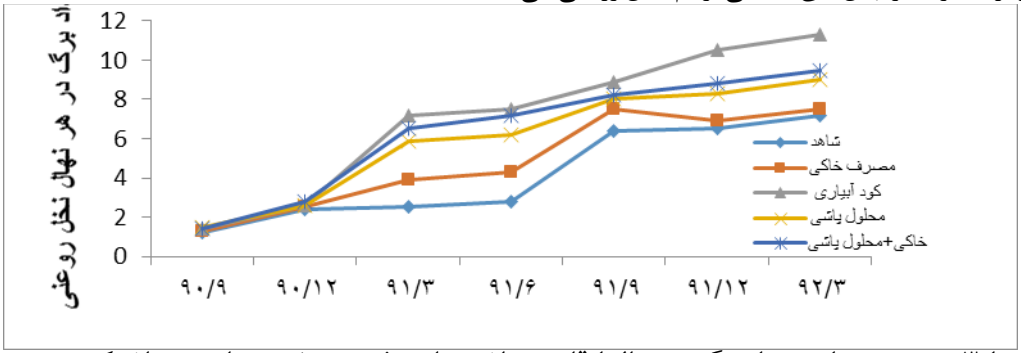


نمودار۳- روند تغییرات قطر ساقه ارقام مختلف نخل روغنی در شیوه های مختلف کود دهی

۳-تعداد برگ

تولید برگ در نهال یکی دیگر شاخص‌های تعیین کننده رشد رویشی می‌باشد. شرایط مناسب محیطی سبب می‌گردد تا تعداد بیشتری برگ در نهال تولید گردد و بالعکس شرایط محدود کننده رشد، سبب محدود شدن تولید برگ در نهال می‌گردد. تجزیه واریانس تعداد برگ در نهال نشان داد بین تعداد برگ شیوه‌های مختلف کود دهی، ارقام و اثرات متقابل آنها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین تعداد برگ در نهال شیوه‌های مختلف کوددهی بوسیله آزمون دانکن نشان داد که مطابق با روند تغییرات، بیشترین تعداد برگ در نهال در انتهای دوره آزمایش معادل ۹/۱۱ برگ در نهال در گروه a و در تیمار کود آبیاری و کمترین

آن معادل ۰/۶ برگ در گروه e و در تیمار شاهد تولید گردید(نمودار ۲). این نتیجه بیانگر تاثیر مثبت و معنی‌دار شیوه کود آبیاری بر رشد رویشی و تولید برگ در نهال‌های گلدانی ارقام نخل روغنی می‌باشد.



نمودار۳- روند تغییرات تعداد برگ در نهال ارقام مختلف نخل روغنی در شیوه های مختلف کود دهی

۴- میزان کلروفیل برگ

با توجه به اینکه کود دهی گیاه سبب افزایش میزان و دوام سبزینه برگ می‌گردد مطابق انتظار میزان کلروفیل برگ تحت تاثیر شیوه‌های مختلف کود دهی تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). بر همین اساس کمترین میزان کلروفیل برگ معادل ۵/۳۳ در تیمار شاهد یا عدم مصرف کود و بیشترین آن معادل ۳/۵۵ در تیمار کود آبیاری تولید گردید. تیمارهای مصرف خاکی بعلاوه محلول پاشی، محلول پاشی به تنهایی و مصرف خاکی به ترتیب با متوسط ۱/۴۷ ، ۳/۴۴ و ۹/۳۶ در کلاس‌های آمار c , b و d و در رده‌های بعدی قرار گرفتند. لذا کوددهی به به شیوه کودآبیاری از طریق افزایش میزان کلروفیل سبب افزایش معنی دار رشد رویشی در مقایسه با سایر روش‌ها شده است (جدول ۳). نور و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشته اند که بهبود مصرف نیتروژن باعث افزایش فسفر، پتاسیم و منیزیم برگ می شود که این خود باعث افزایش میزان کلروفیل برگ می شود.

منابع

اسدی کنگر شاهی، ع. ،ن. اخلاقی و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۶. تاثیر کود آبیاری بر عملکرد و برخی خصوصیات کیفی پرتقال سانگین. دهمین کنگره علوم خاک ایران.

Adeniyan, O. N. and Ojeniyi, S. O. ۲۰۰۵. Effect of Poultry manure. NPK ۱۵-۱۵-۱۵ and combination of their reduced levels on maize growth and soil chemical properties, Nigeria Journal of Soil Science, ۱۵:۳۴-۴۱.

Corley, R. and P. Tinker. ۲۰۰۳. The oil palm. ۴th ed. Black Well Science, Oxford, UK.

Fabry, C. J. ۱۹۸۵. fertigation with drip/trickle irrigation in the eastern United State. In: Drip/Trickle irrigation in actinic proceeding of the third international drip irrigation congress, pp, ۳۴۶-۳۵۶. Am. Soc. Of Agric-Engineers, Niles Road, USA.

Kesner, C.D., B.R. Hahn, W.M. klein, and V-F. Bralts. ۱۹۸۵. Nitrogen application with trickle irrigation on Sour cherry trees. In - Drip/ trickle irrigation in action, proceedings of the third international drip irrigation congress, pp, ۳۵۰-۳۵۶, Am. Soc. Of Agric- Engineers, Niles Road, USA.

Noor O. Ai'shah, H.G. Amir۱, Chan Lai Ken and A.R. Othman. ۲۰۰۹. Influence of Various Combinations of Diazotrophs and Chemical N Fertilizer on Plant Growth and N۲ Fixation Capacity of Oil Palm Seedlings (Elaeis guineensis Jacq). Thai Journal of Agricultural Science, ۴۲(۳): ۱۳۹-۱۴۹ available at: www.thaiagj.org

Abstract

Oil palm propagation techniques are juvenile pot plants derived from germinated seeds and tissue culture, because it doesn't produce sucker. Palm cultivation includes three phases: pre-nursery, nursery and renewal or definitive area. In the nursery stage, monitoring the conditions of irrigation and nutrition are important to ensure phenotypic quality. During the nursery stage, optimal fertilization in development of more vigorous and productive plants. This research carried out to increase fertilizer use efficiency and its impact on vegetative growth of juvenile oil palm plants in greenhouse. The experiment was conducted using a completely randomized design as a factorial experiment with five different fertilization methods of control (without fertilization), soil application, fertigation, foliar spray and soil application+ foliar spray onjuvenile pot plants derived from germinated oil palm seeds of eight

cultivars with three replications for each treatment in greenhouse of date palm and tropical fruit research institute in Ahwaz during ۲۰۱۱-۲۰۱۳. The results showed that different methods of fertilization were significantly different in vegetative growth characteristics. Also, different cultivars were significantly different in all vegetative traits except chlorophyll content.

تأثیر نانو کود کلاته آهن بر عملکرد دو رقم کاهو در کشت هیدروپونیک

صبا میرزاییان دهکردی [۱] و شهرام کیانی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاك دانشگاه شهرکرد، ۲- استادیار گروه علوم خاك دانشگاه شهرکرد

چکیده
به منظور بررسی اثر نانو کود کلاته آهن بر عملکرد کاهو، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل تیمار کودی آهن و نوع رقم کاهو در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد به صورت کشت هیدروپونیک انجام شد. تیمار کودی شامل ۶ سطح (مصرف جداگانه ۲۰ و ۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از سه منبع سکوسترین ۱۳۸ آهن، نانو کود کلات آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز و نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز) بود و رقم کاهو شامل دو رقم تجاری *California* و *Teresa* بود. نتایج نشان داد نانو کود کلاته آهن توانایی تامین آهن مورد نیاز گیاه را مثل کود سکوسترین ۱۳۸ آهن دارد. این کود همچنین توانایی تامین روی و منگنز مورد نیاز گیاه را دارد.

واژههای کلیدی: نانو کود، آهن، عملکرد، کاهو

مقدمه
آهن یکی از عناصر غذایی ضروری اما کم مصرف و کم تحرک گیاهان است که در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی حضور دارد. آهن در فرآیندهای فتوسنتزی از قبیل تشکیل کلروفیل و همچنین برای ساخت پروتئینها و تکوین کلروپلاستها در گیاه مهم است (مارشنر، ۱۹۹۵). مصرف متعادل این عنصر سبب افزایش عملکرد و بهبود کیفی گیاهان میگردد. جذب این عنصر به شدت وابسته به اسیدیته میباشد. به طوری که در پهاش اسیدی حداکثر بوده و در پهاش ۵/۶ تا ۵/۷ حداقل است. از طرفی عدم دسترسی گیاه به آهن منجر به زرد شدن برگ‌های جوان و باعث کاهش چشمگیر فتوسنتز و در نتیجه تولید محصول می‌شود. این امر نه تنها بر کشاورزی و اقتصاد تأثیر منفی دارد بلکه به کمبود آهن در بدن انسان که یکی از مشکلات تغذیه‌ای دنیای امروز است منجر خواهد شد (مارشنر، ۱۹۹۵).
هیدروپونیک فناوری کشت گیاهان در محیط بدون خاک و در محلول‌های غذایی می‌باشد. در این روش تمامی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به صورت محلول در اختیار گیاه قرار داده می‌شود. این روش در سال‌های اخیر به شدت مورد توجه کشورهای دنیا قرار گرفته به طوری که امروزه بخش قابل توجهی از محصولات کشاورزی از قبیل کاهو، گوجه فرنگی، خیار، فلفل، توت فرنگی، انواع گل و گیاهان زینتی و سبزی‌ها با این روش تولید می‌شود. در حال حاضر نیز با توجه به محدودیت اراضی کشاورزی و کمبود آب به ویژه در مناطق خشک توجه ویژه‌ای به هیدروپونیک می‌شود (ارزانی، ۱۳۸۶).
امروز مشکل کمبود منابع غذایی با توجه به افزایش روز افزون جمعیت دنیا در حال پیشرفت می‌باشد. این مشکل در کشورهای در حال توسعه بسیار بیشتر از کشورهای توسعه یافته به چشم می‌خورد. از مهمترین علل این امر حاصلخیز نبودن بسیاری از خاک‌های زیر کشت میباشد. افزایش عملکرد در محصولات کشاورزی راه حل مناسبی برای مقابله با کمبود منابع غذایی به نظر میرسد. در این بین کودهای شیمیایی نقش محوری در افزایش تولید محصولات کشاورزی ایفا می‌کنند که استفاده از این کودها آلودگی زیست محیطی زیادی را در پی دارد. به نظر میرسد استفاده از نانو کودها برای افزایش باروری، حفظ فعالیتهای بیولوژیک و سلامت اکوسیستم بهترین گزینه موجود است. نانوکودها به منظور تنظیم رهاسازی عناصر غذایی بسته به مقدار نیاز گیاهی ساخته شده و گزارش‌های موجود حاکی از آنست که کارایی آنها در مقایسه با کودهای معمول مورد استفاده در بخش کشاورزی بیشتر است (لو و همکاران، ۲۰۰۶). مهمترین ویژگی این کودها عبارت است از افزایش عملکرد و کیفیت محصول، جلوگیری از ریزش محصول و کاهش ضایعات که در نتیجه افزایش بهرهوری را به همراه دارند (پیوندی و همکاران، ۱۳۹۰؛ مظاهری نیا و همکاران (۱۳۸۸). در این رابطه کوموسا و همکاران (۲۰۰۲) و چوهورا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند کود کلاته آهن به طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد را نسبت به دیگر کودهای آهن افزایش داده است. همچنین جلالی و همکاران (۱۳۹۲) بیان کردند کاربرد نانو کود کلاته آهن در کاهو باعث افزایش معنی‌دار عملکرد نسبت به سایر کودهای آهن شده است. رزازی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعات خود نشان دادند استفاده از مقدار ۱۰ کیلوگرم نانو کود کلاته آهن باعث افزایش عملکرد زعفران به طور معنی‌داری گردیده است. پیوندی و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که جایگزینی کود آهن تولید شده با فناوری نانو در غلظت مناسب یا غلظت کمتر نسبت به سایر کودها میتواند سبب افزایش رشد کمی و کیفی گیاه ریحان شود. با توجه به موارد فوق هدف از این مطالعه بررسی تأثیر سطوح مختلف نانو کود کلاته آهن و کلات آهن Fe-EDDHA بر عملکرد دو رقم کاهو در کشت هیدروپونیک بود.

مواد و روشها
این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل تیمار کودی آهن و نوع رقم در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد روی گیاه کاهو به صورت هیدروپونیک انجام شد. تیمار کودی آهن شامل ۶ سطح بود که عبارتند از: ۱- مصرف آهن از منبع سکوسترین ۱۳۸ آهن (FeEDDHA) به مقدار ۲۰ میکرومول بر لیتر (عرف معمول)، ۲- مصرف آهن از منبع

سکوسترین ۱۳۸ آهن به مقدار ۴۰ میکرومول بر لیتر، ۳- مصرف آهن از منبع نانو کود کلاته آهن به مقدار ۲۰ میکرومول بر لیتر (با توجه به نقش این تیمار در تامین احتمالی بخشی از روی و منگنز مورد نیاز گیاه، مابقی نیاز گیاه به این دو عنصر از منابع سولفات روی و سولفات منگنز تامین شد)، ۴- مصرف آهن از منبع نانو کود کلاته آهن به مقدار ۲۰ میکرومول بر لیتر (در این تیمار با فرض عدم نقش نانو کود کلاته آهن در تامین منگنز و روی، کل روی و منگنز مورد نیاز از منابع سولفات روی و سولفات منگنز تامین شد)، ۵- مصرف آهن از منبع نانو کود کلاته آهن به مقدار ۴۰ میکرومول بر لیتر (تامین روی و منگنز مورد نیاز گیاه مشابه تیمار سوم بود)، ۶- مصرف آهن از منبع نانو کود کلاته آهن به مقدار ۴۰ میکرومول بر لیتر (تامین روی و منگنز مورد نیاز گیاه مشابه تیمار چهارم بود). لازم به ذکر است که میزان روی و منگنز در تمامی تیمارهای آزمایشی یکسان بود. همچنین ارقام کاهوی مورد استفاده نیز شامل دو رقم تجاری *Teresa* و *California* بود. فرمولاسیون عناصر غذایی مورد استفاده برای تهیه محلول غذایی بدین صورت بود. غلظت نیترات، آمونیوم، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد در محلول غذایی به ترتیب برابر با ۰/۱۹، ۱/۲۵، ۰/۲، ۰/۱۱، ۵/۴، ۰/۱ و ۲/۱ میلی‌مولار بود. همچنین غلظت عناصر کم مصرف برای مس، بور، منگنز، روی و مولیبدن به ترتیب برابر ۰/۷۵، ۳۰، ۰/۵، ۰/۴ و ۰/۵ میکرومولار بود (دکرای و همکاران، ۲۰۰۳).

پس از تهیه نشای کاهو، نشاها به ظروف حاوی محلول غذایی انتقال داده شدند و مراقبت‌های معمول در گلخانه صورت گرفت. در فاصله زمانی قبل از برداشت، شدت رنگ کاهو (یکی از شاخصهای کیفی مهم) در ۱۰ برگ از قسمت‌های مختلف بوته در هر تیمار با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج اندازه‌گیری شد. پس از گذشت ۸ هفته، بوته‌ها برداشت شده و قسمت هوایی (شاخساره) و ریشه گیاه از یکدیگر جدا شدند. بدنبال آن وزن تر نمونه‌ها توسط ترازوی رقومی اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون خشک شده و سپس وزن خشک نمونه‌ها و درصد ماده خشک آنها اندازه‌گیری و محاسبه شد. در نهایت نتایج حاصله توسط نرم افزار آماری (SAS) تجزیه و تحلیل و برای مقایسه و کلاس‌بندی میانگینها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۰۵/۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، نوع رقم کاهو بر وزن تر کاهو (عملکرد)، وزن خشک ریشه و شاخص میزان کلروفیل برگ اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد آماری داشته است. درحالی که غلظت و منبع آهن مورد استفاده تنها اثر معنیداری بر وزن تر کاهو در سطح ۱ درصد آماری داشته است. همچنین بر همکنش رقم کاهو با غلظت آهن و منبع آن بر تمامی شاخصهای مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های مورد بررسی

منبع تغیرات	درجه ازادی	میانگین مربعات						
		وزن تر کاهو	وزن تر ریشه	وزن خشک کاهو	وزن خشک ریشه	درصد ماده خشک کاهو	درصد ماده خشک ریشه	شاخص میزان کلروفیل برگ
رقم کاهو	۱	۲۶۸۹۶**	ns ۰۱/۰	ns ۳۶۱/۳	۲۵/۵**	ns ۱۱/۹	ns ۰۱۱/۰	۹۶/۷۴۵**
غلظت آهن و منبع آن	۵	۲۳۲۴۰**	ns ۷۸/۱	ns ۴۵/۱۴۴	ns ۸۷/۰	ns ۱۳/۱۵	ns ۱۵/۰	ns ۱۹/۶۰
غلظت آهن و منبع آن× رقم کاهو	۵	ns۳۳۳۰	ns ۲/۲۷	ns ۵۶/۱۴۵	ns ۲۹/۰	ns ۹۶/۳	ns ۶۳/۰	ns ۶۰/۸۳
اشتباه آزمایش	۲۴	ns ۱۴/۱۹۳۷	ns ۴۰/۰	ns ۴۷/۹۷	ns ۴۷/۰	ns ۴۱/۱۵۱	ns ۵۹/۰	ns ۸۲/۳۷

.به ترتیب معنیدار در سطح احتمال ۱% و بدون اختلاف معنیدار ns و **

نتایج حاصله از مقایسه میانگین نشان داد وزن تر کاهو در رقم *Teresa* به طور معنیداری در سطح ۵ درصد آماری بیشتر از وزن تر کاهو در رقم *California* بود. همچنین وزن خشک ریشه و شاخص میزان کلروفیل برگ در رقم *California* به طور معنیداری در سطح ۵ درصد آماری بیشتر از رقم Teresa بوده است (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین وزن تر کاهو، وزن خشک ریشه و شاخص میزان کلروفیل در ارقام کاهو

رقم کاهو	وزن تر کاهو	وزن خشک ریشه	شاخص میزان کلروفیل برگ
Teresa	A۵/۳۹۱	B۵۱/۳	B ۷۲/۱۲
California	B ۸/۳۳۶	A ۲۸/۴	A ۸۳/۲۱

.(LSD ازمون) در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند از لحاظ اماری با هم اختلاف معنی‌دار ندارند

نتایج مقایسه میانگین غلظت آهن و منبع آن بر وزن تر کاهو نشان داد کاربرد آهن با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ آهن منجر به افزایش معنیدار وزن تر کاهو در مقایسه با سایر تیمارها (به استثنای تیمار کاربرد آهن با غلظت ۲۰

میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ و کاربرد آهن با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانو کود کلات آهن) شده است. بر اساس نتایج حاصله کاربرد آهن با غلظتهای ۲۰ و ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانو کود کلات آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز منجر به افزایش معنیدار وزن تر کاهو نسبت به تیمارهای کاربرد آهن با غلظتهای ۲۰ و ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین بخشی از روی و منگنز در سطح آماری ۵ درصد شده است. در هر دو تیماری که آهن با غلظتهای ۲۰ و ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز استفاده شده بود وزن تر کاهو در مقایسه با بقیه تیمارها کاهش معنیداری داشته است. نتایج نشان داد که بالاترین وزن تر کاهو با کاربرد آهن با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ آهن و کمترین وزن تر کاهو با کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز بدست آمده است (جدول ۳). نتایج حاصله نشان داد که نانو کود کلاته آهن در تأمین بخشی از روی و منگنز مورد نیاز کاهو مؤثر بوده، این درحالی است که استفاده از آهن از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز کمترین وزن تر کاهو را باعث شده است. این امر به دلیل ایجاد سمیت روی و منگنز برای گیاه می‌باشد (جدول ۳). بر اساس نتایج به دست آمده کاربرد آهن از منبع نانو کود کلاته آهن با هر دو فرض (تأمین بخشی از روی و منگنز و عدم تأمین روی و منگنز) باعث کاهش وزن تر کاهو نسبت به سکوسترین ۱۳۸ شده است. این امر مخالف نتایج به دست آمده از آزمایشات کوموسا و همکاران (۲۰۰۲)، چوهورا و همکاران (۲۰۰۷)، پیوندی و همکاران (۱۳۹۰) و جلالی و همکاران (۱۳۹۲) بوده است. بر اساس نتایج این پژوهش نانو کود کلاته آهن به عنوان منبع آهن در تأمین آهن مورد نیاز گیاه مؤثر عمل کرده و در تأمین بخشی از روی و منگنز نیز مؤثر بوده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین وزن تر کاهو تحت تاثیر تیمار سطح کودی آهن

تیمار	وزن تر کاهو
۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع سکوسترین ۱۳۸	AB ۵۰/۴۳۴
۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع سکوسترین ۱۳۸	A ۸۳/۴۱۵
۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز	B ۰۰/۳۶۵
۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز	AB ۳۳/۳۸۷
۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز	C ۵۰/۲۷۴
۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز	C ۸۳/۳۰۷

.(LSD آزمون) در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند از لحاظ آماری با هم اختلاف معني‌دار ندارند

منابع

ارزانی، ا. ۱۳۸۶. کشت بدون خاک (هیدروپونیک) تجاری و خانگی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

پیوندی، م. پرنده، ه. و میرزا، م. ۱۳۹۰. مقایسه نانو کلات آهن با کلات آهن بر پارامترهای رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان ریحان، تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی مولکولی، جلد ۲ (شماره ۵)، صفحات ۸۹ تا ۹۸.

جلالی، م. روستا، ح.ر. و وکیلی شهر بابکی، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر نانو کلات آهن ۹%، سولفات آهن و Fe-EDDHA بر برخی شاخص‌های رشد چهار رقم کاهو در سیستم NFT. صفحههای ۱ تا ۱۱. دومین همایش حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست، ۲۴ مردادماه، دانشکده فنی شهید مفتح همدان، همدان.

خلج، ح. رزازی، ع. نظران، م.ح. لبافی حسین آبادی، م.ر. و بهشتی ب. ۱۳۸۹. مقایسه کارایی یک نانو کود آلی کلاته آهن تولید داخل با یک نمونه کود خارجی بر ماندگاری و خصوصیات کیفی خیار گلخانه ای. صفحههای ۱ تا ۶. دومین همایش ملی کاربرد نانو تکنولوژی در کشاورزی، ۱۵-۱۶ مهر ماه، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.

رزازی، ع.ر. لبافی، م.ر. خلج، ح. احیایی، ع. و نظران، م.ح. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر نانو کود کلاته آهن بر کمیت و کیفیت گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* mill). صفحههای ۱۵۰۵ تا ۱۵۰۸. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، ۲ تا ۴ مردادماه، دانشگاه آزاد اسلامیواحد کرج، کرج.

مظاهری نیا، م. آستارایی، ع. فتوت، ا. و منشی، ا. ۱۳۸۹. بررسی اثر مصرف اکسید آهن (نانو و معمولی) همرا ه با کمپوست گرانوله گوگردی بر غلظت آهن و رشد گیاه گندم. پژوهشهای زراعی ایران، شماره(۵)، صفحات ۸۸۵-۸۶۱.

Chohoura P., Kolota E. and Komosa A. ۲۰۰۷. The effect of different source of iron on nutritional value of greenhouse tomato fruit grown in peat substrate. Vegetable Crops Research Bulletin, ۶۷:۵۵-۶۱.

Komosa A., Kolota E. and Chohura P. ۲۰۰۲. Usefulness of iron chelates for fertilization of greenhouse tomato cultivated in rock wool. Vegetable Croppers, ۵۵:۳۵-۴۰.

Liu X., Feng Z., Zhang S., Zhang J., Xiao Q. and Wang Y. ۲۰۰۶. Preparation and testing of cementing nano-subnano composites of slow or controlled release of fertilizers. Scientia Agriculture Sinica, ۳۹:۱۵۹۸-۱۶۰۴.

Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effect of iron-nano chelate on the yield of two lettuce cultivars in hydroponic. A factorial experiment using completely randomized design was carried out with two factors of iron fertilizers and lettuce cultivars with three replications at Shahrekord University. Iron fertilizers were ۶ levels of ۲۰ and ۴۰ micromole/liter of iron from FeEDDHA, iron-nano chelate without applying of Zn and Mn and iron-nano chelate with application of Zn and Mn in the nutrient solution. The two lettuce cultivars used were California and Teresa. The results showed that iron-nano chelate can supply iron of lettuce cultivars like FeEDDHA. This fertilizer also has the ability to supply Zn and Mn for lettuce in hydroponic.

اثر آبیاری یک در میان متناوب جویچه ای بر روی ذرت در اصفهان

محسن دهقانی [۱]، بهزاد قربانی [۲]
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۲-دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه شهرکرد

چکیده
کاهش کمی و کیفی منابع آب آبیاری و نیاز به کشت ذرت به عنوان یکی از مهمترین منبع غذایی در کشور لـزوم تـوجه بـه افزایـش عملکرد وکارایی مصرف آب آبیاری را برای این محصول ضروری کرده است. از طرف دیگر استفاده از تکنیک هایی ماننـد کـم آبیـاری که بتوان آب مصرفی را کاهش داد بعنوان یك ضرورت انکار ناپذیر در مناطق خشك و نیمه خشك مطرح مي‌باشد. یکی از شیوه هـای کم آبیاری، روش آبیاری یک در میان متناوب جویچه ای می باشد. در این روش آب در یک طرف ردیف های کاشـت قـرار مـی گیـرد و پیاز رطوبتی پیشروی جانبی خواهد داشت و می تواند تا حدی رطوبت مورد نیاز جویچه های آبیاری نشـده را تـامین کنـد. ایـن طـرح تحقیقاتی در ایستگاه تحقیقاتی رودشت اصفهان و بصورت کرتهای یکبار خرد شده و در قالب بلوکه ای کامـل تصـادفی اجـرا گردیـد. تیمارهای اصلی شامل دو روش آبیاری کامل و آبیـاری بصـورت یـک در میـان متنـاوب جـویچه ای و تیمارهـای فرعـی شـامل آبیـاری بصورت ۱۰۰%، ۸۰% و ۶۰% نیاز خالص آبیاری در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد خشک دانه مربوط به تیمار آبیاری جویچه ای بصورت کامل و ۱۰۰ درصد نیاز آب آبیاری و معادل ۵/۹۸۱۳ کیلوگرم در هکتـار و کمـترین مقـدار مربـوط بـه روش یک در میان متناوب جویچه ای و ۶۰ درصد نیاز آب آبیـاری بـود. ایـن در حـالی اسـت کـه آب مصـرفی در روش آبیـاری یـک در میـان متناوب جویچه ای نسبت به آبیاری کامل ۶۶ درصد بود. کـارایی مصـرف آب آبیـاری در روش یـک در میـان متنـاوب جـویچه ای ۱/۱ کیلوگرم بر متر مکعب و در روش آبیاری کامل ۹۳/۰ کیلوگرم بر متر مکعـب بـود. بـا تـوجه بـه نتایـج بدسـت آمـده روش یـک در میـان متناوب جویچه ای روشی موثر و کارآمد در جهت افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری باشد.

واژه های کلیدی: آبیاری جویچه ای، آبیاری به روش یک در میان متناوب، ذرت

مقدمه
آب مهمترین عامل محدود کننده برای توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک می باشد. ذرت ازجمله محصـولات زراعـی مهم است که در بیشتر مناطق کشور و مخصوصا مناطق زیادی در استان اصفهان کشـت مـی گـردد. پـایین بـودن رانـدمان در مـزارع کوچک و کم بودن کارایی مصرف آب آبیاری لزوم استفاده از تکنیک ها و روشهایی که حداکثر عملکـرد در واحـد سـطح و یـا اسـتفاده حداکثر از هر واحد آب را افزایش دهد بعنوان یک الگوی مدیریت آبیاری مطرح می باشد. یکـی از روشـهای مـدیریت آبیـاری کـه مـی تواند در این راستا مورد توجه جدی قرار بگیرد کم آبیاری با روش آبیاری یک در میان جویچه ای اسـت. در ایـن روش بـه جـای جـاری شدن آب در هر جویچه بصورت یک در میان وارد جویچه ها می شود و ریشه های گیاه از روی پشته های جویچه ها بـه سـمت منطقـه خیس شده حرکت کرده و آب و مواد غذایی محلول را دریافت می نماید. با این روش مقدار قابل توجهی آب در هر نوبت آبیاری صـرفه جویی گردیده و می توان از آن در کشتهای دیگر استفاده نمود و یا اینکه سطح کشت را افزایش داد. هرچه این پیشروی بیشـتر باشـد آبیاری با موفقیت بیشتری انجام خواهد شد. نادری (۱۳۸۵) اظهار می دارد به علت اینکه در روش مذکور نفوذ جانبی بیشـتر از روش جویچه ای معمولی می باشد، روش آبیاری جویچه ای یک در میان عمق آب مصرفی را به اندازه ۵۰ درصد نسبت به روش معمولی آن کاهش می دهد.

خیرابی و همکاران(۱۳۷۵)، سپاسخواه(۱۳۷۵) و روگرز(۱۹۹۵) بر این عقیـده انـد کـه در روشـهای سـنتی آبیـاری سـطحی تمـام سطح مزرعه آبیاری شده و از آن تبخیر صورت می گیرد. چونکه نباتات زراعی تمـام سـطح مزرعـه را مخصوصـا در ابتـدای فصـل نمـی پوشانند، بنابر این مقداری از آب به صورت تبخیر و یا نفوذ عمقی تلف می شود ولـی در روش جـویچه ای یـک در میـان کـه بخشـی از مزرعه آبیاری می شود، سطح تبخیر کاهش یافته و آب کمتری نیز وارد مزرعه می گردد.

فیش باخ و مولینر(۱۹۷۴) نشان دا دند که در روش آبیاری یک درمیـان ذرت در خـاک لـوم رسـی بطـور متوسـط ۲۹ درصـد در آب آبیاری صرفه جویی شده است، در حالی که کاهش عملکرد فقط ۷/۴ درصد بوده است.

خواجه عبدالهی و سپاسخواه(۱۳۷۵) با بررسی اقتصادی آبیاری جویچه ای یک در میـان بـرای ذرت دانـه ای بـا دورهـای مختلـف اظهار داشتند که تیمار آبیاری چهار روزه بصورت یک در میان نسبت به تیمار جویچه ای با دور ۱۰ روزه معمولی آب کمتری نیـاز دارد و محصول کاهش چندانی نداشته و اقتصادی تر بوده است.

نتایج تحقیقات دوس سانتوز و همکاران(۲۰۰۷) نشان داد که در روش آبیاری یک در میان عمق ریشه و همچنین بیوماس تولیـدی در ریشه هم افزایش می یابد. این افزایش طول ریشه موجب توانایی بالا رفتن گیاه در دسترس به منابع موجود در خاک از جمله آب و نیتروژن می گردد.

لیو و همکاران(۲۰۰۷) پس از انجام تحقیقی بر روی توت فرنگی اظهار داشتند که آبیاری به روش آبیاری یک در میان در مقایسه با آبیاری کامل تا ۵۰ درصد کارایی مصرف آب را افزایش می دهد. این در حالی است که روش آبیاری یک در میان تا حدی کل محصول تولیدی را کاهش می دهد.

مواد و روش‌ها

این طرح تحقیقاتی در ایستگاه تحقیقاتی رودشت واقع در ۶۵ کیلومتری شرق اصفهان انجام شد و در آن از گیاه ذرت رقم ۷۰۴ جهت کشت استفاده شد. طرح بصورت کرتهای یکبار خرد شده و در قالب بلوکهای کامل تصادفی اجرا گردید. تیمارهای اصلی شامل دو روش آبیاری کامل و آبیاری بصورت آبیاری یک در میان و تیمارهای فرعی شامل آبیاری بصورت ۱۰۰% ، ۸۰% و ۶۰% نیاز خالص آبیاری در نظر گرفته شد. در اردیبهشت ماه پس از آماده سازی و تسطیح زمین، فاروها آماده گردید. نمونه‌برداری از عمقهای ۳۰-۰ ، ۶۰- ۳۰ جهت تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و عناصر ماکرو انجام گردید. و براساس نتایج آزمون خاك کودهای مورد نظر بصورت بهینه طبق توصیه مؤسسه تحقیقات خاك و آب به زمین داده شد. هر تیمار شامل ۶ ردیف به طول ۲۰ متر و فاصله ردیف ۷۵ سانتیمتر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر درنظر گرفته شد. عمق خالص آب آبیاری با توجه به رساندن عمق ریشه گیاه ذرت تاحد ظرفیت زراعی (تا مرحله ۵ برگی ۳۰ سانتیمتر ، از ۵ تا ۹ برگی ۴۵ سانتی‌متر و پس از آن ۶۰ سانتیمتر) در نظر گرفته شد و سپس تیمارهای ۸۰، ۶۰ درصد براساس آن محاسبه و اعمال گردید. در طول فصل کلیه مراقبتها از قبیل کود سرك، سموم دفع آفات و نباتات و تنك کردن انجام گردید. در پایان فصل، عملیات برداشت انجام گردید و عملکرد محصول در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

میانگین نتایج عملکرد دانه، درصد پروتئین دانه، آب مصرفی و کارایی مصرف آب آبیاری در جدول شماره یک آمده است.

جدول ۱ - میانگین نتایج عملکرد دانه، درصد پروتئین دانه، آب مصرفی و کارایی مصرف آب آبیاری

تیمار	عملکرد دانه ($kgha^{-1}$)	پروتئین دانه (%)	آب مصرفی (m^3ha^{-1})	کارآیی مصرف آب آبیاری ($kgm_{۳}^{-1}$)
شاهد ۱۰۰%	۵/۹۸۱۳	۷	۹۵/۱۰۵۲ ۲	۹۳۲/۰
شاهد ۸۰%	۰/۸۴۴۰	۱۲۵/۷	۳۸/۸۵۱۸	۹۹۰/۰
شاهد ۶۰%	۳/۶۲۷۹	۱۲۵/۸	۰۰/۶۴۳۷	۹۷۵/۰
آبیاری یک در میان ۱۰۰%	۰/۷۷۱۳	۰۶/۷	۶۷/۷۰۰۸	۱۰۰/۱
آبیاری یک در میان ۸۰%	۰/۶۶۶۴	۲۱/۷	۷۶/۶۰۲۶	۱۰۵/۱
آبیاری یک در میان ۶۰%	۵/۳۹۳۶	۷۵/۷	۰۰/۴۸۸۵	۸۰۵/۰

نتایج جدول شماره یک نشان می دهد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به روش آبیاری بصورت کامل فاروها و معادل ۱۰۰ درصد نیاز آب آبیاری و برابر ۵۰/۹۸۱۳ کیلوگرم در هکتار می باشد. عملکرد خشک دانه در روش آبیاری یک در میان و ۱۰۰ درصد نیاز آب آبیاری معادل ۶/۷۸ درصد نسبت به روش آبیاری بصورت کامل فاروها و برابر ۷۷۱۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. کمترین مقدار عملکرد دانه مربوط به روش آبیاری یک در میان و عمق آبیاری معادل ۶۰ درصد نیاز خالص آب آبیاری و برابر ۵/۳۹۳۶ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد دانه در روش آبیاری به صورت معمول و عمقی برابر ۸۰ و ۶۰ درصد نسبت به ۱۰۰ درصد نیاز خالص برابر ۸۶ و ۶۴ درصد بدست آمد. در روش آبیاری یک در میان نیز نسبت عملکرد دانه با عمق آب آبیاری ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز خالص آبیاری نسبت به ۱۰۰ درصد نیاز خالص آبیاری برابر ۸۶ و ۵۱ درصد بدست آمد. آب مصرفی در روش آبیاری معمولی و کامل برای تولید دانه برابر ۹۵/۱۰۵۲۲ متر مکعب در هکتار و برای روش آبیاری آبیاری یک در میان ۶/۷۰۰۸ متر مکعب در هکتار بدست آمد. هر چند کارایی مصرف آب آبیاری در بشتر تیمارها نزدیک بود و از نظر آماری معنی دار نگردید ولی در روش آبیاری یک در میان برابر ۱/۱ و در روش آبیاری کامل ۹/۰ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار بود.

میانگین نتایج عملکرد علوفه تر، آب مصرفی و کارایی مصرف آب آبیاری در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول ۲- . میانگین نتایج عملکرد علوفه تر، آب مصرفی و کارایی مصرف آب آبیاری

تیمار	عملکرد تر	آب مصرفی	کارآیی مصرف آب آبیاری

	(kgha^{-1})	(m^{3}ha^{-1})	(kgm$_{3}^{-1}$)
شاهد ۱۰۰%	۹۰۹۳۶	۶۵/۹۴۷۰	۶۰/۹
شاهد ۸۰%	۷۸۳۸۲	۳۰/۷۸۷۶	۹۵/۹
شاهد ۶۰%	۵۸۰۱۵	۳۹/۶۰۸۲	۵۴/۹
آبیاری یک در میان ۱۰۰%	۶۵۷۰۰	۵۰/۶۷۲۳	۷۷/۹
آبیاری یک در میان ۸۰%	۵۴۷۱۳	۰۰/۵۶۳۶	۷۰/۹
آبیاری یک در میان ۶۰%	۳۷۸۸۸	۸۰/۴۲۹۴	۸۲/۸

نتایج جدول شماره ۲ نشان می دهد که بیشترین مقدار علوفه تر مربوط به روش آبیاری کامل جویچه ها و ۱۰۰ درصد نیاز آب آبیاری و برابر ۹۰۹۳۶ کیلوگرم در هکتار و برای روش آبیاری یک در میان عملکرد برابر ۶۵۷۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد که در این روش ۴/۲۱ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش عملکرد داشتیم در صورتیکه ۲۹ درصد در آب مصرفی صرفه جویی شده است. درصد پروتئین دانه در همه تیمارهای آبیاری تقریبا نزدیک به هم بوده و از لحاظ آماری اختلاف معنی داری نشان نداد. ملاحظه می گردد برای تولید دانه با روش آبیاری یک در میان از طرفی ۳۴ درصد آب آبیاری صرفه جویی شده و کاهش محصول حدود ۴/۲۱ درصد بوده است. با توجه به نتایج مذکور می توان گفت روش آبیاری یک در میان یکی از راههای افزایش کارایی مصرف آب آبیاری بوده و در شرایط کمبود آب و مناطق خشک و نیمه خشک و یا حتی در مناطقی که مشکل کمبود آب کمتر احساس می شود، می تواند در افزایش راندمان آبیاری و راندمان کاربرد مفید و موثر واقع شود.

منابع

خواجه عبدالهی، م و سپاسخواه، ع. ۱۳۷۵. بررسی اقتصادی آبیاری جویچه ای یک در میان با دورهای مختلف برای ذرت، مجله آب و توسعه، شماره ۱۵، صفحه های ۵۴ تا ۶۰.

خیرابی، ج، توکلی، ع، انتظاری، م و سلامت، ع. ۱۳۷۵. دستورالعملهای کم آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲۱۸ صفحه.

سپاسخواه، ع. ۱۳۷۵. کم آبیاری به روش یک در میان. صفحه های ۲۹۱تا ۳۰۶. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران.

نادری، ن. ۱۳۸۵. تاثیر کم آبیاری به روش جویچه ای یک در میان در مراحل مختلف رشد سیب زمینی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز کشاورزی شاهرود، ۴۰ صفحه.

Dos santos TP, Lopes CM, Rodrigues ML, De Souza CR, Ricardo JM, Marco JP, Pereira JS, and Chaves MM, ۲۰۰۷. Effects of deficit irrigation strategies on cluster microclimate for improving fruit composition of Muscatel field-grown grapevines. Scientia Hortic. ۱۱۲: ۳۲۱-۳۳۰.

Fishbach PE and Mulliner HR, ۱۹۷۴. Every-other furrow irrigation of corn. Trans. ASAE ۱۷: ۴۲۶-۴۲۸.

Liu F, Savic S, Jenson CR, Shahnazari A, Jacobsen SE, Stikic R, and Andersen MN, ۲۰۰۷. Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation. Scientia Hortic. ۱۱۱: ۱۲۸-۱۳۲.

Rogres HD, ۱۹۹۵. Irrigation management series. University of Nebraska Lincoln, Neb-Guide ۹۹۱-۱۰۲۱.

Abstract

Reducing the quality and quantity of water resources for irrigation and the need for corn as an important food source in the country to increase the efficiency of irrigation water use attention for this product is essential. On the other hand, using techniques such as deficit irrigation can be reduced as an inevitable necessity is raised in arid and semi-arid. One of the methods of deficit irrigation, is furrow alternative irrigation. In this method, water is placed in a row on the front side and onions humidity will be some moisture is not required to provide irrigation furrows. The research project at the Roudasht research station, located about ۶۵ km East of Isfahan was done and it was used for growing ۷۰۴ varieties of corn. This project was carried out in a split plot design and randomized complete block. Treatments include two full irrigation and furrow irrigation as an alternative in the treatment and sub-irrigated as ۱۰۰%, ۸۰% and ۶۰% net irrigation requirements were considered. The results showed that the highest yield of grain dry completely and ۱۰۰% of the irrigation furrow irrigation water needs and equal to ۹۸۱۳.۵ kg per hectare and a minimum of ۶۰% required by one of the alternate furrow irrigation water. However, the water in the alternate furrow irrigation to irrigate a full was ۶۶ percent. In an alternate furrow irrigation water use efficiency in irrigation of ۱.۱ kilograms per cubic meter and a full ۰.۹۳ kilograms per cubic meter. According to the results of an alternate furrow through effective and efficient way to increase the performance and efficiency of water use is for irrigation.

مقایسه روشهای مختلف عصارهگیری آهن فعال برگ کاهو در کشت هیدروپونیک

صبا میرزاییان دهکردی [1] و شهرام کیانی [2]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاك دانشگاه شهرکرد، ۲-استادیار گروه علوم خاك دانشگاه شهرکرد

چکیده
به منظور بررسی روشهای مختلف عصارهگیری آهن فعال برگ کاهو، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل تیمار کودی و نوع رقم کاهو در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد به صورت کشت هیدروپونیک انجام شد. تیمار کودی آهن شامل ۶ سطح (مصرف جداگانه ۲۰ و ۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از سه منبع سکوسترین ۱۳۸ آهن، نانو کود کلات آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز و نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز) بود و رقم کاهو شامل دو رقم تجاری *California* و *Teresa* بود. نتایج آزمایش نشان داد کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر منجر به افزایش معنیدار آهن فعال بافت تازه کاهو عصاره گیری شده با ارتوفنالترولین و اسید کلریدریک در مقایسه با دیگر تیمارها شد. بین دو روش عصارگیری آهن فعال (ارتوفنانترولین و اسید کلریدریك) در بافت تازه کاهو همبستگی معنیداری مشاهده نشد.

واژههای کلیدی: نانو کود کلاته آهن، فنالترولین، کاهو، آهن فعال.

مقدمه
آهن از جمله عناصر کممصرف گیاه میباشد که در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند شرکت در دستگاههای اکسیداسیون و احیا (ریداکس)، فرآیندهای فتوسنتزی، آسیمیلاسیون نیتروژن و نیترات و ساخت پروتئینها و تکوین کلروپلاستها ایفای وظیفه میکند (مارشنر، ۱۹۹۵). حتی در خاکهای تهویه شده در دامنه pH فیزیولوژیک، غلظت آهن دو و سه ظرفیتی بسیار اندک است. عدم دسترسی گیاه به آهن تأثیر منفی بر کشاورزی و اقتصاد و کمبود آهن در بدن انسان دارد (مارشنر، ۱۹۹۵). شکل قابل دسترس آهن برای گیاهان همان آهن دو ظرفیتی میباشد که اصطلاحا به آن آهن فعال گفته میشود. تمام اشکال آهن موجود در خاک برای اینکه جذب گیاه شوند لازم است به آهن دو ظرفیتی تبدیل شوند (نمان و آگویر، ۲۰۰۷). برای اندازهگیری آهن فعال برگ از بافت تازه (نمونهبرداری در زمان قبل از برداشت صورت میگیرد) یا خشک گیاهی استفاده میشود که با استفاده از فنالترولین ۵/۱ درصد با پ.هاش برابر ۳ و یا اسید کلریدریک ۱ نرمال آهن آنها استخراج میشود (نمان و آگویر، ۲۰۰۷). گزارشهای موردی در ارتباط با رابطه بین آهن فعال و میزان آهن کل برگهای کلروزه در هلو غالبا از لحاظ میزان آهن با برگهای سبز تفاوتی ندارند، ولی میزان آهن فعال در آنها کمتر است (مک جورج، ۱۹۴۹). همچنین باسار (۲۰۰۳) بیان کرد میزان آهن کل برگهای کلروزه اغلب معادل یا بیشتر از گیاهان سالم میباشد. گزارشهای امامی و دردی پور (۱۳۹۰) بر روی برگهای هلو نشان داد که بین میزان آهن کل و آهن فعال اندازهگیری شده در بافت خشک به وسیله فنالترولین رابطه مثبت و معنیداری وجود داشته است. محمدی پور و همکاران (۱۳۹۰) طی بررسیهای خود نشان دادند استفاده از نانو کود آهن، غلظت آهن برگ اسپاتی فلیوم را تا ۲ برابر افزایش داد. همچنین هاشمیمجد و گلشن (۱۳۸۸) نشان دادند با افزایش میزان نانو کود کلاته آهن، به صورت قابل ملاحظهای جذب آهن توسط اندام هوایی گوجه فرنگی افزایش یافت. رزازی و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند مصرف نانوکود کلاته آهن به میزان ۵ کیلوگرم در هکتار موجب ۳ برابر شدن میزان آهن گوجه فرنگی نسبت به شاهد گردید که از لحاظ آماری نیز تفاوت معنیداری با شاهد نشان داد. بقایی و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند کاربرد نانو کود کلاته آهن، غلظت آهن را در اندام هوایی برنج افزایش داده است. هدف از این مطالعه بررسی عصارهگیرهای مختلف آهن فعال در برگ کاهو در کشت هیدروپونیک بود.

مواد و روشها
این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل تیمار کودی آهن و نوع رقم در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد روی گیاه کاهو به صورت هیدروپونیک انجام شد. تیمار کودی آهن شامل ۶ سطح بود که عبارتند از: ۱- مصرف آهن از منبع سکوسترین ۱۳۸ آهن (FeEDDHA) به مقدار ۲۰ میکرومول بر لیتر (عرف معمول)، ۲- مصرف آهن از منبع سکوسترین ۱۳۸ آهن به مقدار ۴۰ میکرومول بر لیتر، ۳- مصرف آهن از منبع نانو کود کلاته آهن به مقدار ۲۰ میکرومول بر لیتر (با توجه به نقش این تیمار در تامین احتمالی بخشی از روی و منگنز مورد نیاز گیاه، مابقی نیاز گیاه به این دو عنصر از منابع سولفات روی و سولفات منگنز تامین شد) ۴- مصرف آهن از منبع نانو کود کلاته آهن به مقدار ۲۰ میکرومول بر لیتر (در این تیمار با فرض عدم نقش نانو کود کلاته آهن در تامین منگنز و روی، کل روی و منگنز مورد نیاز از منابع سولفات روی و سولفات منگنز تامین شد) ۵- مصرف آهن از منبع نانو کود کلاته آهن به مقدار ۴۰ میکرومول بر لیتر (تأمین روی و منگنز مورد نیاز گیاه مشابه تیمار سوم بود)، ۶- مصرف آهن از منبع نانو کود کلاته آهن به مقدار ۴۰ میکرومول بر لیتر (تأمین روی و منگنز مورد نیاز گیاه مشابه تیمار چهارم بود). لازم به ذکر است که میزان روی و منگنز در تمامی تیمارهای آزمایشی یکسان بود. همچنین ارقام کاهوی مورد استفاده نیز شامل دو رقم تجاری *Teresa* و *California* بود. فرمولاسیون عناصر غذایی مورد استفاده برای تهیه محلول غذایی بدین صورت بود. غلظت نیترات، آمونیوم، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد در محلول غذایی به ترتیب برابر با ۰/۱۹، ۲۵/۱، ۰/۲، ۰/۱۱،

۵/۴، ۰/۱ و ۲/۱ میلی‌مولار بود. همچنین غلظت عناصر کم مصرف برای مس، بور، منگنز، روی و مولیبدن به ترتیب برابر ۰/۷۵، ۰/۳۰، ۰/۵، ۰/۴ و ۵/۰ میکرومولار بود (دکرای و همکاران، ۲۰۰۳).

پس از تهیه نشای کاهو، نشاها به ظروف حاوی محلول غذایی انتقال داده شدند و مراقبت‌های معمول در گلخانه صورت گرفت. پس از گذشت ۸ هفته، بوته‌ها برداشت شده و قسمت هوایی (شاخساره) و ریشه گیاه از یکدیگر جدا و آون خشک شدند. سپس در نمونههای آسیاب شده، غلظت آهن (کل) موجود در نمونه‌ها پس از هضم خشک با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵). برای اندازه‌گیری آهن فعال برگ از بافت تر (نمونه‌برداری در زمان قبل از برداشت صورت گرفت) و خشک گیاهی استفاده شد که با استفاده از فنالترولین ۵/۱ درصد با پ.هاش برابر ۳ و یا اسید کلریدریک ۱ نرمال آهن آنها استخراج شده (نمان و آگویر، ۲۰۰۷) و مقدار آهن در عصاره حاصله با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. در نهایت نتایج حاصله توسط نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل و برای مقایسه و کلاس‌بندی میانگینها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۰۵/۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، غلظت آهن و منبع آن بر مقدار آهن استخراج شده توسط فنالترولین در بافت تر اندام هوایی و مقدار آهن کل در ریشه اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد آماری داشته است. در حالی که اثر متقابل رقم کاهو با غلظت آهن و منبع آهن تنها اثر معنی‌داری در سطح ۵ درصد آماری بر آهن فعال استخراج شده توسط فنالترولین در بافت تر داشته است (جدول ۱).

جدول ۱ - نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی بر شاخصهای مورد بررسی

منبع تغیرات	درجه آزادی	اهن فعال در بافت تر با فنالترولین	اهن فعال در بافت تر با اسید کلریدریک	اهن فعال در بافت خشک پودر شده با اسید کلریدریک	اهن کل اندام هوایی کاهو	اهن کل ریشه کاهو
رقم کاهو	۱	۳۹/۰ ns	۰۰۳/۰ ns	۱۵/۱۵۲ ns	۲۰/۱۸ ns	۳۳/۲۱۴ ns
غلظت آهن و منابع آن	۵	۰۸/۱۲**	۲۳/۱۱*	۵۶/۷۶۴ ns	۲۱/۲۸۷*	۹۲/۲۸۳۰**
رقم کاهو× غلظت آهن و منابع آن	۵	۳۴/۵*	۷۴/۹ ns	۹۷/۳۳۶ ns	۰۵/۱۱۰ ns	۳۰/۳۱۸۶ ns
اشتباه آزمایش	۲۴	۵۲/۱ ns	۲۱/۴ ns	۴۳/۳۸۹ ns	۶۸/۷۷ ns	۵۱/۳۵۳ ns

به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱%، ۵% و بدون اختلاف معنی‌دار ns و * ،**

نتایج حاصل از مقایسه میانگین غلظت آهن و منبع آن نشان داد (جدول ۲) که کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ آهن منجر به افزایش معنی‌دار مقدار آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر بوسیله فنالترولین در مقایسه با سایر تیمارها شده است. بالاترین آهن فعال عصارهگیری شده بوسیله فنالترولین با کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ و کمترین مقدار آهن فعال عصارهگیری شده بوسیله فنالترولین با کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز به دست آمده است. در تیمارهایی که از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز برای تأمین آهن استفاده شده کمترین میزان آهن فعال اندازهگیری شده با فنالترولین به دست آمده که احتمالاً نشان‌دهنده جلوگیری از جذب آهن فعال در اثر زیادبود روی و منگنز بوده است.

نتایج مقایسه میانگین غلظت آهن و منبع آن نشان داد (جدول ۲) که کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ تفاوت معنی‌داری در غلظت آهن فعال عصارهگیری شده از بافت تر بوسیله اسید کلریدریک در مقایسه با دیگر تیمارها (به استثنای تیمار کاربرد آهن با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز) ایجاد نکرده است. طبق نتایج حاصله به نظر میرسد که منبع کودی اثر معنی‌داری بر آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر به وسیله اسید کلریدریک نداشته است. بالاترین آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر بوسیله اسید کلریدریک با کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ و کمترین آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر بوسیله اسید کلریدریک با کاربرد آهن با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز حاصل شده است.

نتایج حاصله از مقایسه میانگین غلظت آهن و منبع آن نشان داد (جدول ۲) که کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز منجر به افزایش معنی دار آهن کل عصارهگیری شده در کاهو در مقایسه با سایر تیمارها شده است. بر اساس نتایج حاصله، استفاده از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز اثر معنی‌داری بر آهن کل عصارهگیری شده در کاهو نسبت با سایر تیمارها نداشته است. بالاترین مقدار آهن عصاره‌گیری شده در کاهو با کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول در لیتر از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز و کمترین آهن کل عصارهگیری شده در کاهو با کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ به دست آمده که با نتایج حاصله از تحقیقات محمدی پور و همکاران (۱۳۹۰)، هاشمیمجد و گلشن (۱۳۸۸) و رزازی و همکاران (۱۳۸۹) همخوانی دارد. این موضوع بیانگر آنست که نانو کود کلاته آهن با تأمین بخشی از روی و منگنز در تأمین آهن گیاه به دلیل ایجاد شرایط مناسب در جذب آهن مؤثر است.

با توجه به نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین غلظت آهن و منبع آن مشخص شد (جدول ۲) کاربرد آهن با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانو کود کلاه آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز منجر به افزایش معنی‌دار آهن عصارهگیری شده در کل ریشه در مقایسه با دیگر تیمارها (به استثنای تیمار کاربرد آهن با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز) شده است. بالاترین مقدار آهن کل عصارهگیری شده در ریشه با کاربرد آهن با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین بخشی از روی و منگنز و کمترین مقدار آهن کل اندازه‌گیری شده در ریشه کاهو با کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع سکوسترین ۱۳۸ به دست آمده که با نتایج حاصله از تحقیقات محمدی پور و همکاران (۱۳۹۰)، هاشمیمجد و گلشن (۱۳۸۸) و رزازی و همکاران (۱۳۸۹) همخوانی دارد. این مطلب نشاندهنده مؤثر بودن نانو کود کلاته آهن در تأمین آهن مورد نیاز گیاه است که علت این امر شرایط مناسب ایجاد شده بوسیله این منبع میباشد (جدول ۲).

جدول ۲ - مقایسه میانگین میزان آهن فعال و آهن کل اندازهگیری شده تحت تأثیر غلظت آهن در روش‌های مختلف عصاره‌گیری

غلظت آهن و منبع آن	آهن فعال در بافت تر با فنالترولین	آهن فعال در بافت تر با اسید کلریدریک	آهن کل کاهو	آهن کل ریشه
۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع سکوسترین ۱۳۸	A ۶۳/۴	A ۷۰/۷۰	C ۹۵/۱۰	C ۵۰/۵۸
۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع سکوسترین ۱۳۸	B ۷۵/۲	AB ۸۷/۵۱	BC ۷۳/۱۸	BC ۴۶/۷۶
۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از نانوکود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز	BC ۱۹/۲	AB ۷۳/۴۷	BC ۹۲/۱۸	BC ۹۶/۶۶
۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از نانوکود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز	C ۱/۱	A۶۶/۶۶	AB ۲۷/۲۷	A ۲۵/۱۰۹
۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز	C ۹۶/۰	A ۳۸/۷۰	A ۹۰/۲۹	B ۳۷/۸۴
۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز	C ۱۲/۱	B ۰۴/۴۲	BC ۵۹/۱۷	A ۹۴/۱۱۰

.(LSD ازمون) در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند از لحاظ اماری با هم اختلاف معني‌دار ندارند

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش رقم کاهو با غلظت آهن و منبع آن نشان داد که کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ در کاهو با رقم *Teresa* منجر به افزایش معنی‌دار میزان آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر کاهو بوسیله فنالترولین در مقایسه با سایر تیمارها (به استثنای تیمار کاربرد آهن با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸) شده است. تیمارهای دارای غلظت ۲۰ و ۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض تأمین روی و منگنز اثر معنی‌داری بر مقدار آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر کاهو رقم *Teresa* بوسیله فنالترولین نسبت به تیمارهای با غلظت ۲۰ و ۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانو کود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز نداشتهاند که این امر نشاندهنده عدم تأمین روی و منگنز بوسیله منبع کودی نانو کود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز میباشد. نتایج نشان میدهد که منبع کودی سکوسترین ۱۳۸ به خصوص استفاده از غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از این کود (غلظت معمول) نسبت به دو منبع نانو کود کلاته آهن (با فرض تأمین روی و منگنز و فرض عدم تأمین روی و منگنز) بر میزان آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر کاهو رقم *Teresa* بوسیله فنالترولین مؤثرتر میباشد. بالاترین مقدار آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر کاهو رقم *Teresa* با کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ آهن و کمترین آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر کاهو رقم *Teresa* با کاربرد آهن با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز حاصل شده است (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش رقم کاهو با غلظت آهن و منبع آن نشان داد که کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع سکوسترین ۱۳۸ در کاهو رقم *California* منجر به افزایش معنی دار میزان آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر بوسیله فنالترولین در مقایسه با سایر تیمارها (به استثنای تیمار کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز) شده است. تیمار با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز اثر معنی‌داری بر مقدار آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر کاهو رقم *California* بوسیله فنالترولین نسبت به تیمار با غلظت ۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض تأمین روی و منگنز نداشتهاند. نتایج نشان می‌دهد که تیمار با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع کودی سکوسترین ۱۳۸ نسبت به دو منبع نانو کود کلاته آهن (با فرض تأمین روی و منگنز و فرض عدم تأمین روی و منگنز) بر میزان آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر کاهو رقم *California* بوسیله فنالترولین مؤثرتر میباشد. بالاترین مقدار آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر کاهو رقم *California* با کاربرد آهن با غلظت ۲۰ میکرومول بر لیتر

از منبع سکوستریـن ۱۳۸ آهن و کمترین آهن فعال عصارهگیری شده در بافت تر کاهو رقم *California* با کـاربرد آهـن بـا غلظـت ۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز حاصل شده است (جدول ۳).

جدول ۳- میزان آهن فعال اندازهگیری شده در بافت تر به وسیله فنالترولین تحت تاثیر همزمان تیمار کاهو و غلظت آهن و منبع آن

نوع رقم کاهو	غلظت آهن و منبع آن	آهن فعال اندازهگیری شده در بافت تر به وسیله فنالترولین
Teresa	۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع سکوستریـن ۱۳۸	A ۹۶/۴
Teresa	۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع سکوستریـن ۱۳۸	A ۰۱/۴
Teresa	۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز	C ۶۴/۰
Teresa	۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز	C ۰۰/۱
Teresa	۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز	C ۰۱/۱
Teresa	۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز	C ۴۹/۰
Californi a	۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع سکوستریـن ۱۳۸	A ۲۳/۴
Californi a	۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع سکوستریـن ۱۳۸	C ۴۸/۱
Californi a	۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز	AB ۷۳/۳
Californi a	۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض تأمین بخشی از روی و منگنز	C ۲۰/۱
Californi a	۲۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز	C ۹۰/۰
Californi a	۴۰ میکرومول بر لیتر آهن از منبع نانوکود کلاته آهن با فرض عدم تأمین روی و منگنز	BC ۷۵/۱

.(LSD ازمون) در هر ستون میانگینهایی که دارای حروف مشابه میباشند از لحاظ اماری با هم اختلاف معنيدار ندارند

نتایج ضرایب همبستگی نشاندهنده وجود همبستگی مثبت و معنیداری بین میزان آهن فعال استخراج شـده در بـافت تـر توسـط فنالترولین و آهن فعال استخراج شده در بافت خشک توسط اسید کلریدریک در سطح آماری ۵ درصد بـود. از طرفـی تنهـا بیـن آهـن فعال استخراج شده در بافت تر به وسیله اسید کلریدریک و آهن فعـال اسـتخراج شـده در بـافت خشـک گیـاهی همبسـتگی مثبـت و معنیداری وجود داشت (جدول ۴). با توجه به این که این دو عصارهگیر هم در بـافت خشـک و هـم در بـافت تـر مـورد اسـتفاده قـرار میگیرند این نتایج نشان داد که فنالترولین عصارهگیر مناسب برای اندازهگیری آهن فعال در بافت تر و اسـید کلریـدریک عصـارهگیر مناسب برای اندازهگیری آهن فعال در بافت خشک گیاهی میباشد. با توجه به این که میان آهن فعال استخراج شده در بـافت تـر بـه وسیله فنالترولین و آهن کل اندازهگیری شده در گیاه همبستگی منفی و معنیداری در سـطح ۵ درصـد آمـاری وجـود دارد، میتـوان نتیجه گرفت که با اندازهگیری مقدار آهن کل گیاه نمیتوان راجع به نیاز گیاه به آهن تصمیم گرفت کـه بـا نتایـج حاصـله از تحقیقـات مک جورج و همکاران (۱۹۴۹) و باسار (۲۰۰۳) همخوانی دارد. اگرچه با نتایج حاصله از تحقیق امامیو دردی پور (۱۳۹۰) همخوانی ندارد. از نتایج حاصله از این آزمایش میتوان نتیجه گرفت عصارهگیر فنالترولین عصارهگیر مناسب بـرای انـدازهگیری آهـن فعـال در بافت تر کاهو میباشد (جدول ۴).

جدول شماره ۴- ضریب همبستگی شاخصهای آهن

	آهن فعال بافت تر به وسیله فنالترولین	آهن فعال بافت تر به وسیله اسید کلریدریک	آهن فعال بافت خشک خرد شده به وسیله اسید کلریدریک
آهن فعال بافت تر به وسیله فنالترولین	----	۲۵/۰ ns	۳۸/۰*
آهن فعال بافت تر به وسیله اسید کلریدریک	۲۵/۰ ns	---	۴۱/۰*
آهن فعال بافت خشک خرد شده به وسیله اسید کلریدریک	۳۸/۰*	۴۱/۰*	---

اهن فعال بافت خشک پودر شده به وسیله اسید کلریدریک	ns ۲۳/۰	۳۷/۰*	۷۶/۰**
آهن کل بافت خشک کاهو	-۳۵/۰*	ns ۲۲/۰	ns ۱۶/۰
آهن کل بافت خشک ریشه	-۳۵/۰*	-ns ۰۳/۰	-ns ۰۷/۰

**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱%، ۵% و بدون اختلاف معنی دار

منابع

امامیع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب

امامیم. و دردی پور ا. ۱۳۹۰. رابطه بین غلظت آهن کل، آهن فعال و شاخص کلروفیل متری در برگ هلو. صفحههای ۱ تا ۴. ششمین همایس ملی ایدههای نو در کشاورزی، ۱۱ و ۱۲ اسفند ماه، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد خراسگان، خراسگان.

بقایی ن. کشاورز ن. شکری واحد ح. و نظران م.ح. ۱۳۹۱. تاثیر نانو کود کلاته آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی. صفحههای ۱ تا ۶. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، ۱۴ تا ۱۶ شهریورماه، دانشگاه آزاد اسلامیواحد ساوه، ساوه.

رزازی ع. لبافی م.ر. مهرابی ز. نظران م.ح. و خلج ح. ۱۳۸۹. تاثیر نانو کود کلاته آهن بر عملکرد زعفران. صفحههای ۲۵۰۵ تا ۲۵۰۷. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، ۲ الی ۴ مردادماه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج.

رزازی ع.ر. لبافی م.ر. خلج ح. احیایی ع. و نظران م.ح. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر نانو کود کلاته آهن بر کمیت و کیفیت گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* mill)). صفحههای ۱۵۰۵ تا ۱۵۰۸. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، ۲ تا ۴ مردادماه، دانشگاه آزاد اسلامیواحد کرج، کرج.

محمدیپور ر. صداقت ش. و خمامیع. ۱۳۹۰. بررسی اثر نانو کود کلاته آهن در مقایسه با سایر منابع کود آهن به دو روش خاکی و محلولپاشی بر غلظت عناصر غذایی اسپاتی فلیوم. صفحههای ۱ تا ۸ اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.

هاشمیمجد ک. و گلشن ا. ۱۳۸۸. اثر ورمی کمپوست غنی شده با آهن بر رشد و تغذیه گوجه فرنگی. صفحههای ۶۱۳ تا ۶۲۱. مجله تکنولوژی و علوم زراعت، جلد ۱۱.

Ba ar, H. ۲۰۰۳a. Analytical methods for evaluating iron chlorosis in peach trees. Communications in Soil Science and Plant Analysis. ۳۴ (۳-۴): ۳۲۷-۳۴۱.

Dekreij C., Voogt W. and Baas R. ۲۰۰۳. Nutrient solutions and water quality for soilless cultures. Research Station for Floriculture and Greenhouse Vegetables. Report Number ۱۹۶

Gezgin S., and Fatih E. ۲۰۰۱. Relatinship between total and active iron contents of leaves and observed chlorosis in vineyards in Konya-Hadmalada region of Turkey. Communications in Soil Science and Plant Analysis. ۳۲(۹&۱۰). ۱۵۱۳-۱۵۲۱.

Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press London.

Neaman A. and Aguirre L. ۲۰۰۷. Comparison of different methods for diagnosis of iron deficiency in avocado. Journal of Plant Nutrition ۳۰:۱۰۹۷-۱۱۰۸.

Abstract

This experiment was conducted to study various methods of active iron extraction from lettuce leaves. A factorial experiment using completely randomized design was carried out with two factors of iron fertilizers and lettuce cultivars with three replications at Shahrekord University. Iron fertilizers were ۶ levels of ۲۰ and ۴۰ micromole/liter of iron from FeEDDHA, iron-nano chelate without applying of Zn and Mn and iron-nano chelate with application of Zn and Mn in the nutrient solution. The two lettuce cultivars used were California and Teresa. The results indicated that iron application of ۲۰ micromole per liter leading to a significant increase of active iron in lettuce fresh leaves extracted with Orthophenanthroline and hydrochloric acid as compared with other treatments. No significant correlation was found between the two methods of iron extraction (Orthophenanthroline and hydrochloric acid) in lettuce fresh leaves.

تاثیر سطوح مختلف اسیداگزالیک بر رهاسازی روی در تعدادی از خاک‌های آهکی استان کرمان

سحر طاقدیس [۱]، مجید حجازی مهریزی [۲]، وحیدرضا جلالی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنرکرمان، ۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنرکرمان

چکیده

روی یکی از ریزمغذی‌های ضروری برای موجودات زنده می‌باشد که کمبود آن در خاکهای آهکی سبب اختلال رشد گیاهان می‌شود. امروزه استفاده از اسیدهای آلی به عنوان یکی از راهکارهای افزایش فراهمی روی در خاک، مورد توجه قرار گرفته است. به منظور بررسی اثر اسیداگزالیک بر روی الگوی رهاسازی روی از خاک، آزمایشی با دوسطح اسید(۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم‌برلیتر) در دو نمونه خاک آهکی تیمار شده با سطوح ۰ و ۱۵ میلی‌گرم‌برکیلوگرم سولفات‌روی در بازه زمانی ۱ تا ۷۲ ساعت انجام گرفت. الگوی رهاسازی روی در تمامی خاک‌ها نشان داد که رهاسازی روی در ابتدا با سرعت زیاد انجام گرفته و با گذشت زمان به تدریج به یک مقدار ثابت رسید. مقدار رهاسازی روی از خاک‌های تیمارشده نسبت به خاکهای تیمارنشده بیشتر بود، همچنین نتایج نشان داد که مقدار رهاسازی روی در خاک‌ها در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌تر از سطح ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. بر اساس نتایج این تحقیق کاربرد اسیداگزالیک به‌ویژه در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌تواند سبب افزایش میزان رهاسازی روی از خاک‌ها و افزایش فراهمی این عنصر کم‌مصرف برای گیاهان گردد.

کلمات کلیدی: اسیداگزالیک، روی، الگوی رهاسازی، خاک‌های آهکی

مقدمه

روی یکی از ریزمغذی‌های ضروری برای انسانها، حیوانات و گیاهان می‌باشد که کمبود آن در خاک‌های آهکی رایج می‌باشد(Alloway, ۲۰۰۹). حدود ۴۰٪ جمعیت جهان از کمبود عناصر، از جمله روی رنج می‌برند(Graham et al.,۱۹۹۶). مرکز تحقیقات تغذیه‌ای کشور در طی مطالعه‌ای گزارش کرد در ایران، حدود ۳۰ درصد از مردم از فقر روی رنج می‌برند. اگرچه بیشتر خاک‌ها حاوی مقادیر زیادی از روی هستند (Marshner, ۱۹۹۵)، اما به دلیل واکنش با اجزای مختلف خاک، روی در خاک به شکل‌های غیر قابل دسترس تبدیل می‌شوند(Rahmatullah et al.,۱۹۸۵). بررسی میزان رهاسازی و جذب فلزات در خاکها به تعیین دقیق رفتار دینامیکی آنها در محیط کمک می‌کند. الگوهای متفاوتی در زمینه رهاسازی روی از خاکهای مختلف وجود دارد. خاکهای مختلف بسته به خصوصیات وظرفیت‌های متفاوتی که دارا می‌باشند مقادیر مختلفی از عنصر مورد نظر را در محلول خاک و در دسترس گیاهان قرار می‌دهند(Singh et al,.۲۰۰۵). میزان فراهمی فلزات در خاک تحت تاثیر عوامل گوناگونی از جمله مقدار جذب سطحی فلزات از محلول خاک، درجه آزادسازی از فاز جامد و نیز مقدار انحلال و رسوب آنها می‌باشد(Sparks and Strawen,۲۰۰۰).

تحت شرایط کمبود روی، گیاهان در راستای تغییر ریزوسفر در جهت افزایش زیست‌فراهمی روی تلاش می‌کنند(Zang et al.,۲۰۰۴). جذب روی توسط گیاهان نیازمند آزادسازی روی از سطح ذرات خاک و انحلال کانی‌های حاوی روی است(Uygur and Rimmer,۲۰۰۰). جذب روی توسط گیاهان منجر به کاهش غلظت عنصر در منطقه ریشه شده و آزادسازی روی از فاز جامد خاک به منظور جبران این کاهش غلظت را افزایش می‌دهد. یکی دیگر از راهکارهای افزایش حلالیت روی در خاک، ترشح اسیدهای آلی کربوکسیل‌دار از ریشه گیاهان در خاک می‌باشد(Nowack et al.,۲۰۰۶). اسید اگزالیک یک ترکیب آلی با فرمول $C_2H_2O_4$ است که به عنوان یکی از ساده‌ترین اسیدهای آلی شناخته شده‌است و یک عامل کلات‌ساز برای کاتیونهای فلزی محسوب می‌شود(Fox and Comerford,۱۹۹۰). ایجاد کمپلکس با لیگاندهای آلی بر تحرک فلزات اثرگذار بوده که منجر به افزایش یا کاهش جذب سطحی برروی کانی‌ها می‌گردد.

کمبود روی در خاک‌های آهکی ایران ناشی از عوامل محدود کننده در فراهمی آنها در خاک می‌باشد. اطلاع از سرعت و میزان آزادسازی روی جهت استفاده مناسب و موثر از کودهای حاوی روی بسیار ضروری است. از آنجا که اطلاعات چندانی در زمینه وضعیت روی و استخراج آن توسط اسیدهای آلی در خاک‌های استان کرمان وجود ندارد، این مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف اسیدگزالیک بر میزان رهاسازی روی از خاک‌های آهکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

دو نمونه خاک سطحی(۳۰-۰ سانتی‌متری) از دو منطقه استان کرمان شامل روستای گلشن با مختصات جغرافیایی(N ″ ۴/۱۰ ′ ۳۰ ° ۴۵ و ۵۵ ° ۲۱ ′ ۶/۲۶ ″ E) و شهربابک با مختصات جغرافیایی(۶۳ ° ۳۰.۱۱ ″ N و ۳۸ ° ۵۵.۱۱ ″ E) برداشت شد. سپس نمونه‌ها هواخشک و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. اندازه‌گیری pH، EC و کلسیم و منیزیم در عصاره ۱:۵ (خاک به آب) صورت گرفت. میزان ماده‌آلی خاک با استفاده از روش والکلی‌بلک(Walkley and Black, ۱۹۳۴)، کربنات‌کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسیدکلریدریک(Allison and Moodie, ۱۹۶۵) و بافت خاک به روش هیدرومتر(Gee,۲۰۰۲) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خاک با دوسطح روی شامل صفر و ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سولفات روی در دو تکرار تیمار و به مدت سه ماه در دمای ۲۵

درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه نگه‌داری شدند. برای بررسی میزان رهاسازی روی، مقدار ۵/۱ گرم خاک به لوله‌های سانتریفیوژ انتقال یافت. به نمونه‌ها ۱۵میلی‌لیتر اسیداگزالیک در دو سطح ۱۰۰و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه یک قطره تولوئن(برای جلوگیری از فعالیت های میکروبی) افزوده شد. نمونه‌ها به صورت متوالی در بازه‌های زمانی ۱،۲،۶،۱۲،۲۴،۴۸،۷۲ ساعت شیک و غلظت روی موجود در عصاره پس از سانتریفیوژ و عبور از کاغذ صافی با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید.

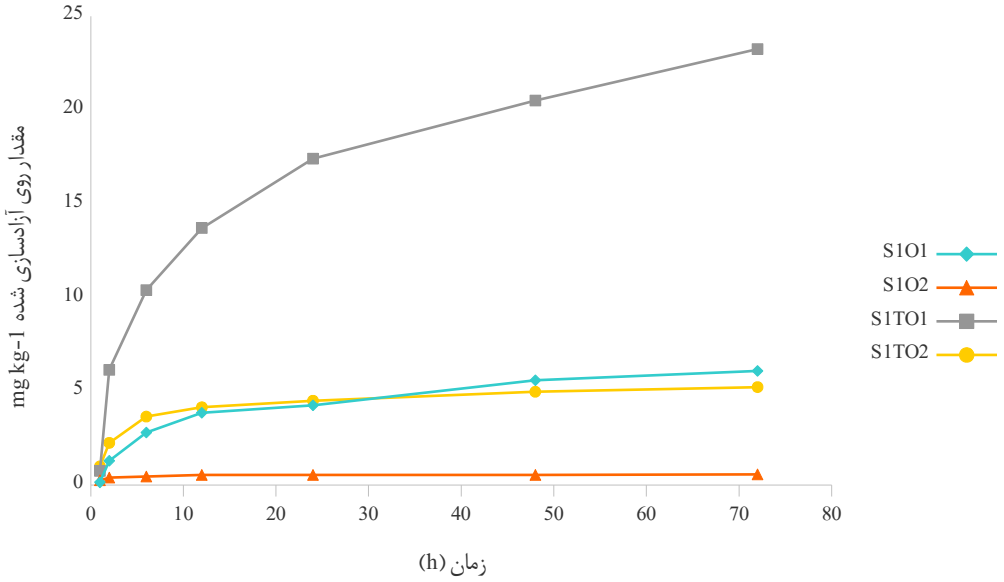
نتایج و بحث

ویژگی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده بافت خاک‌ها بافت لومی شنی،pH خاک‌های مورد مطالعه در محدوده خنثی تا قلیایی و میزان ماده آلی خاک کم می‌باشد که چنین ویژگی‌هایی در خاک‌های مناطق خشک قابل انتظار بود.

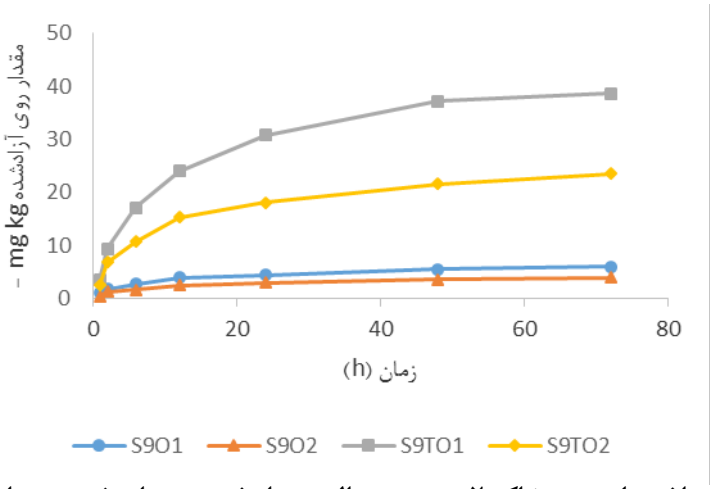
جدول ۱. برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک

شماره خاک	pH (۱:۵) (آب: خاک)	EC ($ds\ m^{-1}$)	OC %	CCE %	Ca+Mg $meq\ L^{-1}$	بافت شن٪	سیلت٪	رس٪
۱(روستای گلشن)(S۱)	۵/۷	۸/۰	۶۷/۰	۳/۲۱	۳/۹	۷۴	۱۲	۱۴
۲(شهربابک)(S۹)	۴/۷	۷/۰	۱۳/۱	۵/۱۱	۸۶/۷	۶۶	۱۶	۱۶

میزان و الگوی رهاسازی روی توسط اسید اگزالیک از دو نمونه خاک در دوحالت تیمارشده و تیمار نشده با سولفات‌روی در شکل‌های ۱ و ۲ ارایه شده است. رهاسازی روی در هر دو خاک در ابتدا با سرعت زیاد انجام شد و با گذشت زمان به مقدار ثابتی رسید. در نمودارهای حاصل شده دو ناحیه قابل رویت است. ناحیه اول که زمان‌های ابتدایی را شامل می‌شود دارای شیب زیاد بوده و در آن آزادسازی روی به سرعت رخ می‌دهد. ناحیه دوم که شیب کمتری داشته و نشان از زمان طولانی‌تر برای استخراج روی از خاك دارد. به نظر می‌رسد که در زمان‌های اولیه روی از خاکدانه‌های بزرگ یا سطوح خارجی خاکدانه‌های ریز در خاك رها می‌شود در حالی‌که در زمان‌های پایانی رهاسازی روی از کانی‌های جامد صورت می‌گیرد. استخراج سریع روی در زمان‌های ابتدایی می‌تواند بیانگر استخراج شکل قابل دسترس روی در خاك باشد (Baranimotlagh and Gholami, ۲۰۱۳).

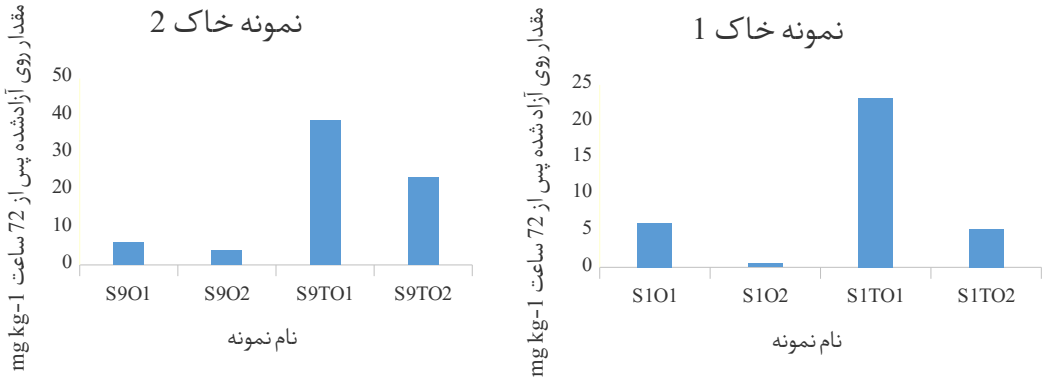


شکل ۱. مقدار روی رها شده از نمونه خاک ۱ در هر دو حالت تیمار شده و تیمار نشده، عصاره‌گیری شده با دوسطح سطوح یک و دو اسید اگزالیک :O ،تیمار شده :T ،شماره نمونه :S .اسیداگزالیک



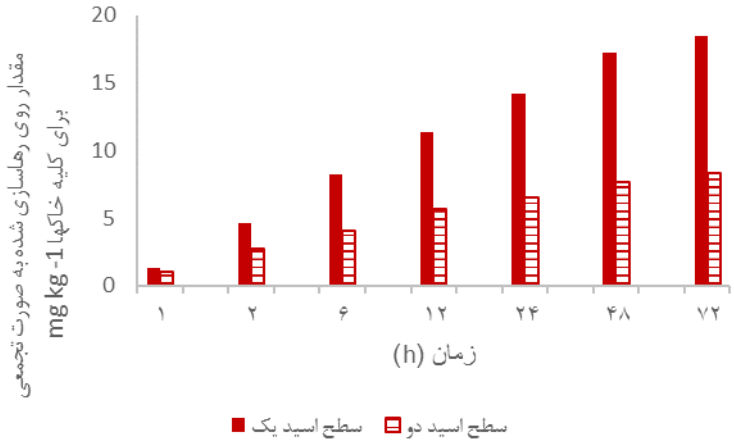
شکل۲. مقدار روی رهاشده از نمونه خاک ۲در هر دو حالت تیمار شده و تیمار نشده، عصاره‌گیری شده با دوسطح سطوح یک و دو اسید اگزالیک :O ،تیمار شده :T ،شماره نمونه :S .اسیداگزالیک

نتایج نشان داد که تیمار خاک با ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سولفات روی سبب افزایش رهاسازی روی در هر دو خاک مورد مطالعه شد (شکل ۳). در هر دو خاک و در هر دو شرایط کوددهی شده و کوددهی نشده، میزان روی رهاشده توسط سطح اول اسیداگزالیک (۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بیشتر از سطح دوم آن بود که در تیمارهای کوددهی شده این اختلاف مشهودتر بود (Tu Shu-Xin et al,. ۲۰۰۷). به عنوان مثال در نمونه خاک ۲ تیمار شده مقدار رهاسازی از ۷/۳۸ به ۵/۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش یافت. دلیل این امر می‌تواند ناشی از ویژگی اسیدهای آلی باشد که علاوه بر تسهیل در واجذب عناصر و خاصیت کلات کنندگی آنها، در غلظت‌های بالا به دلیل وجود گروهای عاملی موجود در اسید باعث ایجاد پیوند با فلز مورد نظرگشته و باعث کاهش رهاسازی آن در محلول خاک می‌گردد.



شکل۳. مقایسه مقدار روی رها شده از هر دو نمونه خاک در دو حالت تیمار شده و تیمار نشده و با سطوح مختلف اسید

بررسی میانگین روی رهاشده از دو نمونه خاک آهکی نشان داد که با گذشت زمان رهاسازی روی توسط هر دو سطح اسید اگزالیک افزایش یافت (شکل ۴). مقایسه سطح اول و دوم اسید اگزالیک نشان داد که سطح اول این اسید در تمامی زمان‌ها روی بیشتری را از خاک در مقایسه با سطح دوم آزاد کرد. بر اساس این نتایج، سطوح بالاتر اسید اگزالیک در مقایسه با سطح اول تأثیر کمتری بر فراهمی روی در خاک دارد.



شکل ۴. تأثیر سطوح مختلف اسید اگزالیك بر رهاسازی در زمان‌های مختلف

نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد اسید اگزالیک سبب افزایش رهاسازی روی در خاک‌های مورد مطالعه شد. بر اساس این مطالعه سطح پایین‌تر اسید اگزالیک توانایی بیشتری در استخراج روی از خاک داشته و به نظر می‌رسد که کاربرد این سطح از اسید در خاک بتواند فراهمی روی در خاک را برای تأمین نیاز گیاه فراهم آورد.

منابع

Allison LE and. Moodie CD, ۱۹۶۵. Carbonate. Pp. ۱۳۷۹-۱۳۹۶. In: Black CA (ed), Methods of Soil Analysis. Part۲. ASA, SSSA, Madison, WI

Alloway, B. J. ۲۰۰۹. Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. Environ. Geochem. Health. ۳۱: ۵۳۷-۵۴۸

Baranimotlagh, M. and Gholami, M. ۲۰۱۳. Time-dependent zinc desorption in some calcareous soils of Iran. Pedosphere, ۲۳: ۱۸۵-۱۹۳.

Fox, T. R. and Comerford, N. B. ۱۹۹۰. Low-molecular-weight organic acids in selected forest soils of the southeastern. USA. Soil Science Society of America Journal. ۵۴: ۱ ۱۳۹-۱ ۱۴۴

Gee GW.۲۰۰۲. Particle size analysis. In: Jacobe HD and Clarke GT(ed),Metohds of Soil Analsis.Part ۴. Physical Methods.SSSA.Madison,WI.۲۰۱-۲۱۴

Graham, R. D. and Rengel, Z. ۱۹۹۳. Genotypic variation in Zn uptake and utilization by plants. In Robson, D. (ed.) Zinc in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp. ۱۰۷-۱۱۴.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. ۲nd ed. Academic Press, London

Nowack, B., R.Schulin and B.H.Robinson. ۲۰۰۶. A critical assessment of chelant- enhanced metal phytoextraction. Environ. Sci. Technol. ۴۰:۵۲۲۵-۵۲۳۲.

Rahmatullah, Salim, M. and Sheikh, B. Z. ۱۹۸۸. Distribution and availability of zinc in soil fractions to wheat on some alkaline calcareous soils. J. Plant Nutr. Soil Sci. ۱۵۱: ۳۸۵-۳۸۹.

Singh, B., S.K.A Natesan, B.K Singh and K. Usha. ۲۰۰۵. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. Current Sci. ۸۸: ۳۶-۴۴

Strawn DG,Sparks DL (۲۰۰۰). Effect of soil organic matter on the kinetics and mechanisms of Pb(II) sorption and desorption in soil. Soil Sci.Soc.Am. J. ۶۴: ۱۴۴-۱۵۶

Tu Shu-Xin, GUO Zhi-Fen and SUN Jin-He. ۲۰۰۷. Effect of Oxalic Acid on Potassium Release from Typical Chinese Soils and Minerals. Soil Science Society of China. Pedosphere ۱۷(۴): ۴۵۷-۴۶۶

Uygur, V., Rimmer, D.L., ۲۰۰۰. Reaction of zinc with iron coated calcite surface at alkaline pH. European Journal of Soil Science ۵۱, ۵۱۱-۵۱۶

Walkley, A.; Black, I.A. ۱۹۳۴. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid tritation method. Soil Science ۳۷:۲۹-۳۸.
Zhang, F., Shen, J., Li, L. and Liu, X. ۲۰۰۴. An overview of rhizosphere processes related with plant nutrition in major cropping systems in China. Plant Soil. ۲۶۰ : ۸۹-۹۹

Abstract

Zinc (Zn) is an essential micronutrient for plants, animals and human. Zinc deficiency is a common disorder in calcareous soils and makes some problems in plants growth. Organic acids can increase Zn availability in soil. This study was conducted to evaluate the effect of oxalic acid (۱۰۰ and ۲۰۰ $mg.L^{-۱}$) on Zn release pattern from two calcareous soils treated with ۰ and ۱۵ $mg.Kg^{-۱}$ Zn-sulfate for ۱ to ۷۲ h. The results showed that the extraction process consisted of rapid extraction in the first times followed by much slower extraction for the remainder times. The amount of Zinc released from treated soils was more than untreated ones, significantly. Based on obtained results, oxalic acid at the lower rate (۱۰۰ $mg.L^{-۱}$) played an important role in phytoavailability of Zn from calcareous soils.

تاثیر منگنز و سالیسیلیک اسید بر برخی از پارامترهای فیزیومورفولوژی پسته تحت تنش شوری

محمد مرادزهی روز [1] و وحید مظفری [2]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولیعصر(عج) رفسنجان،

چکیده
به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید و منگنز تحت تنش شوری بر پارامترهای رشد دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز،یک آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه‌ای در دانشگاه ولی عصر رفسنجان انجام شد. فاکتورها شامل شوری (۰،۱۲۰۰و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) ، منگنز (۰،۱۰و ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات منگنز) و سالیسیلیک اسید (۰ /۵ و ۱ میلی‌مولار) بودند. نتایج نشان داد که افزایش شوری موجب کاهش معنی‌دار پارامترهای رشد گردید، به طوری که تیمار ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم موجب کاهش میانگین طول و قطر ساقه، تعداد و سطح برگ به ترتیب به میزان ۲۹، ۱۵، ۲۹ و ۳۹ درصد نسبت به شاهد کاهش داد، لیکن مصرف ۱میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تعداد برگ را ۱۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بنابراین به نظر می‌رسد که کاربرد سالیسیلیک و منگنز برای بهبود اثرات شوری می‌تواند سودمند باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، سالیسیلیک اسید، منگنز

مقدمه
امروزه شوری آب و خاک یکی از موانع و محدویت‌های استفاده از این منابع در تولید بهینه محصولات کشاورزی می‌باشد (همایی، ۱۳۸۱). شوری زیاد خاک و آب آبیاری یکی از مسائل موجود در مناطق کشت و پرورش پسته در ایران می‌باشد. پسته از محصولات باغی کشور به شمار می‌رود. در حال حاضر، بالغ بر ۴۵۰ هزار هکتار باغ پسته بارور و غیر بارور، در کشور وجود دارد و میزان تولید این محصول در حدود ۲۰۰ هزار تن در سال است (دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ۱۳۸۶). در ایران ، عمده اراضی زیر کشت پسته در حاشیه کویر قرار دارند و یکی از مشکلات عمده این اراضی شوری خاک و آب آبیاری است (طالبی، ۱۳۸۷). در شرایط شور، غلظت سدیم و کلر معمولاً بیش از غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بوده و این امر موجب می‌شود که در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تعادل تغذیه‌ای از جنبه‌های گوناگون بروز کند (مظفری، ۱۳۸۴). مهم‌ترین واکنش گیاه به شوری، کاهش رشد است. شوری خاک از راه‌هایی چند بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه تأثیر می‌گذارد ولی نشانه‌های آسیب‌دیدگی ناشی از وجود شوری معمولاً هنگامی در گیاه آشکار می‌شود که غلظت املاح محلول در خاک بسیار بالا باشد (حیدری‌شریف‌آباد، ۱۳۸۰ ؛ همایی، ۱۳۸۱).

منگنز یکی از عناصر کم‌مصرف و ضروری است که در فعالیت‌های آنزیمی، انتقال الکترون، تشکیل کلروفیل، و فرآیند اکسیداسیون و احیاء در سامانه‌ی انتقال الکترون در فتوسنتز شرکت می‌کند (Burneli, ۱۹۸۸). منگنز در پایداری کلروفیل موثر است (Wang et al., ۲۰۱۰). افزایش کلروفیل a و b و کلروفیل کل در گیاهانی که به آن‌ها منگنز داده شده می‌تواند به دلیل افزایش تولید آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز باشد. در پیاز چاودار کلروفیل a و b و کلروفیل کل با افزودن منگنز افزایش یافت، بنابراین منگنز می‌تواند به بالا نگه‌داشتن غلظت کلروفیل کمک کند. همین نتیجه درباره فلفل نیز به دست آمد (Zhou et al., ۲۰۰۹). اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک مولکول پیام رسان مهم در پاسخ‌های گیاهان به تنش‌های زیستی و غیر زیستی شناخته شده است (El-Tayeb, ۲۰۰۵). تحقیقات زیادی نشان دادند که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک درگیاهان می‌تواند اثرات ناشی از سمیّت شوری زیاد را کاهش دهد (Al-Hakimi and Hamada, ۲۰۰۱). در اکثر پژوهش‌های انجام شده، مهم‌ترین اثر اسید سالیسیلیک را پاسخ و مقاومت نسبی به برخی از تنش‌ها از قبیل فلزات سنگین، گرما، سرما (Tasgin et al., ۲۰۰۳)، شوری ((El-Tayeb, ۲۰۰۵ و بیماری‌های گیاهی (Davies, ۲۰۰۵) بیان کردند. اسید سالیسیلیک یا اسید استیل سالیسیلیک در غلظت ۰/۱ تا ۰/۵ میلی مولار سبب افزایش مقاومت به تنش‌هایی نظیر گرما، سرما و خشکی در گیاه لوبیا و گوجه فرنگی گردیده است (Senaranta et al., ۲۰۰۰)..کورکماز (۲۰۰۵) گزارش کرد که استفاده از استیل سالیسیلیک اسید با غلظت‌های ۱-۱/۰ میلی مولار به صورت خیساندن بذری و اسپری برگی بر روی دانهال‌های خربزه، اثرات تنش خشکی را در این گیاه کاهش می‌دهد. هم‌چنین استفاده از اسید سالیسیلیک به‌صورت کاربرد بذری در گیاهان گوجه‌فرنگی و لوبیا میزان مقاومت به تنش‌هایی هم‌چون گرما، خشکی و سرما را افزایش داد (Senaratna et al, ۲۰۰۰). در تحقیقی آمده است که اسید سالیسیلیک موجب کاهش غلظت سدیم و کلر و افزایش کاتیون‌هایی از جمله پتاسیم در گیاهان ذرت در تنش‌های مختلف گردیده است (Gunes et al., ۲۰۰۷).

مواد و روش‌ها

آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل منگنزدر سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۰ میلیگرم در کیلوگرم خاك از منبع سولفات منگنز)، شوری (صفر، ۱۲۰۰ و ۲۴۰۰ میلیگرم کلرید سدیم درکیلوگرم خاك) و سالیسیلیک اسید (صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) بودند که بر روی رقم پسته‌ی بادامی ریز زرند به اجرا درآمد. بذرهای پسته رقم بادامی ریز (رقم غالب منطقه) از موسسه‌ی تحقیقات پسته‌ی کشور تهیه گردید. مقدار پنج کیلوگرم خاك داخل کیسه‌های پلاستیکی ریخته شد و سطوح مختلف منگنز بهصورت محلول به خاك داخل گلدانها اضافه شد. در هر گلدان تعداد پنج بذر جوانه زده در عمق سه سانتی‌متری خاک کشت و رطوبت خاك به‌حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. آبیاری گلدانها به‌وسیله‌ی آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت مزرعه همراه با توزین مرتب آنها صورت گرفت. تیمار شوری در هفته ششم بهصورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدانها اضافه شد. هم‌چنین تیمار سالیسیلیک در هفته هفتم پس از کشت محلول‌پاشی شد. در هفته‌ی یازدهم، ارتفاع و قطر ساقه، سطح و تعداد برگ، فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm)، شاخص فتوسنتز (PI) و سبزینگی برگ اندازهگیری شد. هم‌چنین برای اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm) و شاخص فتوسنتز (PI) از دستگاه فلورسانس کلروفیل متر مدل (Hansatech LTD Pocket, UK) و برای اندازه‌گیری شاخص سبزینگی از دستگاه کلروفیل سنج دستی (SPAD-۵۰۲) استفاده شد. داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج وبحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف سطوح اصلی منگنز، سالیسیلیک اسید و شوری بر پارامترهای سطح برگ، ارتفاع بوته، سبزینگی و Pi و همچنین اثرات دوگانه آن‌ها به جز در ارتفاع بوته ، کلروفیل فلورسانس و میزان سبزینگی نسبت به سطح شاهد معنی‌دار گردید. نتایج اثرات متقابل سالیسیلیک اسید و شوری نشان داد (جدول ۱)، محلول پاشی ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تعداد برگ را با افزایش معنی دار ۱۴ درصد روبه روکرد، که این افزایش در شرایط شور نیز حاصل شد به عبارت دیگر شوری نه تنها در حضور سالیسیلیک اسید باعث کاهش معنی تعداد برگ نگردید بلکه در شرایط شور تعداد برگ را با افزایش ۲۵ درصدی روبه رو کرد، همچنین نتایج سطح برگ نشان داد (جدول ۱)، در شرایط غیر شور فقط ۱۰ درصد باعث افزایش سطح برگ گردید، در حالی که در شرایط شور(۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم)، محلول‌پاشی ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید سطح برگ دانهال‌های پسته را بیش از ۷۰ درصد افزایش داد.

جدول شماره۱: مقایسه میانگین بر همکنش شوری و سالیسیلیک اسید بر تعداد و سطح برگ دانهال‌های پسته رقم بادامی

سالیسیلیک اسید(میلی‌مولار)	شوری(میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)			
	۰	۱۲۰۰	۲۴۰۰	میانگین
	تعداد برگ			
۰	^{c}۲۲/۱۲	^{e}۸۸/۱۰	^{f}۷۱/۹	C۹۳/۱۰
۵/۰	^{b}۰۷/۱۳	^{d}۷۲/۱۱	^{e}۷۵/۱۰	B۸۴/۱۱
۱	^{a}۰۱/۱۴	^{d}۸۷/۱۱	^{e}۷۴/۱۰	A۲۰/۱۲
میانگین	A ۱/۱۳	B ۴۹/۱۱	C ۴/۱۰	
	سطح برگ			
۰	^{c}۵۵/۳۴۱	^{g}۶۶/۲۳۷	^{h}۱۱/۱۵۳	C۱۰/۲۴۴
۵/۰	^{b}۱۱/۳۶۳	^{e}۸۳/۲۹۵	^{g}۴۴/۲۳۶	B۴۶/۲۹۸
۱	^{a}۴۴/۳۷۶	^{d}۷۷ /۳۱۳	^{f}۷۲/۲۶۰	A۹۷/۳۱۶
میانگین	A۳۷/۳۶	B۴۲/۲۸۲	C۷۵/۲۱۶	
	۰			

اعدادی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشند

.

جدول ۲: مقایسه میانگین بر همکنش شوری و منگنز بر ارتفاع و قطر ساقه دانهال‌های پسته رقم بادامی

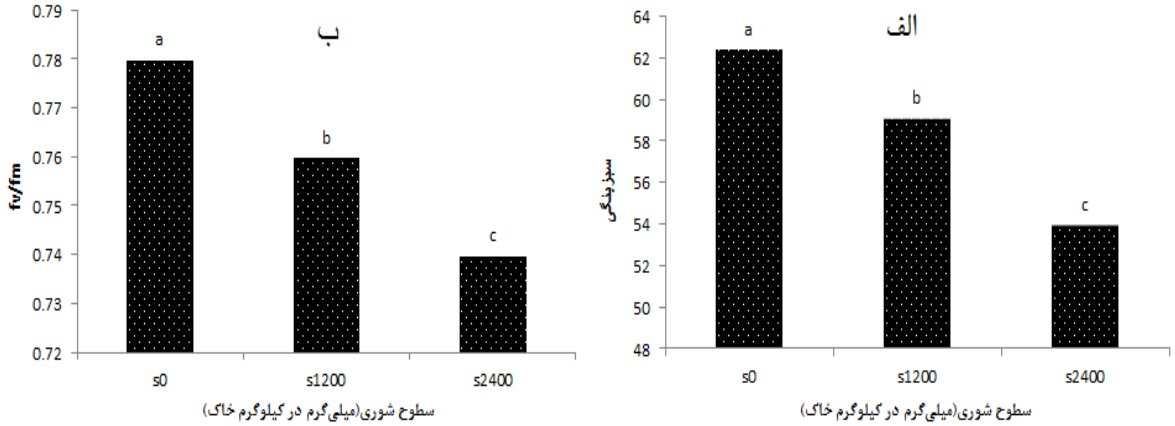
منگنز(میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	شوری(میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)			
	۰	۱۲۰۰	۲۴۰۰	میانگین
	ارتفاع ساقه			
۰	^{c}۸۵/۱۷		^{f}۱۸/۱۴	^{i}۳۱/۱۲ C۷۸/۱۴
۱۰	^{b}۶۱/۱۸	^{e}۵۱/۱۵	^{h}۴۱/۱۳	B۸۴/۱۵

				A ۰۰/۲
			g۶۸/۱۳	
			d۸۲/۱۵	a۲۰/۱۹
۲۰				
میانگین		A۵۵/۱۸	B۱۷/۱۵	C۱۳/۱۳
				قطر ساقه
۰		c۲۷/۲	e۰۴/۲	h۸۹/۱	C۰۶/۲
۱۰		b۳۳/۲	d۱۶/۲	g۹۷/۱	B۱۵/۲
۲۰		a۳۷/۲	d۱۷/۲	f۲	A ۱۸/۲
میانگین		۴۸/۳ A	۱۲/۲ B	**C** ۹۵/۱	

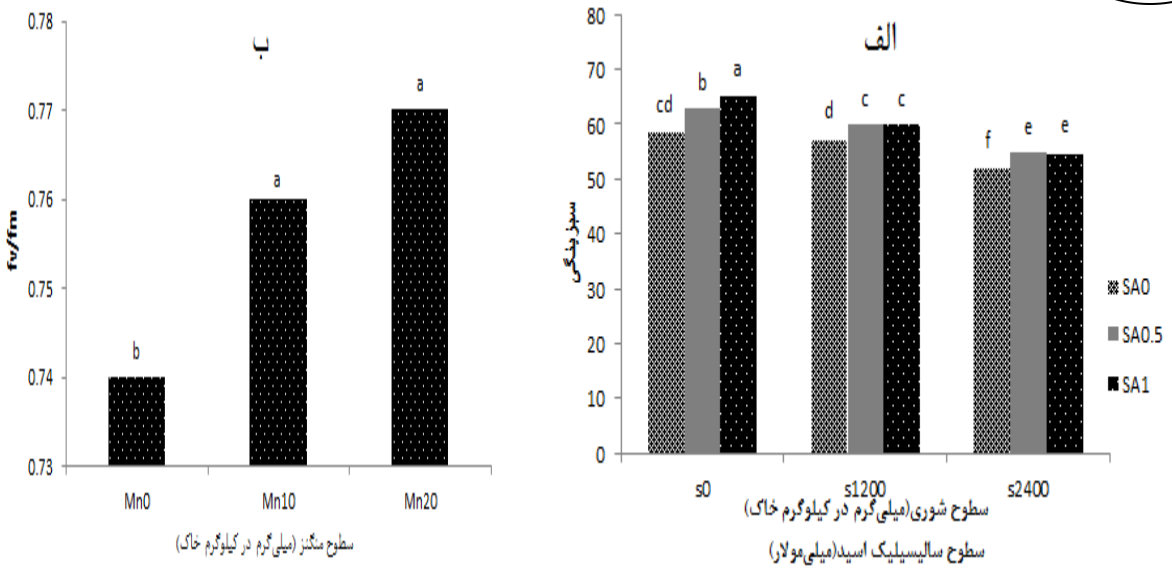
اعدادی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشند

همان طور که در جدول(۲) مشاهده می‌شود با افزایش شوری ارتفاع ساقه کاهش معنی‌داری یافت،ولی با با دادن منگنز چه در شرایط شور و چه غیر شور،ارتفاع ساقه با افزایش چشمگیری روبه‌رو شد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها برهم‌کنش تیمارهای منگنز و شوری بر ارتفاع ساقه معنی‌دار گردید، به طوری که در شرایط غیر شور هنگامی که ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک منگنز به محیط افزوده شد بیشترین ارتفاع ساقه مشاهده شد و ۷ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین قطر ساقه با افزایش شوری نیز کاهش یافت اما با کاربرد منگنز در شرایط شور و غیر شور قطر ساقه افزایش یافت و بیشترین قطر ساقه با کاربرد ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک حاصل شد و نسبت به سطح شاهد ۴ درصد افزایش یافت.

در نتایج جدول تجزیه واریانس مشاهده گردید که شوری باعث کاهش چشمگیر کلروفیل فلورسانس و سبزینگی گردید و نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (شکل ۱) که افزایش شوری باعث کاهش پارامترهای کلروفیل فلورسانس و سبزینگی گردید.



شکل ۱ -تاثیر تیمار شوری بر روی سبزینگی(الف) و کلروفیل فلورسانس(الف)



شکل۲- تاثیرتیمارهای شوری وسالیسیلیک اسید بر روی سبزینگی(الف) و منگنز بر روی کلروفیل فلورسانس

همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها شکل(۲) نشان داد که با افزایش سطوح سالیسیلیک اسید و کاهش سطح شوری سبزینگی افزایش یافت. همچنین با افزایش سطوح منگنز میزان کلروفیل فلورسانس افزایش یافت ، به طوری که در غلظت ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم منگنز میزان کلروفیل فلورسانس نسبت به سطح شاهد ۴ درصد افزایش یافت.

بحث

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش شوری تاثیر معنی‌داری بر سطح و تعداد برگ، قطر و ارتفاع ساقه، ، فلورسانس کلروفیل و سبزینگی برگ داشت. نتایج مشابهی توسط اسداللهی و مظفری (۱۳۹۱) نیز بدست آمد.کاهش کلروفیل فلورسانس تحت تنش شوری می تواند به دلیل تخریب غشای تیلاکوئید کلروپلاست باشد. در تحقیقاتی که روی بادام صورت گرفت، مشخص شد که شوری میزان فلورسانس کلروفیل را کاهش می‌دهد. محققان دلیل آن را تاثیر شوری در تخریب غشاء تیلاکوئید کلروپلاست معرفی کردند (Najafian *et al*., ۲۰۰۸). در تحقیق حاضر محلوپاشی سالیسیلیک اسید اثرات مخرب شوری را کاهش داد. تحقیقات زیادی نشان دادند که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک درگیاهان می‌تواند اثرات ناشی از سمیّت شوری زیاد را کاهش دهد(Al-Hakimi and Hamada, ۲۰۰۱). در تحقیق حاضر استفاده از سالیسیلیک اسید به صورت اسپری برگی قطر و ارتفاع ساقه، سطح و تعداد برگ، کلروفیل فلورسانس و سبزینگی را نسبت به شاهد افزایش داد. استفاده از اسید سالیسیلیک به صورت اسپری برگی بر روی برگ‌های خیار (Yildirim, *et al*, ۲۰۰۶) و ذرت (Khodary,۲۰۰۴) میزان وزن تر شاخساره و ریشه، قطر ساقه و تعداد برگ را تحت تنش شوری نسبت به شاهد افزایش داد.

منابع

اسداللهی، ز. و مظفری، و. ۱۳۹۱. تاثیر شوری و منگنز بر رشد و ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته *Pistacia vera* (L.) در محیط کشت پرلیت. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، جلد سوم، شماره‌ی ۱۲، صفحه‌های ۱۳ تا ۲۷.

حیدری شریف آباد، ح.۱۳۸۰. گیاه و شوری. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، صفحه ۱۹۷تا ۱۹۹

طالبی، م. ۱۳۸۷. تاثیر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی در دو رقم پسته . پایان نامه کارشناسی ارشد، بخش خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.

مظفری، و. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته . رساله دکتری ، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، صفحه ۹۶تا ۹۷

Al-Hakim, A. and Alghalibi, S. ۲۰۰۷. Thiamin and salicylic acid as biological alternatives for controlling broad bean rot disease. Biological Sciences, ۱۱:۱۲۵-۱۳۱.

Al-Hakimi, A. and Hamada, A. ۲۰۰۱. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. Biologia Plantarum, ۴۴: ۲۵۳-۲۶۱.
Burneli, J. N. ۱۹۸۸, The biochemistry of manganese in plants, ۱۲۵-۱۳۷. In: R. D. Graham, J.Hannam and N.C.Uren eds., Manganese in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands
Davies, P. J. ۲۰۰۵. Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Journal of Plant Physiology. ۱۸۱:۴-۵.
El-Tayeb, M. ۲۰۰۵. Response of barley grains to the interactive of salinity and salicylic acid. Plant growth regulation, ۴۵: ۲۱۵-۲۲۴.
Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E. G. and Cicek, N. ۲۰۰۷. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize)Zea mays L. grown under salinity. Journal of plant physiology, ۱۶۴: ۷۲۸-۷۳۶.
Khodary, S. ۲۰۰۴. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. International Journal of Agriculture and Biology, ۶: ۵-۸.
Korkmaz, A. ۲۰۰۵. Inclusion of acetyl salicylic acid and methyl jasmonate into the priming solution improves low-temperature germination and emergence of sweet pepper. HortScience. ۴۰ :۱۹۷-۲۰۰..
Najafian, S., Rahemi, M. and Tavallali, V. ۲۰۰۸. Growth and Chemical Composition of Hybrid GF۶۷۷ (Prunus amygdalus Prunus persica) Influenced by Salinity Levels of Irrigation Water. Asian Journal of Plant Sciences, ۷: ۳۰۹-۳۱۳.
Senaratna,T.,D. Touchell,E. Bunn,and K.Dixon. ۲۰۰۰. Acetyl salicylic acid(Asprin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plants Growth Regulation ۳۰:۱۵۷-۱۶۱.
Ta gin, E., Atici, . and Nalbanto lu, B. ۲۰۰۳. Effects of salicylic acid and cold on freezing tolerance in winter wheat leaves. Plant growth regulation, ۴۱: ۲۳۱-۲۳۶.
Wang, Y.-t., Wang, K. and Shao, X.-q. ۲۰۱۰. Manganese delays the senescence induced by drought in perennial ryegrass (Lolium perenneL.). African Journal of Agricultural Research, ۵: ۳۰۳۵-۳۰۴۰
Yildirim, E., I. Guvenc, and A. Karatas. ۲۰۰۶b. Effect of different number foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of cucumber.
Zhou, Z., Xu, L., Xie, J. and Liu, C. ۲۰۰۹. Effect of manganese tailings on capsicum growth. Chinese Journal of Geochemistry, ۲۸: ۴۲۷-۴۳۱.

Abstract

In order to investigate the effect of different levels of salicylic acid and Mn on growth parameter of pistachio seedlings (cv.Badami) under salt stress, a factorial experiment was conducted based on completely randomized design with three repetitions in the greenhouse of Vali-e-Asr University of Rafsanjan. Treatments including salinity at three levels (۰, ۱۲۰۰ and ۲۴۰۰ mg NaCl kg^{-1} soil) and manganese at three levels (۰, ۱۰ and ۲۰ mg manganese as $MnSO_4$) and salicylic acid at the three levels (۰, ۰.۵ and ۱mM). The results showed that increasing salinity significantly decreased growth parameter. Application of ۲۴۰۰ mg NaCl kg-۱ soil were reduced stem length, stem diameter, leaf number and leaf area by ۲۹, ۱۵, ۲۹ and ۳۹% compared to the control, respectively. Also, application of the salicylic acid (۱mM) increased leaf number by ۱۴% compared to the control. Thus, combined application of salicylic acid and Mn can reduce salinity stress in pistachio seedlings.

اثر پوست پرتقال و زمان بر جذب سطحی کادمیوم در برخی از خاک‌های استان کرمان

نجوا سالاری‌نژاد [۱]، مجید فکری [۲]، پیام خزائلی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۳- استاد دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

چکیده
بررسی و شناسایی عوامل آلاینده در خاک امری ضروری است. در این مطالعه اثر پوست پرتقال بر جذب سطحی کادمیوم در خاک مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور مقادیر ۴ درصدی پوست پرتقال به خاک افزوده و به مدت زمان‌های صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ روز خوابانیده شدند. پس از نمونه‌برداری در زمان‌های مذکور، آزمایشات جذب سطحی تعادلی به روش پیمانه‌ای انجام و مقادیر جذب سطحی کادمیوم بر روی خاک در حضور پوست پرتقال و در زمان‌های مختلف خوابانیدن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش مدت زمان خوابانیدن پوست پرتقال در خاک، جذب سطحی کادمیوم افزایش یافته و معادله لانگمویر با ضریب تبیین ۹۹/۰ به خوبی توصیف کننده جذب می‌باشد. طبق این معادله، حداکثر جذب سطحی کادمیوم در خاک ثابت بوده اما با افزایش مدت زمان خوابانیدن انرژی پیوندی جذب افزایش می‌یابد.

واژه های کلیدی: آلودگی خاک، جذب سطحی، خوابانیدن، کادمیوم

مقدمه
خاک به عنوان یکی از پایه های اکوسیستم، دریافت کننده پسماندهای صنعتی و کشاورزی است. این مواد با ورود به خاک، جزئی از چرخه زندگی خواهند شد که خود به شکل‌های گوناگون زندگی انسان و سایر جانوران را تحت تاثیر قرار خواهند داد. رفتار فلزات سنگین در خاک‌های مختلف بر حسب نوع خاک و اجزا آن و همچنین با گذشت زمان متفاوت است و به طور معمول با گذشت زمان به دلیل واکنش‌های شیمیایی مختلف از قابلیت استفاده فلز برای گیاه کاسته می‌شود و به شکل‌های کم محلول تبدیل می‌شوند (سلیم و اسپارکس، ۲۰۰۱). یکی از راه‌های بهبود محیط زیست و جلوگیری از ورود عناصر سنگین به زنجیره غذایی انسان و دام، غیرمتحرک کردن این فلزات در خاک است. انواع مختلفی از جاذب‌های مصنوعی یا مواد قابل تبادل به عنوان تولیدات تجاری قابل دسترس می‌باشند. اما به دلیل قیمت بالای آنها و برخی اوقات در دسترس نبودن، کاربرد آنها به اندازه کافی ممکن و میسر نخواهد بود. اما مواد طبیعی به دلیل هزینه کم و فراوانی آن‌ها و محصولات جانبی کشاورزی به علت دارا بودن گروه‌های عاملی از قبیل هیدروکسیل و فنول و میل ترکیبی قوی با فلزات سنگین، برای حذف فلزات سنگین مناسب‌تر می‌باشند. فنگ و همکاران ۲۰۰۴، در آزمایشی خاکستر پوسته برنج را برای جذب سرب و مس مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که توانایی جذب و میزان جذب آن برای یون‌های سرب بیش‌تر و سریع‌تر از یون‌های مس بود. در مطالعه دیگری از پوسته برنج و کمپوست برگ به منظور جذب عناصر کروم، روی و نیکل استفاده شد که نتایج حاکی از مناسب بودن پوسته برنج برای عنصر کروم و مناسب بودن کمپوست برگ برای روی و نیکل بود (محمدی و همکاران، ۱۳۸۸). در مطالعات مختلف از پوست نارگیل (پینو و همکاران، ۲۰۰۶)، پوست موز (کائوسارن و همکاران، ۲۰۰۸)، پوست انبه (اقبال و همکاران، ۲۰۰۹)، پوست انار (ال-اشتوکی و همکاران، ۲۰۰۸)، تفاله انگور (چند و همکاران، ۲۰۰۹) و پوست پرتقال (فنگ و همکاران، ۲۰۱۱) در حذف عناصر سنگین از مکان‌های آلوده استفاده شده است. مطالعه شکل‌های متحرک عناصر سنگین و تغییرات آن در خاک و عوامل موثر بر آن مانند مواد آلی از جمله بقایای گیاهی و جانوری، می‌تواند شناخت وضعیت این عناصر در خاک و برنامه‌ریزی صحیح برای کاهش مقدار جذب آنها به وسیله گیاه و آلودگی زنجیره غذایی انسان و حیوان و همچنین کاهش انتقال آنها به منابع آب‌های زیرزمینی یاری نماید. هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثر پوست مرکبات و زمان بر جذب سطحی کادمیوم در خاک بوده است.

مواد و روش‌ها
نمونه‌برداری خاک از منطقه لاله‌زار در استان کرمان به صورت تصادفی و از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر انجام پذیرفت. نمونه‌های خاک با یکدیگر ترکیب و به آزمایشگاه منتقل شدند و پس از هواخشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها به روش‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های پوست پرتقال پس از جداسازی و جمع‌آوری، توسط آب مقطر شستشو شده و به مدت یک هفته در معرض هوا خشک گردیدند. سپس نمونه‌های هواخشک شده در آون و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیده و جهت افزودن به خاک آسیاب شدند. مقادیر ۴ درصدی پوست پرتقال به خاک افزوده و نمونه‌ها مخلوط شده و تا حد رطوبت ظرفیت زراعی مرطوب شدند. نمونه‌برداری در زمان‌های صفر، ۱۰، ۳۰ و ۴۵ روز پس از خوابانیدن انجام و آزمایشات جذب سطحی کادمیوم بر روی آنها انجام گردید. بدین ترتیب که مقادیر ۱/۰ گرم از خاک تیمار شده با پوست پرتقال در زمان‌های مختلف خوابانیدن، درون لوله‌های سانتریفیوژ ریخته و ۱۰ میلی‌لیتر محلول نیترات پتاسیم ۰۱/۰ مولار حاوی غلظتهای مختلف کادمیوم (صفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) در ۳ تکرار اضافه گردید. چند قطره تولوئن به منظور

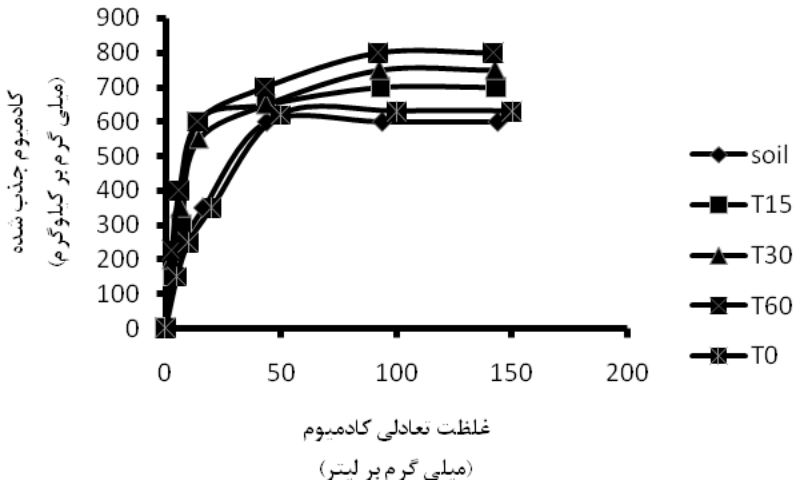
جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم‌ها به محلول‌ها اضافه گردید. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد با سرعت ۱۲۰ دور بر دقیقه بر روی شیکر تکان داده شدند. پس از سانتریفیوژ کردن و صاف کردن محلول ، غلظت کادمیوم در محلول به کمک دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. جهت بررسی همدماهای جذب سطحی، داده‌های به دست آمده توسط معادلات فروندلیچ و لانگمویر برازش داده شدند. این طرح به صورت فاکتوریل و در غالب بلوک کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام گردید.

نتایج و بحث

برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. مکانیسم‌های جذب فلزات سنگین توسط مواد آلی عموما بر پایه اثرات متقابل فیزیکی-شیمیایی بین یون‌های فلزی و گروه‌های عامل موجود بر سطح جاذب از قبیل تشکیل کمپلکس، جذب فیزیکی، تبادل یون، جذب شیمیایی و رسوب می‌باشد (آهالیا و همکاران، ۲۰۰۳). در تشکیل کمپلکس، یون‌های فلزی با گروه‌های عاملی فعال سطحی درگیر می‌شوند، اما در تبادل یون، یون‌های پلی ساکاریدهای موجود در دیواره سلولی ماده آلی با یون‌های فلزی دوظرفیتی موجود در محیط تبادل می‌شوند (آهالیا و همکاران، ۲۰۰۳). همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، افزودن ماده آلی (پوست پرتقال) به خاک با افزایش جذب سطحی کادمیوم همراه است. که این امر با افزایش مدت زمان خوابانیدن بسیار چشمگیرتر می‌باشد.

جدول ۱۰- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

ویژگی	واحد	مقدار
pH	-	۷/۷
هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر	۲۷/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی	سانتی‌مول بر کیلوگرم	۲/۹
رس	درصد	۱۶
سیلت	درصد	۳۰
شن	درصد	۵۴
کربن آلی	درصد	۵۴/۰
کادمیوم قابل دسترس	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۰۹/۰



شکل ۱۳- تاثیر زمان خوابانیدن پوست پرتقال بر جذب سطحی کادمیوم در خاک

با افزایش مدت زمان خوابانیدن پوست پرتقال در خاک، متوسط جذب سطحی کادمیوم در خاک از ۷/۳۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ۵/۵۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش یافت (جدول ۲). بنابراین پیش‌بینی می‌شود که با افزایش مدت زمان خوابانیدن پوست پرتقال در خاک تحرک کادمیوم در خاک کاهش یابد. که این تفاوت می‌تواند منعکس کننده طبیعت واکنش‌پذیری این عنصر در خاک باشد. کلی- وارگاس و همکاران (۲۰۱۱)، ظرفیت جذب عناصر سنگین توسط پوست پرتقال، لیمو و موز را بررسی کردند. نتایج

مطالعات آنها نشان داد که بیشترین جذب سرب و مس توسط پوست لیمو و پرتقال و بیشترین جذب کادمیوم توسط پوست موز صورت گرفته است.

جدول ۱۱ - تاثیر زمان خوابانیدن پوست پرتقال بر جذب سطحی کادمیوم در خاک

زمان خوابانیدن (روز)	صفر	۱۵	۳۰	۶۰
متوسط جذب سطحی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۷/۳۷۵	۸/۴۴۲	۲/۴۶۴	۵/۵۰۳

داده‌های حاصل از آزمایش بر روی همدماهای جذب سطحی فروندلیچ و لانگمویر برازش داده شدند و پارامترهای معادلات محاسبه گردید (جدول ۳). نتایج حاصل از بررسی ضرایب تبیین (R^2) لانگمویر (۹۹/۰) و فروندلیچ (۶۷/۰-۵۷/۰) نشان داد که معادله لانگمویر برازش بهتری نسبت به معادله فروندلیچ داشته و واکنش جذب سطحی کادمیوم بر خاک را بهتر توصیف می‌کند. همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، با افزایش مدت زمان خوابانیدن، حداکثر جذب تک لایه‌ای لانگمویر (b) بدون تغییر مانده در حالیکه شاخص انرژی پیوندی (K_L) افزایش یافته است.

جدول ۱۲ - ثابت‌های همدماهای جذب سطحی کادمیوم در زمان‌های مختلف خوابانیدن پوست پرتقال در خاک

معادلات جذب	پارامترهای معادلات	زمان خوابانیدن (روز)			
		صفر	۱۵	۳۰	۶۰
لانگمویر	b	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
	K_L	۰۷۶/۰	۱۲۵/۰	۱۴۲/۰	۱۶۶/۰
	R^2	۹۹/۰	۹۹/۰	۹۹/۰	۹۹/۰
فروندلیچ	K_f	۸۱/۸	۴۴/۱۰	۹۷/۱۲	۳۴/۱۵
	n/۱	۰۵۷/۱	۰۶/۱	۰۱۷/۱	۹۹۵/۰
	R^2	۶۷/۰	۶۴/۰	۶۰/۰	۵۷/۰

منابع

محمدی، م.، الف. فتوت، غ. م. حق نیا. ۱۳۸۸. بررسی امکان جذب فلزات سنگین فاضلاب صنعتی توسط شن، خاک و ماده آلی. آب و فاضلاب، ۴: ۸۱-۷۱.

Ahalya, N., T.V. Ramachandra and R. D. Kanamadi. ۲۰۰۳. Biosorption of Heavy Metals. Res. J. Chem. Environ. Vol ۷ (۴).

Chand, R., K. Narimura, H. Kawakita, K. Ohhto, T. Watari and K. Inoue. ۲۰۰۹. Grape waste as a biosorbent for removing $Cr^{۴+}$ from aqueous solution. J. Hazard. Mat. ۱۶۳: ۲۴۵-۲۵۰.

El-Ashtoukhy, S. Z., N. K. Arnin and O. Abdelwahab. ۲۰۰۸. Removal of lead and copper from aqueous solution using pomegranate peel as a new adsorbent. Desalination. ۲۲۳: ۱۶۲-۱۷۳.

Feng, Q., Q. Lin F. Gong, S. Sugita M. and Shoya. ۲۰۰۴. Adsorption of lead and mercury by rice husk ash. J. Colloid Interface Sci. ۲۷۸(۱): ۱-۸.

Feng, N., X. Guo., S. Liang, Y. Zhu and J. Liu. ۲۰۱۱. Biosorption of heavy metals from aqueous solutions by chemically modified orange peel. J. Hazard Mat. ۱۸۵: ۴۹-۵۴.

Iqbal, M., A. Saeed. And S.I. Zafar. ۲۰۰۹. FTIR spectrophotometry, kinetics and adsorption isotherms modeling, ion exchange and EDX analysis for understanding the mechanism of $cd^{۲+}$ and $pb^{۲+}$ removal by mango peel waste. J. Hazard. Mat. ۱۶۴: ۱۶۱-۱۷۱.

Kaewarn, P., W. Saikaew and S. Wongcharee. ۲۰۰۸. Dried biosorbent derived from Banana peel: A potential biosorbent for removal of cadmium ions from aqueous solution. Presented at The ۱۸th Thailand chemical Engineering and Applied chemistry Conference. October ۲۰-۲۱, Pattaya Thailand.

Kelly-Vargas, K., M. Cerro-Lopez., S. Reyna-Tellez, E. R. Bandala and J. L. Sanchez-Salaz. ۲۰۱۱. Biosorption of heavy metals in polluted water using different waste fruit cortex. Phys. Chem. Earth. ۳۹: ۲۶-۳۹.

Pino, G. H., L. M. Souzo de Mesquita, M. L. Torem and G. A. S. Pinto. ۲۰۰۶. Biosorption of cadmium by green coconut shell powder. Minerals Engin. ۱۹, ۳: ۸۰-۳۸۷.

Selim, H. M. and D. L. Sparks. ۲۰۰۱. Heavy metals release in soils. Lewis Publishers, Boca Raton.

Abstract

It is very important to study and identify the pollutant factors in soil. In this study, the effects of orange peel on the adsorption of cadmium by soil were investigated. Four percent of orange peel was added to soil at incubation times of ۰, ۱۵, ۳۰ and ۶۰ days. Batch adsorption studies were carried out to investigate the amounts of Cd adsorbed on soil in presence of orange peel in different incubation times. The results showed that with increment of incubation time of orange peel in soil, the Cd adsoption increased in which Langmuir equation described the Cd adsorption with $R^۲$=۰.۹۹. According to this equation, the maximum adsorption of Cd had no change with increment of incubation time while adsorption energy increased in these period times.

تاثیر براده آهن و رس‌های زئولیت و بنتونیت بر دسترسی زیستی سرب در خاک‌های آلوده

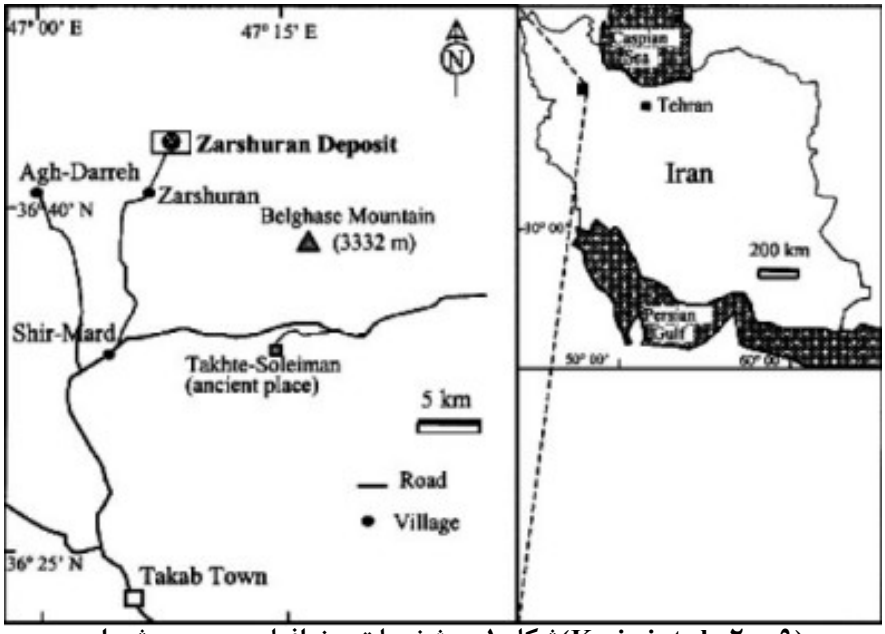
سجاد شاهمرادی [۱]، مجید افیونی [۲]، محمدعلی حاج عباسی [۲]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- استاد دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
تثبیت سرب در خاک آلوده جهت جلوگیری از ورود آن به چرخه غذایی ضروری است. با هدف کاهش دسترسی زیستی سرب در خاک یک آزمایش با طرح کاملا تصادفی شامل چهار تیمار زئولیت و بنتونیت خام، زئولیت و بنتونیت اصلاح شده با آهن به مقدار ۱ درصد وزنی و براده آهن به مقدار ۶۶/۰ درصد وزنی به خاک اضافه شد. نتایج نشان داد که همه تیمارها دسترسی زیستی سرب در خاک را کاهش دادند و براده آهن نیز بیشترین کارایی را داشت.
کلمات کلیدی: سرب، زئولیت، بنتونیت، براده آهن

مقدمه
سرب از جمله مهمترین آلاینده‌های زیست محیطی محسوب شده و از راه‌های مختلف، منابع آب و خاک را آلوده می‌کند. این عنصر در محیط ریزوسفر می‌تواند وارد چرخه غذایی انسان شده و پیامدهای خطرناکی را به دنبال داشته باشد (Bradl., ۲۰۰۵). معدن زرشوران در شمال غرب ایران یکی از شناخته‌شده‌ترین معادن طلا است که تاریخ استفاده از آن به بیش از صد سال برمی‌گردد. آثار اکتشاف واستخراج طلا از نقاط مختلف معدن زرشوران هنوز به صورت زه‌آب و جریان‌های سطحی دیده می‌شود و در طی سالیان طولانی در این معدن انبوهی از پساب با غلظت زیاد سرب تولید و سبب آلودگی خاک شده است (Karimi et al., ۲۰۰۹). با آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی اطراف زرشوران در تمامی تولیدات گیاهی و دامی، فلزات سنگین با غلظت زیاد تجمع یافته و با ورود این فلزات به چرخه غذایی ساکنان منطقه، بیماری‌های مزمن مانند کراتوزیس، سرطان پوست و سرطان مثانه به طور چشم‌گیری افزایش یافته است (Karimi et al., ۲۰۰۹).

در عصر حاضر روش‌های مختلفی برای پالایش آب و خاک آلوده به فلزات سنگین ابداع شده، اما اکثر این روش‌ها پرهزینه و زمان‌بر است. تثبیت شیمیایی آلاینده‌ها در خاک یک روش مناسب با قابلیت کاربرد در مکان‌های با غلظت زیاد آلاینده در وسعت زیاد بوده و بسته به نوع جاذب مورد استفاده می‌تواند کم هزینه و دایمی باشد (Hamidpour et al., ۲۰۱۰). اکسیدهای آهن، زئولیت و بنتونیت اخیراً به واسطه ظرفیت جذب زیاد و هزینه کم به عنوان جاذب مناسب در پالایش خاک‌های آلوده استفاده می‌شوند. رسوبات عظیمی از زئولیت و بنتونیت در ایران نیز موجود است. فقیهیان و همکاران نیز میزان جذب فلزات سنگین و رادیواکتیو به وسیله زئولیت را مطالعه کرده و به این نتیجه رسیدند که سرب بیشتر از باریم، سزیم و نیکل بر روی آن جذب شدند (Faghihian et al., ۱۹۹۹). با توجه به این که در منطقه زرشوران هنوز مطالعاتی در مورد تثبیت و حذف سرب انجام نشده است، لذا اهداف اصلی این پژوهش کاهش دسترسی زیستی سرب در خاک‌های اطراف معدن زرشوران توسط زئولیت و بنتونیت ایران و براده آهن بود.

مواد و روش‌ها
در این پژوهش نمونه خاک از اطراف معدن طلا زرشوران شهرستان تکاب در استان آذربایجان غربی(شکل ۱) انتخاب گردید و نمونه‌برداری از عمق ۰ الی ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. پس از نمونه برداری خاکها جهت آنالیزهای فیزیکوشیمیایی از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد و خصوصیات خاک به روش استاندارد تعیین شد(Westerman., ۱۹۹۰). پ-هاش و هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع، ماده آلی با روش والکی و بلک، ظرفیت تبادل کاتیونی با روش استات آمونیوم، بافت با روش پیپت و غلظت سرب با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (جدول ۱). رس زئولیت از معدن فیروزکوه و رس بنتونیت از معدن انارک اصفهان تهیه و پس از آسیاب شدن، از الک ۱/۰ میلی‌متر عبور داده شد و ۵۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی رسهای مذکور با آهن سه ظرفیتی اشباع شد (Macedo-Miranda et al., ۲۰۰۷). براده آهن نیز از کارگاه‌های تراشکاری اصفهان تهیه شد. تیمارهای زئولیت و بنتونیت خام و اصلاح شده با آهن(۱ درصد وزنی) و براده آهن(۶۶/۰ درصد وزنی) در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار به خاک اضافه شدند. خاک درون گلدان‌ها قبل از کشت گیاه(آفتابگردان) به مدت یک ماه در رطوبت ۸۰ درصد ظرفیت زراعی نگهداری شدند. پس از پایان دوره ۶۰ روزه رشد آفتابگردان، نمونه‌برداری از گیاه و خاک انجام شد. شکل قابل جذب سرب در نمونه‌های خاک به وسیله محلول ۰۵/۰ DTPA مولارعصاره‌گیری شد (Sparks et al., ۱۹۹۶). پس از برداشت، تجزیه نمونه‌های گیاهی به روش هضم تر (Harborne,. ۱۹۹۸) انجام شد. غلظت سرب در نمونه‌های عصاره‌گیری شده با استفاده از دستگاه جذب‌اتمی اندازه‌گیری شد. پردازش داده‌ها با نسخه ۹ نرم افزارآماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD (۰۵/۰ p) انجام شد.



شکل ۱- مشخصات جغرافیایی معدن زرشوران (Karimi et al., ۲۰۰۹)

نتایج و بحث

طبق استانداردهای کیفیت منابع خاک و راهنماهای آن (۱۳۹۲) بسته به pH، درصد رس و مقدار ماده آلی، غلظت سرب در خاک مورد مطالعه در محدوده خطر فوری قرار داشت(جدول ۱). غلظت سرب قابل استخراج با DTPA-TEAدر خاک بدون جاذب (شاهد) نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲) کاربرد تمام جاذب‌ها سبب کاهش غلظت سرب قابل استخراج با DTPA در خاک نسبت به شاهد شد (جدول ۲). جاذب‌های زئولیت و بنتونیت خام به دلیل وجود مکان‌های تبادل کاتیونی روی سطوح خود سبب تثبیت سرب شدند. حمیدپور و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که جذب سرب روی زئولیت عمدتاً غیر قابل تبادل است (Hamidpour et al., ۲۰۱۰). زئولیت و بنتونیت اصلاح شده با آهن علاوه بر سطوح تبادلی از طریق باندهای آهن سبب غیر متحرک شدن سرب شدند. براده آهن نسبت به سایر جاذب‌ها بیشترین تاثیر را در کاهش دسترسی زیستی سرب داشت. کودلینگ و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که افزودن آهن به خاک سبب کاهش دسترسی زیستی سرب می‌شود (Codling,. ۲۰۰۷). همچنین چن و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که وجود آهن، دسترسی زیستی سرب را در خاک کاهش داد (Chen et al., ۲۰۰۰). عملکرد شاخساره گیاه کشت شده در خاک‌های حاوی بنتونیت خام و اصلاح شده با آهن و براده آهن نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). از سوی دیگر کاربرد جاذب‌های مذکور سبب کاهش معنی‌دار غلظت سرب در ریشه و شاخساره شد (جدول ۲). به طور کلی میتوان گفت براده آهن به واسطه قیمت مناسبتر و تثبیت بیشتر سرب نسبت به سایر جاذبها کارایی بیشتری داشت.

جدول۱- نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه

منطقه	pH	EC (dS/m)	OM %	CEC (meq/۱۰۰gr)	Sand %	Silt %	Clay %	Pb (mg/kg)
معدن زرشوران	۸/۷	۷/۱	۵۴/۱	۳/۱۵	۳/۲۹	۰۰/۴۵	۷/۲۵	۸۰۰

جدول ۲- مقایسه میانگین و انحراف معیار سرب قابل استخراج با DTPA-TEA و وزن خشک (گرم در گلدان) و سرب ریشه و شاخساره (میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمارهای مختلف با آزمون LSD در خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)

تیمار	سرب قابل استخراج با DTPA-TEA	وزن خشک ریشه	وزن خشک شاخساره	سرب شاخساره	سرب ریشه
شاهد	۲۲/۰±۵۵/۶	۰۳/۰± ۵۱/۰	۱۰/۰±۷۲/۰	۵/۱±۲۱	۵±۱۳۳
بنتونیت خام ۱%	۱۵/۱±۲۶/۵	۱۲/۰±۵۵/ ۰	۱۲/۰±۰۱/۱	۵/۱±۱۴	۵/۵±۱۱۲
زئولیت خام ۱%	۲۴/۰±۶/۴	۱۰/۰±۴۱/ ۰	۱۵/۰±۸۳/۰	۵/۱±۱۲	۵±۱۰۶
زئولیت اصلاح شده با آهن ۱%	۳۴/۰±۵/۴	۰۹/۰±۳۸/ ۰	۰۸/۰±۸/۰	۷/۳±۶/۹	۱۲±۹۵
بنتونیت اصلاح شده با آهن ۱%	۱۱/۱±۸/۵	۰۳/۰±۴۲/ ۰	۱۱/۰±۹۳/۰	۲±۸/۷	۷±۸۹
براده آهن ۶۶/۰%	۶۳/۰±۲/۴	۱۴/۰±۴۱/ ۰	۲۵/۰±۹۸/۰	۰۵/۰±۱۴/۰	۲۴±۴۵
LSD	۱۹/۱	۱۵/۰	۲/۰	۶۶/۳	۰۴/۱۶

منابع

استانداردهای آلودگی منابع خاک و راهنماهای آن، سازمان محیط زیست کشور. ۱۳۹۲ .

Bradl, H. ۲۰۰۵. Sources and origins of heavy metals. Interface Science and Technology ۶: ۱-۲۷.

Karimi, N., S. M. Ghaderian, H. Maroofi and H. Schat. ۲۰۰۹. Analysis of arsenic in soil and vegetation of a contaminated area in Zarshuran, Iran. International journal of phytoremediation, ۱۲: ۱۵۹-۱۷۳.

Hamidpour, M., M. Kalbasi, M. Afyuni, H. Shariatmadari, P. E. Holm & H. C. B. Hansen. ۲۰۱۰. Sorption hysteresis of Cd (II) and Pb (II) on natural zeolite and bentonite. Journal of hazardous materials, ۱۸۱; ۶۸۶-۶۹۱.

Faghihian, H., M. Ghannadi Marageh, H. Kazemian.۱۹۹۹. The use of clinoptilolite and its sodium form for removal of radioactive cesium, and strontium from nuclear wastewater and $Pb^{۲+}$, $Ni^{۲+}$, $Cd^{۲+}$, $Ba^{۲+}$ from municipal wastewater. Applied Radiation and Isotopes ۵۰: ۶۵۵-۶۶۰.

Westerman, R. L. ۱۹۹۰. Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America, Inc.

Macedo-Miranda, M. & M. Olguin (۲۰۰۷) Arsenic sorption by modified clinoptilolite-heulandite rich tuffs. Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry, ۵۹, ۱۳۱-۱۴۲.
Sparks, D. L., A. Page, P. Helmke, R. Loeppert, P. Soltanpour, M. Tabatabai, C. Johnston and M. Sumner. ۱۹۹۶. Methods of soil analysis. Part ۳-Chemical methods. Soil Science Society of America Inc.
Harborne, J. B. ۱۹۹۸. Phytochemical methods A Guide to modern techniques of plant analysis. Springer.
Codling, E. E. .۲۰۰۷. Long-term effects of lime, phosphorus, and iron amendments on water-extractable arsenic, lead, and bioaccessible lead from contaminated orchard soils. Soil. Sci. ۱۷۲: ۸۱۱-۸۱۹.
Chen, H.M., Zheng, C.R., Tu, C., Shen, Z.G. ۲۰۰۰. Chemical methodsand phytoremediation of soil contaminated with heavy metals.Chemosphere ۴۱ (۱-۲), ۲۲۹-۲۳۴.

Abstract

Immobilization of lead in contaminated-soil is essential to prevent lead from entering the food chain. For reduce bioavailability of lead in the soil were carry out an experiment with a completely randomized design contain of five treatments raw zeolite and bentonite (۱% w/w), zeolite and bentonite modified with iron(۱% w/w) and iron filings (۰.۶۶% w/w), then it was added to the soil. The results showed that all treatments reduced lead of extractable with DTPA-TEA in soil and iron filings also had the highest performance.

سینتیک رهاسازی پتاسیم از خاک‌های باغ انگور شهرستان ملایر

مریم کریمی [۱]، محبوبه ضرابی [۲]، زهرا وارسته خانلری [۳]، زهرا کلاه چی [۲]، زینب نادری [۱].
۱-دانشجوی کارشناسی ارشدگروه خاکشناسی دانشگاه ملایر ،۲-استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه ملایر،۳- مربی گروه خاکشناسی، دانشگاه ملایر

چکیده
سرعت رهاسازی پتاسیم، در فراهمی پتاسیم خاک‌ها اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. یکی ازعناصر غذایی ضروری برای انگور پتاسیم می‌باشد، هدف از این مطالعه، بررسی سرعت رهاسازی پتاسیم در خاک باغات انگور و مقایسه معادلات عمده سینتیکی و انتخاب بهترین معادله جهت توصیف مکانیسم رهاشدن پتاسیم از خاک‌ها بود. بدین منظور مطالعات آزمایشگاهی بر روی تأثیر کلریدکلسیم و اسید مالیک با غلظت ۰۱/۰ مولار از نمونه خاک‌ها در مدت زمان ۲۵/۰ تا ۷۲ ساعت صورت گرفت. میانگین پتاسیم رهاشده در مدت زمان مورد مطالعه با اسیدمالیک بیش‌تر از کلسیم‌کلرید بود. رهاسازی در تمام خاک‌ها در مراحل اولیه سریع بوده و در مراحل بعدی با سرعت کمتر تا انتهای آزمایش ادامه داشت. سرعت رهاسازی تجمعی پتاسیم با استفاده از معادلات بررسی شد. بر اساس ضریب تشخیص (R^2) بهترین مدل‌ها شناخته شدند. به علت تأیید داده‌ها با معادلات پخشیدگی پارابولیکی، مرتبه اول و توانی این امکان وجود دارد که فرآیند رهاسازی در خاک‌ها متأثر از پدیده پخشیدگی باشد.

واژه های کلیدی: سینتیک رهاسازی، پتاسیم، باغ انگور، ملایر.

مقدمه
انگور از نظر تولید مهمترین میوه‌ی دنیا و ایران است (خوشخوی، ۱۳۸۱). امروزه سطح وسیعی از باغ‌های دنیا به کشت انگور اختصاص دارند. درایران نیز انگور یکی از محصولات مهم باغی است که جایگاهی ویژه در تغذیه و سلامت افراد جامعه دارد (یزدانی و شهبازی، ۱۳۸۶). یکی از مهمترین مناطق موکاری در ایران، شهرستان ملایر از توابع استان همدان است که رتبه دوم تولید انگور در کشور را دارد. اطلاع از وضعیت عناصرغذایی در باغات انگور این منطقه جهت تولید محصول با کیفیت و کمیت بالا ضروری به نظر می‌رسد.
مقدار جذب پتاسیم توسط گیاهان از جذب هر عنصر مغذی دیگری به غیر از ازت بیشتر بوده و در بعضی از گیاهان حتی از جذب ازت نیز بیش‌تر می‌باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). انگور از جمله گیاهانی است که نیاز بالایی به پتاسیم دارد.
پتاسیم در خاك به فرم‌های محلول، تبادلی، غیر تبادلی و ساختمانی موجود است (Sparks,۱۹۹۸). بین اشکال مختلف پتاسیم رابطه تعادلی دینامیکی برقراراست. این تبدیلات بر قابلیت دسترسی پتاسیم تأثیر گذار می‌باشد لذا مطالعه فرایندهای وابسته به زمان که تغییرات این اشکال را بررسی می‌کند،ضروری به نظر می‌رسد. با برداشت مداوم پتاسیم از محلول خاك و کاهش پتاسیم تبادلی به سطح بحرانی، پتاسیم موجود در منابع غیر تبادلی آزاد شده و مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. بنابراین برای رشد حداکثری گیاهان پتاسیم محلول و تبادلی نیاز به تأمین مداوم از طریق هوادیدگی پتاسیم کانی‌ها و یا افزودن کود پتاسه دارند (Sparks and Huang.,۱۹۸۵). ازآنجا که آبشویی پتاسیم با سهولت بیشتری نسبت به فسفر انجام می‌گردد؛ بخش چشمگیری از این عنصر از خاک‌هایی که تحت آبشویی زیاد بوده‌اند، شسته شده و از نیمرخ خاک خارج گردیده‌است.
مطالعه سرعت آزادسازی پتاسیم کمک زیادی به درک صحیح وضعیت پتاسیم در خاک خواهد کرد. سرعت رهاسازی از جنبه‌ی حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه ونیز سرنوشت کود پتاسیم مصرف شده وتوصیه کودی اهمیت بسیار دارد (Sadusky & et al., ۱۹۸۷). در این مطالعه هدف بررسی سرعت رهاسازی عنصر از خاک باغات انگور با گذشت زمان جهت بدست آوردن اطلاعاتی در مورد سرعت احتمالی رهاسازی و مکانیزیم واکنش می‌باشد. (۲۰۰۷) Jalali رهاسازی پتاسیم را با استفاده از عصاره‌گیر کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار در خاک همدان مورد بررسی قرار داد و اظهار داشت معادله پارابولیک می‌تواند برای تخمین میزان کاربرد و فراهمی مقدار پتاسیم مورد نیاز برای گیاه مورد استفاده قرار گیرد. وی سرعت رهاسازی پتاسیم در ۴۰ خاک مورد بررسی را ۵۱/۶ تا ۰۵/۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر مجذور دقیقه بدست آورد.
(۲۰۱۴) Jalali & et al با مطالعه سینتیک رهاسازی پتاسیم از ۶۲ خاک آهکی تحت کاربری‌های مختلف با عصاره گیر کلسیم کلرید ۰۱/۰ مولار به این نتیجه رسیدند که چگونگی و روند رهاسازی پتاسیم در کاربری‌های مختلف مشابه بود، آن‌ها مشاهده کردند که پتاسیم رهاشده در مرتع کمترین مقدار را داشت در حالی که بیشترین رهاسازی به سبزیجات مربوط می‌شد. از بین مدل‌های مختلفی که برای توصیف رهاسازی پتاسیم استفاده شدند الوویچ، پخشیدگی پارابولیک و تابع توانی برای توصیف رهاسازی پتاسیم مناسب بودند.
موسوی و همکاران(۱۳۹۳) با بررسی سرعت آزاد سازی پتاسیم با عصاره‌گیرهای کلریدکلسیم و اسیدهای اگزالیک و سیتریک با غلظت ۰۱/۰ مولار و ۶ زمان عصاره‌گیری ۱، ۲، ۴، ۸، ۲۴ ساعت نشان دادند که در مراحل اولیه، این فرایند با سرعت بیش تری انجام شده و به تدریج در انتهای آزمایش کاهش می‌یابد. برازش ۴ مدل سینتیکی شامل معادله مرتبه اول، پخشیدگی پارابولیک،

الوویچ و توانی نشان داد که رهاسازی پتاسیم از الوویچ پیروی نمی‌کند. نتایج نشان داد که فرایند پخشیدگی کنترل‌کننده رهاسازی پتاسیم از کانی‌ها است.

از جمله معادلاتی که برای توصیف سینتیک رهاسازی پتاسیم استفاده می‌شوند؛ می‌توان به معادلات مرتبه صفر، درجه اول، مرتبه دوم، توانی، پخشیدگی پارابولیک و الوویچ اشاره نمود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از ۱۰ خاک باغات انگور شهرستان ملایر استان همدان از عمق ۳۰-۰ سانتیمتر نمونه‌برداری انجام شد و پس از اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی (Rowel., ۱۹۹۴) میزان رهاسازی پتاسیم با دو عصاره‌گیر کلسیم‌کلرید و اسیدمالیک ۰۱/۰ مولار بررسی شد.

روند رهاسازی پتاسیم در فواصل زمانی ۲۵/۰ تا ۷۲ ساعت مورد ارزیابی قرار گرفت. در هر مرحله میزان رهاسازی پتاسیم در عصاره‌گیر توسط دستگاه فلیم‌فتومتر قرائت گردید. سپس به منظور تعیین روند رهاسازی معادلات سینتیکی بر داده‌ها برازش و براساس بالاترین ضریب تشخیص (R^2) و کمترین استاندارد اشتباه (SE) بهترین مدل‌های بازگوکننده رهاسازی انتخاب گردید.

شکل کلی معادلاتی که بهترین برازش بر داده‌ها را داشتند به صورت زیر می‌باشد:

۱- مرتبه اول $\ln (q_0 - q_t) = a - bt$

۲- پخشیدگی پارابولیک $qt = a + bt^{1/2}$

الوویچ $qt = a + b\ln t$

۳-تابع نمایی $\ln qt = \ln a + b \ln t$

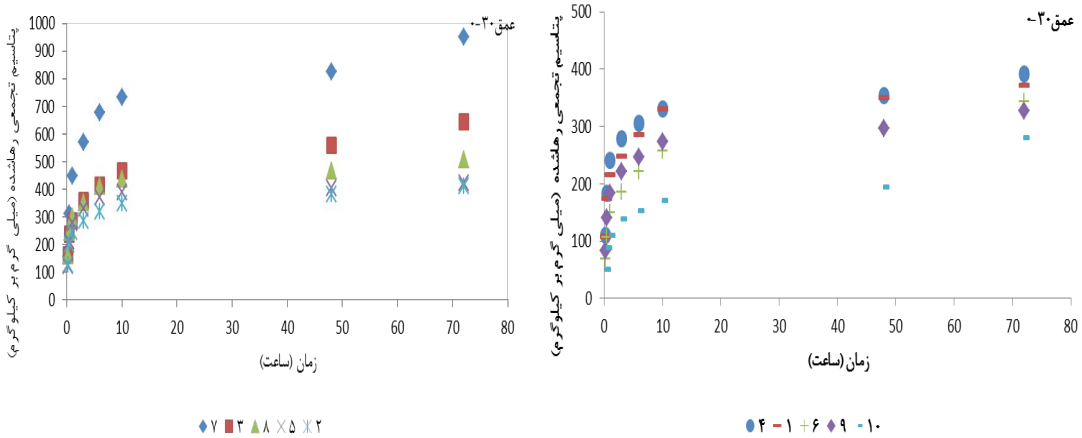
در این معادلات qt مقدار پتاسیم آزاد شده در زمان t و q_0 حداکثر میزان پتاسیم آزاد شده در مدت آزمایش می باشد، a و b ثابت ها و t نشان دهنده زمان است .

نتایج و بحث

خاک‌هایی که دارای بافت ریزترند معمولا ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتر داشته و می‌توانند پتاسیم بیش‌تری به صورت تبادلی نگه دارند. با این وجود، پتاسیم تبادلی بالا همیشه بدین معنا نیست که پتاسیم بالایی در محلول خاک وجود دارد. در حقیقت پتاسیم محلول در خاک‌های ریز بافت‌تر ممکن است به مقدار قابل توجهی نسبت به میزان آن در خاک‌های درشت بافت در هر سطح مشخصی از پتاسیم تبادلی پایین باشد (Sparks.,۲۰۰۰).

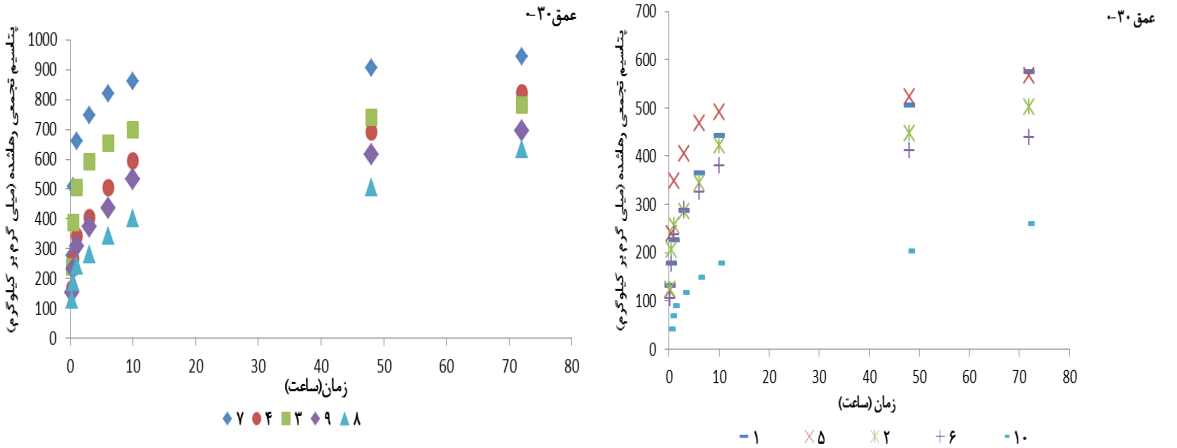
روند رهاسازی با نمك معدنی : روند رهاسازی پتاسیم رها شده توسط عصاره گیری پی در پی با کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار در شکل ۱ نشان داده شده است . دامنه تغییرات پتاسیم عصاره‌گیری شده ۵۶/۲۸۰ (خاک ۱۰) تا ۳۰/۹۵۱ (خاک ۷) با میانگین ۱۸۸/۴۶۵ میلي‌گرم در کیلوگرم خاك مي‌باشد. رهاسازی بیشتر در خاک ۷ را مي‌توان به درصد بالای ماده آلی در این سری که امکان تبادل بیشتر یون کلسیم را با پتاسیم فراهم می کند نسبت داد.

در این مطالعه بهترین روند جهت رهاسازی پتاسیم، معادله پخشیدگی پارابولیك، الوویچ، تابع نمايي و مرتبه اول بود. در خاك‌های آهکی کاتیون‌هایی که پتاسیم را از مکان‌های تبادلی جابه‌جا مي‌کنند به طور عمده کلسیم، منیزیم، آمونیوم و تا حدودی آلومینیوم مي‌باشند (Mengel and Uhlenbecker.,۱۹۹۳).

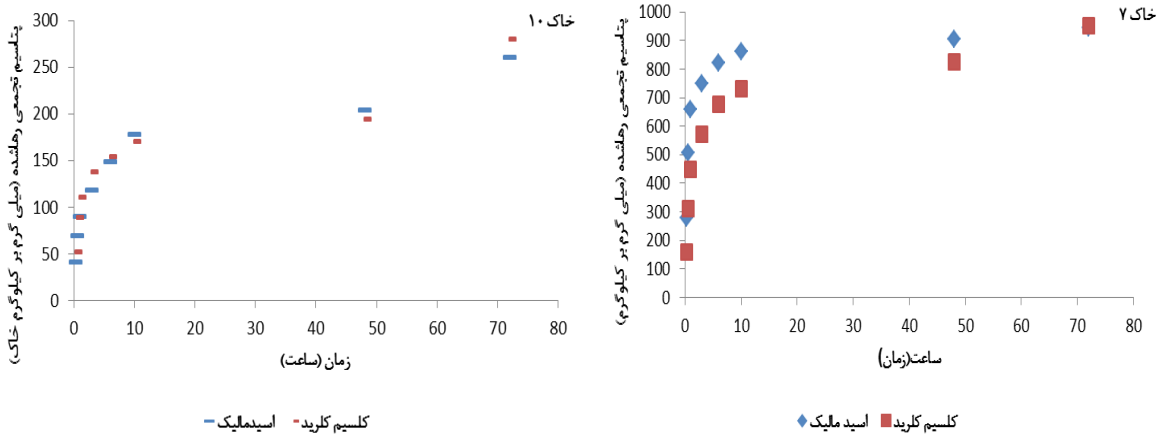


.شکل ۱ - رهاسازی تجمعی پتاسیم با عصاره‌گیری متوالی با کلریدکلسیم در خاك‌های مورد مطالعه

روند رهاسازی با اسید آلی : روند رهاسازی پتاسیم توسط عصاره‌گیری پی‌درپی با اسیدمالیک در پایان مدت آزمایش در شکل ۲ نشان داده شده است. دامنه تغییرات پتاسیم عصاره‌گیری شده با اسیدمالیک ۵۶/۲۶۰(خاک ۷) تا ۸۸/۹۴۳ (خاک ۱۰) با میانگین ۵۱/۶۲۱ میلي‌گرم درکیلوگرم خاك مي‌باشد. اختلاف در میزان رهاسازی در خاك‌ها را مي‌توان به نوع ، میزان و اندازه ذرات کاني‌های حاوی پتاسیم موجود در بخش رس، سیلت و شن و همچنین درصد ماده آلی خاك‌ها نسبت داد.
از میان فاکتورهای مؤثر در رهاسازی پتاسیم، اسیدهای آلی که کم‌تر مورد توجه قرار گرفته‌اند، از طریق تشکیل کمپلکس‌های آلی - فلزی، هوادیدگی کاني‌ها و سنگ‌ها را آسان مي‌سازند. توانایی خارج کردن پتاسیم و سایر کاتیون‌های ساختمانی توسط اسیدها را مي‌توان به یون H+ و لیگاندهای آلی به دست آمده از تجزیه اسیدها نسبت داد.
پتاسیم تجمعی رهاشده توسط عصاره‌گیر اسیدمالیک تقریبا ۵/۱ برابر کلریدکلسیم می‌باشد.



.شکل ۲- رهاسازی تجمعی پتاسیم با عصاره‌گیری متوالی با اسیدمالیک در خاك‌های مورد مطالعه



.شکل ۳- مقایسه دو عصاره‌گیر برای رهاسازی پتاسیم در دو نمونه خاک

.جدول ۱- مقایسه حداکثر پتاسیم تجمعی رهاشده در پایان آزمایش توسط دو عصاره‌گیر در خاک‌ها

شماره خاک	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
کلسیم کلرید	۹۰/۳۷۲	۳/۹۵۱	۶۴/۶۴۴	۶۲/۳۹۲	۱۶/۴۲۲	۱۴/۳۲۷	۱۲/۵۶۶	۵۶/۲۸۰	۶۲/۳۴۳	۸۲/۴۱۰
اسید مالیک	۰۰/۵۷۵	۸۸/۹۴۳	۳۶/۷۸۰	۸۲/۸۲۳	۳۶/۵۶۶	۷۴/۶۹۴	۹۵۹/۶۳۱	۵۶/۲۶۰	۸۸/۴۳۸	۵۶/۵۰۱

توانایی اسید آلی در رهاسازی پتاسیم و سایر کاتیون‌های ساختمانی را می‌توان به یون‌های هیدروژن وکمپلکس لیگاندهای آلی اسیدها در محلول ربط داد .

با توجه به مقادیر مختلف پتاسیم رهاشده در خاک‌های مورد مطالعه می‌توان به این نتیجه رسید که خاک‌ها توانایی متفاوتی در تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه دارند.

Srinivasa Rao & et al) (۱۹۹۹نیز با مطالعه سرعت رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی در خاک‌ها توسط دو عصاره‌گیر کلرید کلسیم و اسیدسیتریک ۰۱/۰ مولار، به این نتیجه رسیدند که پتاسیم غیرتبادلی رهاشده توسط کلریدکلسیم کمتر از پتاسیم رهاشده توسط اسیدسیتریک می‌باشد.

توانایی اسیدهای آلی در رهاسازی پتاسیم وسایر کاتیون‌های ساختمانی را می‌توان به یون‌های هیدروژن و کمپلکس لیگاندهای آلی در محلول نسبت داد. تفاوت بین پتاسیم رهاشده توسط کلرید کلسیم و اسید مالیک را می‌توان به چگونگی واکنش آن‌ها با خاک نسبت داد. یون‌های کلسیم موجود در محلول به علت اندازه بزرگتر و انرژی هیدراتاسیون بالا به راحتی نمی‌توانندپتاسیم بین لایه‌ای را آزاد نمایند (Srinivasa Rao & et al.,۱۹۹۹) در حالی که لیگاندهای آلی و هیدروژن‌های تولیدشده توسط اسیدمالیک باعث رهاسازی بیش‌تر پتاسیم بین لایه‌ای می‌شود.

بررسی سرعت رهاسازی پتاسیم از خاك‌ها با استفاده از معادلات سینتیکی: ۶ معادله سینتیکی شامل معادله مرتبه اول، مرتبه صفر، توانی، الوویچ و پخشیدگی پارابولیکی جهت بررسی سرعت رهاسازی پتاسیم از خاك‌ها مورد برازش قرار گرفتند . گاهی چندین معادله قادر به توصیف داده‌های سینتیکی می‌باشند . در این موارد برای انتخاب بهترین معادله، با مقایسه ضریب تبیین r^2 برای هر معادله، معادله‌ای که بیشترین ضریب تبیین را داشته باشد به عنوان بهترین معادله در توجیه رهاسازی پتاسیم از خاك شناخته می‌شود.

از آنجایی که معادلات مرتبه اول، توانی، دیفیوژن پارابولیکی نسبت به سایر معادلات رهاسازی را بهتر توصیف می‌کنند این امکان وجود دارد که فرایند رهاسازی پتاسیم از خاک‌ها متأثر از پدیده پخشیدگی باشد.

ثابت سرعت رهاسازی در معادلات برازش داده شده در عصاره گیر اسید مالیک نسبت به کلرید کلسیم افزایش یافته است و اشاره به نوع عصاره‌گیر و توانایی بیش‌تر اسید مالیک در خارج کردن پتاسیم نسبت به کلسیم کلرید دارد.

همچنین تفاوت در ثابت‌های سرعت رهاسازی خاک‌ها را می‌توان به اختلاف در توزیع ذرات در بخش‌های سیلت و رس نسبت داد.

از آنجایی‌که پتاسیم در کیفیت محصول انگور نقش بسزایی دارد و از طرفی کشت رایج در خاک‌های ملایر تاکستان بوده و انگور این منطقه از کیفیت بالایی برخوردار می‌باشد و میزان پتاسیم تجمعی عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیرها در این خاک‌ها بالا می‌باشد می‌توان چنین اظهار داشت که میزان پتاسیم در این خاک‌ها بالا می‌باشد.

منابع

خوشخوی، م.(۱۳۸۱). اصول باغبانی، انتشارات دانشگاه شیراز.

ملکوتی،م.ج؛ شهابی،ع.ا؛ بازرگان،ک.(۱۳۸۴). پتاسیم در کشاورزی ایران. موسسه تحقیقات خاک وآب.کرج. ایران.

موسوی،ع؛ خیامیم،ف؛ خادمی،ح؛ شریعتمداری،ح.(۱۳۹۳). سینتیک رهاسازی پتاسیم از فلدسپار پتاسیم در مقایسه با موسکویت تحت تاثیر عصاره‌گیرهای مختلف. مجله علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب وخاک، سال هجدهم، شماره شصت وهفتم.

یزدانی،س؛ شهبازی،ح.(۱۳۸۶). تعیین بازده مقیاس در باغ‌های انگور استان قزوین. اقتصاد وکشاورزی جلددوم.

Jalali, M. (۲۰۰۷). Spatial variability in potassium release among calcareous soils of western Iran. Geoderma, ۱۴۰, ۴۲-۵۱.

Jalali, M., Varasteh Khanlari, Z.(۲۰۱۴). Kinetics of Potassium Release from Calcareous Soils Under Different Land Use. Arid Land Research and Management , ۱-۱۳.

Mengel, k.,and k.Uhlenbecker. ۱۹۹۳. Determination of available interlayer potassium and Its uptake. Soil sci. Soc. Am. J. ۵۷:۷۶-۷۶۶.

Rowel, D.L. (۱۹۹۴) . Soil science: methods and applications. Longman, London

Sadusky, M. C., Sparks, D.L., Noll, M. R., Hedricks, G. J. (۱۹۸۷). Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy middle Atlantic coastal plain soils. Soil Science Society of America . ۱۴۶۰-۱۴۶۵..

Sparks, D. L., Huang, P. M.(۱۹۸۵). Physical chemistry of soil potassium. Soil Science Society of America, ۲۰۱-۲۷۶.

Sparks, D.L. (۱۹۹۸). Kinetics and mechanisms of chemical reactions at soil mineral water interface. Soil physical chemistry,۲nd ed, ۱۳۵-۱۹۲. CRC press. U.S.A. ۵۱

Srinivasa Rao, CH., A. Subba Rao, and T. R. Rupa. ۲۰۰۰. Plant mobilization of soil reserve potassium from fifteen smectitic soils in relation to soil test potassium and mineralogy. Soil Soc. Am. J. ۱۶۵:۵۷۸-۵۸۶.

Abstract

The release rate of potassium has an extraordinary importance in supplying soil available potassium, Potassium is nutritious for Grapes. The objective of this study was to investigated the release of potassium into the soil vineyard and comparison of kinetic equations and choosing the best model to describe the mechanism of release of potassium from the soil. In laboratory studies on the effect of calcium chloride and malic acid at a concentration of ۰.۰۱ molar soil samples were taken in ۰.۲۵ to ۷۲ hours. Average released potassium in Malic acid was higher than calcium chloride. The rapid release of all soils in the early stages and later continued at a slower pace until the end of the experiment. Potassium cumulative release rate was determined using the equations. Based on their highesr determination coefficient ($R^۲$) the best models were choosed. Due confirmed data the equation parabolic diffusion law, first order and power, it is possible that release processes in soils are affected by the phenomenon of diffusion.

اثر مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک بر بهبود برخی ویژگی‌های رشد گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus*) در شرایط تنش خشکی در شهرستان خوی

سولماز کاظم‌علیلو [۱]، نصرت‌اله نجفی [۲]، عادل ریحانی‌تبار [۲] و مهدی غفاری [۳]
۱. دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه تبریز ، ۲. دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه تبریز، ۳. عضو هیئت علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوی

چکیده
در شرایط تنش خشکی، علاوه‌بر کاهش جذب آب، فراهمی و جذب عناصر غذایی مختلف نیز محدود می‌شود. تغذیه مناسب و تلفیقی گیاهان به‌عنوان یکی از روش‌های مدیریت پایداری حاصلخیزی خاک در شرایط تنش‌های مختلف محیطی مؤثر شناخته شده است. این تحقیق با هدف بررسی اثر زمان آبیاری در دو سطح (آبیاری پس از ۶۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A)، سوپرفسفات تریپل در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمپوست لجن فاضلاب در چهار سطح (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه آفتابگردان روغنی تحت شرایط مزرعه‌ایانجام شد. نتایج نشان داد که اثر زمان آبیاری و کمپوست بر ارتفاع، شاخص سطح برگ و کلروفیل معنی‌دار و اثر کمپوست و سوپرفسفات بر ارتفاع، قطر، شاخص سطح برگ و کلروفیل معنی‌دار شد. برهمکنش زمان آبیاری، فسفر و کمپوست تنها برشاخص سطح برگ معنی‌دار شد. مصرف تلفیقی کمپوست و سوپرفسفات سبب کاهش اثرات منفی تنش خشکی شد.

واژه های کلیدی: تغذیه تلفیقی، تنش خشکی، فسفر، کمپوست لجن فاضلاب

مقدمه
یکی از اثرهای زیان‌بار تنش خشکی، مختل شدن جذب عناصر غذایی به‌وسیله گیاهاناست که علاوه‌بر هدررفت کود و افزایش هزینه‌ها، باعث بروز تنش کمبود عناصر غذایی در گیاهان و کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود؛ چون با کاهش رطوبت خاک، سرعت عرضه و فراهمی عناصر غذایی به ریشه از طریق فرآیند پخشیدگی و جریان توده‌ای کاهش می‌یابد (Havlin et al., ۲۰۰۴). تنش خشکی سبب بسته شدن روزنه‌ها و کاهش شدت تعرق، کاهش پتانسیل آب بافت‌ها، کاهش رشد و شدت فتوسنتز گیاهان می‌شود. بسته شدن روزنه‌ها سبب افزایش پراکسیدی شدن چربی‌ها به‌دلیل کاهش غلظت CO_2 می‌شود. کاهش پخشیدگی CO_2 نه‌تنها مستقیماً میزان کربوکسیلی شدن را کاهش می‌دهد بلکه سبب تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن از طریق انتقال الکترون می‌شود. کاهش هدایت روزنه‌ای به‌عنوان عامل اصلی کاهش شدت فتوسنتز در شرایط تنش خشکی می‌باشد (Shah et al., ۲۰۱۴). علی‌رغم سازگاری‌های ذاتی گیاهان به تنش خشکی، اثرهای آن را می‌توان با استفاده از مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و فراهمی کافی و متعادل عناصر غذایی کاهش داد. بررسی‌ها نشان می‌دهد بهبود حاصلخیزی خاک و تغذیه معدنی گیاهان نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی دارد. در شرایط کمبود آب، گیاهان نمی‌توانند مقادیر کافی از عناصر غذایی را جذب کنند؛ در نتیجه رشد آنها کاهش می‌یابد. گیاهی که خوب تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر غذایی دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت. بنابراین، مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاهان یکی از مسائل مهم در تولید محصولات کشاورزی در شرایط تنش خشکی محسوب می‌شود (Waraich et al., ۲۰۱۱).

خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌دلیل داشتن اقلیم نامناسب، به‌طور ذاتی از نظر میزان مواد آلی فقیر بوده و حاصلخیزی و ظرفیت نگهداشت آب پایینی دارند. خاکی که کمتر از دو درصد ماده آلی داشته باشد، می‌توان خاکی ضعیف از نظر حاصلخیزی به شمار آورد و این در حالی است که بیشتر خاک‌های ایران کمتر از نیم درصد ماده آلی دارند (پیمانی و همکاران، ۱۳۹۰). بررسی‌ها نشان داده است که بهبود حاصلخیزی خاک و تغذیه معدنی گیاهان نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی دارد. تلفیق کودهای شیمیایی و آلی، اهمیت زیادی در حفظ حاصلخیزی، ساختمان و فعالیت بیولوژیك، ظرفیت تبادل کاتیونی و نگهداری آب و در نهایت اصلاح ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاك دارد (Ghosh et al., ۲۰۰۴). بعد از نیتروژن، کمبود فسفر اغلب محدودکننده‌ترین عامل در تولید گیاهان می‌باشد. خشکی باعث کاهش جذب و انتقال فسفر در گیاهان از طریق کاهش شکل‌های قابل‌جذب فسفر و افزایش تثبیت فسفر در خاک می‌شود. معلوم شده است کمبود فسفر، سرعت جذب نیترات و همگون‌سازی آن به‌وسیله آنزیم نیتراتریداکتاز را کاهش می‌دهد (Waraich et al., ۲۰۱۱) . برخی مطالعات نشان داده است که افزودن فسفر می‌تواند اثرهای منفی تنش خشکی بر عملکرد گیاهان را کاهش دهد؛ به‌عبارت دیگر، تحمل گیاهان در برابر تنش خشکی با تغذیه بهینه فسفر افزایش می‌یابد(Elizamar et al., ۲۰۱۱) .

لجن فاضلاب شهری جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی بوده و با افزودن ماده آلی به خاک باعث افزایش حاصلخیزی خاک شده و تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دارد .(Eghball et al., ۲۰۰۴) لذا،در نظام‌های کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی مانند لجن فاضلاب، مورد توجه قرار گرفته است. ارزش لجن فاضلاب به‌عنوان منبع تأمین عناصر غذایی برای گیاهان در پژوهش‌های متعددی نشان داده شده است (Singh and Agrawal, ۲۰۰۸). با این حال، لجن فاضلاب ممکن است

حاوی فلزات سنگین مانند کادمیم، کروم، سرب و غیره باشد که از جنبه‌های زیست محیطی حائز اهمیّت بوده و لازم است مقدار مصرف آن و تعداد دفعات مصرف آن بر اساس نتایج بررسی‌ها باشد (Anonymous, ۱۹۹۳).

با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی کشور و لزوم استفاده از تلفیق کودهای شیمیایی و آلی برای تحقق کشاورزی پایدار، هدف از این تحقیق، بررسیتلفیق اثر سطوح مختلف فسفر و کمپوست لجن فاضلاب بر ارتفاع، قطر ساقه، شاخص سطح برگ و شاخص کلروفیل برگ‌ها در گیاه آفتابگردان در شرایط آبیاری مطلوب و محدود و تعیین میزان بهینه مصرف کودهای شیمیایی و آلی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی در سال زراعی ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ فاکتور و ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی، زمان آبیاری در دو سطح (پس از ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A به‌ترتیب برای آبیاری مطلوب و تنش خشکی)، فاکتور دوم، سوپرفسفات تریپل ($Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$) در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور سوم، کمپوست لجن فاضلاب در چهار سطح (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) بود. سایر عناصر غذایی مورد نیاز بر اساس نتایج آزمون خاک، کود نیتروژن به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره ($CO(NH_2)_2$) و به‌صورت سرک در سه نوبت (قبل از کاشت، مرحله ۸ برگی و مرحله R_1[۱۷۳])، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (K_2SO_4) و روی از منبع سولفات روی ($ZnSO_4.7H_2O$) به‌صورت خاکی مصرف شد. قبل از کاشت بذر آفتابگردان (رقم فرخ)، نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر مزرعه مورد مطالعه تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). کمپوست لجن فاضلاب مورد استفاده در این تحقیق از تصفیه خانه فاضلاب شهرستان خوی تهیه و قبل از کشت گیاه به خاک افزوده شد و سپس به‌خوبی با خاک مخلوط گردید. زمین متشکل از ۷۲ کرت و کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۲×۳ متر بودند که فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت بذر ۵ سانتی‌متر بود. در پایان دوره رشد، صفات ارتفاع ساقه (با استفاده از متر)، قطر ساقه (با استفاده از کولیس در ۱۰ سانتی‌متری بالای خاک) و شاخص کلروفیل برگ‌ها با دستگاه کلروفیل‌سنج(SPAD ۵۰۲, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. درپایان،تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاك مزرعه مورد آزمایش

بافت خاک	N کل	OM	pH	EC	Cu	Zn	Mn	Fe	K	P
	(%)		-	(dS m^{-1})	قابل استفاده (mg kg^{-1})					
رسی	۰۵/۰	۶/۰	۹/۷	۸/۰	۵۲/۲	۴۶/۰	۲/۶	۴/۹	۲۲۰	۱/۱

نتایج و بحث

ارتفاع آفتابگردان: تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثرهای اصلی زمان آبیاری، کمپوست لجن فاضلاب و فسفر و اثرهای متقابل دوجانبه زمان آبیاری×کمپوست، کمپوست×فسفر، زمان آبیاری× فسفر بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود ولی اثر متقابل سه‌جانبه آنها غیرمعنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطوح کمپوست و فسفر، ارتفاع گیاه افزایش یافت (جدول ۳) و بیشترین ارتفاع مربوط به تیمارهای تلفیقی (۱۵ تن کمپوست بر هکتار و ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار) بود که علت آن را می‌توان به بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و فراهمی تدریجی عناصر غذایی در تیمارهای تلفیقی نسبت داد. گزارش شده است کمبود آب میزان جذب و انتقال عناصر غذایی از ریشه به بخش هوایی گیاهان را از طریق کاهش پخشیدگی عناصر غذایی از خاک به سطح ریشه، شدت تعرق، انتقال فعال و آسیب به تراوایی غشاهای سلولی کاهش داد. این عامل‌ها سبب کاهش رشد گیاه، ارتفاع و قطر ساقه بر اثر تنش خشکی شد (Yuncai and Schmidhalter, ۲۰۰۵). محققان گزارش کردند که تنش خشکی رشد گیاه، عملکرد، جذب فسفر و انتقال فسفر به بذرها را کاهش داد ولی کوددهی فسفر توانست اثرهای منفی خشکی بر دو رقم سویا را کاهش دهد (Jin et al., ۲۰۰۶). اثرهای مثبت فسفر بر رشد گیاه در شرایط تنش خشکی را می‌توان به افزایش کارایی مصرف آب، هدایت روزنه‌ها (افزایش پتانسیل آب برگ)، فتوسنتز، پایداری غشای سلولی، روابط آبی، افزایش فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز و مقاومت به خشکی نسبت داد Waraich et al., ۲۰۱۱). محققان با بررسی تأثیر کودهای شیمیایی (NPK)، کود دامی و ورمی‌کمپوست بر حاصلخیزی خاک و رشد گیاه ذرت گزارش کردند که تیمارهای تلفیقی (NPK + ورمی‌کمپوست) و (NPK + کود دامی) بیش‌ترین ارتفاع و عملکرد دانه را داشتند. آنان گزارش کردند که در بین تمام تیمارها، تیمار تلفیقی NPK + ورمی‌کمپوست بهترین نتایج را نشان داد (Kannan et al., ۲۰۱۳).

قطر ساقه آفتابگردان: اثرهای اصلی زمان آبیاری و کمپوست و اثرهای متقابل کمپوست×فسفر و زمان آبیاری ×فسفر بر قطر ساقه معنی‌دار ولی اثر متقابل سه جانبه زمان آبیاری×کمپوست×فسفر غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمارهایی بود که فقط کمپوست دریافت کرده‌اند و با افزایش سطوح کمپوست، قطر ساقه نیز افزایش یافت. پس از آن بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمارهای تلفیقی بود ولی در تیمارهای تلفیقی که ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و کمپوست دریافت کرده بودند قطر ساقه کاهش یافت. در اینجا هم مصرف تلفیقی ۳۰ تن کمپوست لجن فاضلاب و ۱۰۰ کیلوگرم

[۱۷۳].جوانهٔ انتهایی طبق مینیاتوری به صورت خوشه‌ای از برگ‌ها را تشکیل می‌دهد. در نمای از بالا براکته‌ها ساختمان منشعب ستاره‌ای را بوجود می‌آورد

سوپرفسفات تریپل به‌عنوان بهترین تیمار معرفی شد. احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که برای کاهش مصرف کودهای نیتروژن، افزایش عملکرد گندم و بهبود کیفیت آن، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره به همراه ۶۰ تن در هکتار از لجن فاضلاب شهری یا کود دامی و یا کمپوست زباله شهری توصیه می‌شود.

شاخص کلروفیل برگ‌های آفتابگردان: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی زمان آبیاری،کمپوست لجن فاضلاب، فسفر و اثرهای متقابل زمان آبیاری ×کمپوست،کمپوست×فسفر و زمان آبیاری ×فسفر بر شاخص کلروفیل برگ‌ها معنی‌دار بود ولی اثر متقابل سه جانبه آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). با افزایش تنش کمبود آب، شاخص کلروفیل برگ‌ها از ۳/۱۷ در تیمار آبیاری مطلوب به ۴/۱۴ در تیمار تنش خشکی کاهش یافت (جدول ۳). مطلبی‌فرد و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که تنش شدید آب سبب افزایش شاخص کلروفیل برگ‌های گیاه سیب‌زمینی شد ولی کوددهی فسفر توانست اثرهای منفی تنش خشکی را کاهش دهد. وجود اختلاف در مورد تأثیر کمبود آب بر شاخص کلروفیل برگ‌ها احتمالاً به توانایی گیاه در مواجهه با شرایط تنش کمبود آب مربوط می‌شود. اگر گیاه سرعت رشد خود را در شرایط تنش حفظ نماید، تنش باعث کاهش تولید کلروفیل شده و شاخص کلروفیل برگ‌ها کاهش می‌یابد ولی اگر رشد گیاه شدیداً کاهش یابد، کلروفیل تجمع یافته و شاخص کلروفیل برگ‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین، در هنگام تنش خشکی با وجود افزایش وزن مخصوص برگ، تخریب کلروفیل نیز افزایش می‌یابد که به تلفات کلروفیل منجر خواهد شد (Ahmadi and Ceiocemardeh, ۲۰۰۴). بیشترین میزان شاخص کلروفیل برگ‌ها مربوط به تیماری بود که ۶۰ تن کمپوست در هکتار دریافت کرده بود و پس از آن تیمار تلفیقی (۶۰ تن کمپوست و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل) حداکثر مقدار را داشت (شکل ۴). افزایش این شاخص با مصرف کود فسفر را می‌توان به نقش فسفر در ذخیره و انتقال انرژی (Marschner, ۱۹۹۵) نسبت داد که انرژی لازم برای تشکیل کلروفیل را فراهم می‌کند. گزارش شده است که کود فسفر از طریق افزایش غلظت نیتروژن سبب افزایش شاخص کلروفیل برگ گیاهان شده است. با توجه به رابطه مثبت میان شدت فتوسنتز و غلظت کلروفیل (Marschner and McVetty, Chango ۲۰۰۱) و رابطه مثبت میان شدت فتوسنتز و رشد گیاه (نجفی و همکاران، ۱۳۸۹)، با افزایش غلظت کلروفیل، محصولات فتوسنتزی زیاد شده و در نتیجه رشد گیاه در حضور کود فسفر بهبود می‌یابد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان برای افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی، افزایش کارایی مصرف آب، کاهش مصرف کودهای شیمیایی، بهبود ویژگی‌های کیفی خاک و افزایش سلامت محصولات کشاورزی، مصرف تلفیقی ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار و ۳۰ تن کمپوست بر هکتار را در شرایط مشابه توصیه کرد.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر ارتفاع، قطر ساقه، شاخص سطح برگ و کلروفیل گیاه آفتابگردان

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ارتفاع (cm)	قطر ساقه (mm)	شاخص کلروفیل
تکرار	۲	۲۱/۴۷۰ ns	۷۷/۶ ns	۲۵/۰
زمان آبیاری	۳	۴۵/۱۱۱۹ **	۳۸/۲۱ **	۹۹/۲۵ **
کمپوست لجن فاضلاب	۱	۹۳/۸۳۴۰ *	۰۲/۲۰۷ **	۲۱/۱۴۹ *
زمان آبیاری×کمپوست لجن فاضلاب	۳	۵۵/۳۸۰ *	۳۹/۴ ns	۷۱/۷ **
TSP	۲	۰۷/۱۱۸۳ **	۹۰/۲ ns	۷۰/۱۹ **
کمپوست لجن فاضلاب ×TSP	۶	۹۹/۳۰۹ *	۱۶/۲۲ **	۶۳/۱۶ **
زمان آبیاری×TSP	۱	۸۲/۷۹۵ **	۴۸/۹ *	۷۳/۶ *
کمپوست لجن فاضلاب×زمان آبیاری×TSP	۳	۵۷/۱۵۱ ns	۶۱/۴ ns	۵۷/۲ ns
خطا		۴۴	۴۲/۲	۵۴/۱
ضریب تغییرات (%)		۸۴/۷	۳۸/۸	۸۲/۷

ns، * و **به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵% و ۱%

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده گیاه آفتابگردان در سطوح مختلف زمان آبیاری، کمپوست و فسفر.

عامل	سطوح	ارتفاع cm))	قطرساقه (mm)	شاخص کلروفیل
زمان آبیاری	۶۰ میلی‌متر تبخیر	a۵/۱۵۶	a۲۹/۲۰	a۳۱/۱۷
	۱۲۰ میلی‌متر تبخیر	b۹/۱۳۴	b۹۰/۱۶	b۴۳/۱۴
کمپوست لجن فاضلاب (t/ha)	۰	b۷۲/۱۳۴	c۱۸/۱۷	c۸۲/۱۴
	۱۵	a۸۵/۱۴۷	b۴۶/۱۸	c۱۳/۱۵
	۳۰	a۴۴/۱۵۳	ab۹۶/۱۸	b۰۶/۱۶
	۴۵	a۹۲/۱۴۶	a۷۹/۱۹	a۴۹/۱۷

	۰	b۸۸/۱۳۹	a۸۹/۱۸	b۳۸/۱۵
	۱۰۰	b۸۰/۱۴۳	a۲۱/۱۸	b۳۲/۱۵
سوپر فسفات تریپل (kg/ha)	۲۰۰	a۵۲/۱۵۳	a۶۸/۱۸	a۹۲/۱۶

در هر ستون و فاکتور، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک تفاوت معني‌دار در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

منابع

احمدی‌نژاد، ر.، نجفی، ن.، علی اصغرزاد، ن. و اوستان، ش. ۱۳۹۲. اثر کودهای آلی و نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم (رقم الوند). نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه‌های ۱۷۷ تا ۱۹۴.

پیمانی، ن.، فرد، س. و گل‌بابایی، ا. ۱۳۹۰. استفاده از کود سبز با کاشت گیاه ماش در تناوب با گندم. ماهنامه علمی تخصصی کشاورزی، جلد ۳۱، شماره ۲۲۲، صفحه‌های ۲ تا ۸.

مطلبی‌فرد، ر.، نجفی، ن.، اوستان، ش.، نیشابوری، م.ح. و ولی‌زاده، م. ۱۳۹۳. اثر رطوبت خاک، فسفر و روی بر ویژگی‌های رشد سیب‌زمینی در شرایط گلخانه‌ای. تحقیقات آب و خاک ایران، جلد ۴۵، شماره ۱، صفحه‌های ۷۵ تا ۸۶.

نجفی، ن. و توفیقی، ح. ۱۳۸۹. تأثیر کود فسفر بر رشد برنج، جذب فسفر و برخی عناصر در خاک‌های شالیزاری شمال ایران. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

AhmadiA. and Ceiocemardeh A. ۲۰۰۴. Effect of drought stress on soluble carbohydrate,chlorophyll and Proline in four adopted wheat cultivars with various climate of Iran. Iranian Journal of Agricultural Science, ۳۵: ۷۵۳-۷۶۳.

Anonymous. ۱۹۹۳. Standards for the use or disposal of sewage sludge. Environmental Protection Agency, ۳۴۸pp.

ChangoG.and McVetty P.B.E. ۲۰۰۱. Relationship of physiologicalcharacters to yieldparameters in oilseed rape. Canadian Journal of Plant Science, ۸۱:۱-۶.

Eghball B., GintingD. and GilleyJ.E. ۲۰۰۴. Residual effect of manure and compost application on maize production and soil properties. Agronomy Journal, ۹۶:۴۴۲-۴۴۷.

Elizamar Ciriaco D.S., Rejane Jurema M.C.N., Marcelle Almedia D.S. and Manoel Banderia D.A. ۲۰۱۱. Drought stress and plant nutrition. Plant Stress, ۵(۱):۳۲-۴۱.

Ghosh P.K., Ramesh P., Bandyopadhay K.K., Tripathi A.K., Hati K.M. and Misra A.K. ۲۰۰۴. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisoils of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. Bioresource Technology, ۹۵ (۱):۷۷-۸۳.

Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L. and Nelson W.L. ۲۰۰۴. Soil fertility and fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Sixth Edition, Prentice Hall, New Jersey, USA.

Jin J., Wang G., Liu X., Pan X., Herbert S.J. and Tang C. ۲۰۰۶. Interaction between phosphorus nutrition and drought on grain yield and assimilation of phosphorus and nitrogen in two soybean cultivars differing in protein concentration in grains. Journal of Plant Nutrition, ۲۹(۸):۱۴۳۳-۱۴۴۹.

Kannan R.L, Dhivya M., Abinaya D., Lekshmi Krishna R. and Krishnakumar S. ۲۰۱۳. Effect of integrated nutrient management on soil fertility and productivity in maize. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., ۲(۸):۶۱-۶۷.

Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. (۲nd Ed). Academic Press, USA.

Shah S., Xin L., Yang C., Lu Z., Shah F., Saddam H., Arooj S. and Yajun C. ۲۰۱۴. Silicon application increases drought tolerance of *Kentucky Bluegrass* by improving plant water relationsand morphophysiological functions. The Scienti c World Journal, ۱۰ pp.

Singh R.P. and AgrawalM. ۲۰۰۸. Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. Waste Management, ۲۸:۳۴۷-۳۵۸.

Waraich E.A., Ahmad R., Saifullah A.M. and EhsanullahY. ۲۰۱۱. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants,Australian Journal of Crop Science, ۵(۶):۷۶۴-۷۷۷.

Yuncai H. and Schmidhalter U. ۲۰۰۵. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal Plant of Nutrition and Soil Science, ۱۶۸:۵۴۱-۵۴۹.

Abstract

In terms of drought stress, in addition to reducing water absorption, availability and absorption of nutrients is also limited. Balanced and integrated plant nutrition as a method of the soil fertility sustainable management in different environmental stresses are known. This study was conducted for evaluating the effect of irrigation time at two levels (irrigation after ۶۰ and ۱۵۰ mm evaporation from class-A pan), triple superphosphate at three levels (۰, ۱۰۰

and ۲۰۰ kg per hectare) and composting of sewage sludge at four levels (۰, ۱۵, ۳۰ and ۶۰ tons per hectare) on some morphological and physiological characteristics of the oil sunflower under field conditions. The results showed that the effect of interaction between irrigation and compost on plant height, leaf area index and chlorophyll were significant and the effect of compost and superphosphate on height, diameter, leaf area index and chlorophyll were significant. interaction between irrigation time, P, compost was significant only in leaf area index. Integrated nutrition of compost and superphosphate reduces the negative effects of drought stress.

اثرات سمیت بورون بر رشد و پارامترهای بیوشیمیایی دانه رست های بزرک در شرایط کشت هیدروپونیک

مریم دهجی پور حیدرآبادی ۱
استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

چکیده

سمیت بورون یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاهان در نواحی خشک و نیمه خشک است. لذا در این تحقیق اثرات سمیت بورن بر رشد، محتوای قند، پروتئین، ترکیبات فنلی و لیگنین در شرایط کشت هیدروپونیک بررسی شد. بدین منظور دانه‌رست‌های بزرک رشد یافته در محیط هوگلند برای دو هفته در معرض تیمار H_3BO_3 با غلظت های ۴۵ و ۴۵۰ میکرو مولار)به ترتیب به عنوان غلظت بهینه و سمیت (قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش بورون کاهش قند و پروتئین را موجب گردید. در حالیکه با افزایش غلظت بورون افزایش میزان ترکیبات فنلی و لیگنین در دیواره‌ی سلولی مشاهده شد. در نهایت این نتیجه حاصل شد که سمیت بورون از طریق کاهش سنتز قند و پروتئین و افزایش ترکیبات فنلی و لیگنین، کاهش رشد را در گیاهان موجب گردیده است.

واژه های کلیدی: سمیت بورون، ترکیبات فنلی، قند، لیگنین، بزرک

مقدمه

بورون یکی از عناصر ریزمغذی (Micronutrient) ضروری برای همه‌ی گیاهان عالی است. اصلی‌ترین نقش بورون در گیاهان تثبیت شبکه‌ی پکتینی دیواره‌ی سلولی از طریق تشکیل استرهای بورات با دنباله های آپیوز رامنوگالاکتورونان II است. تشکیل این کمپلکس برای ساختار و عمل دیواره سلولی ضروری است (Kobayashi *et al*. ۱۹۹۶). دسترسی به بورون در خاک و آب کشاورزی عامل تعیین‌کننده‌ی مهمی در تولید محصولات کشاورزی است. در نواحی خشک و نیمه خشک به علت کاهش بارندگی و عدم پدیده آبشویی تجمع بورون در خاک و سمیت آن دیده می شود (Tanaka and Fujiwara ۲۰۰۸). سمیت بورون آثار متفاوتی بر متابولیسم سلول، تقسیم سلولی ریشه، محتوای کلروفیل برگ، میزان فتوسنتز، سطوح لیگنین و سوبرین در گیاهان دارد (Nable *et al*., ۱۹۹۷). اگرچه اساس فیزیولوژیکی سمیت بورون ناشناخته است با توجه به توانایی بورون در باندشدن به ترکیباتی با دو گروه هیدروکسیل، تغییر در ساختار دیواره سلولی، تخریب متابولیکی از طریق باند شدن به NADPH، NADH، ATP و تخریب تقسیم سلولی و نمو به وسیله باند شدن به قند ریبوز به صورت آزاد یا داخل ملکول RNA از عوامل مطرح شده در سمیت بورن می‌باشند (Camacho-Cristobal *et al*. ۲۰۰۸). نتایج قناتی و همکاران نشان داد که سمیت بورون به افزایش محتوای لیگنین و ترکیبات فنلی باند شده به پکتین و تشکیل سوبرین در دیواره سلولی منجر می‌شود (Ghanati *et al*. ۲۰۰۵). همچنین مطالعات نشان داده است که سمیت بورون با آسیب ساختاری کلروپلاست، فتوسنتز و متابولیسم و انتقال قندها را کاهش می‌دهد (Simon *et al*. ۲۰۱۳). لذا هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر سمیت بورون بر رشد، متابولیسم قندها، ترکیبات فنلی و لیگنین در گیاه بزرک به عنوان یک گیاه مدل جهت مطالعات بیوشیمیایی بود.

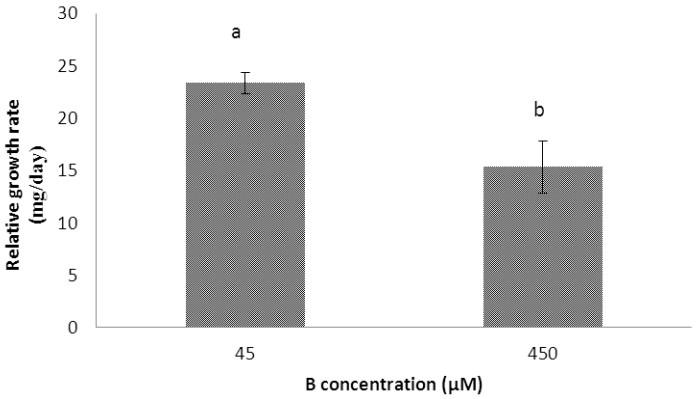
مواد و روش‌ها

جوانه زنی بذرهای گیاه بزرک (*Linum usitatissimum* L.) بعد از ضدعفونی نمودن سطحی آنها با سدیم هیپوکلریت و اتانول ۷۰%، در تاریکی و دمای C۲۲ انجام گردید. دانه رست های با طول یکسان ، انتخاب و به محلول هوگلند تغییر یافته شامل (برحسب میلی مولار): $Ca(NO_3)_2.4H_2O$، ۵/۲؛ KNO_3، ۵/۲؛ $MgSO_4.7H_2O$، ۰/۱؛ KH_2PO_4، ۵/۰؛ Fe-EDTA، ۰۳۲/۰؛ H_3BO_3، ۰۴۵/۰؛ $MnCl_2.4H_2O$، ۰۰۹۱/۰؛ $ZnCl_2$، ۰۰۰۷۶/۰؛ $CuCl_2.2H_2O$، ۰۰۰۳۱/۰؛ $NaMoO_4.2H_2O$، ۰۰۰۲۱/۰، با pH =۶ منتقل و پس از دو هفته رشد در این محیط در اتاقک های رشد با شرایط فتوپریود ۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی، درجه حرارت C ۲۲، رطوبت نسبی ۶۰% و شدت نور ۲۱۰۷ $\mu mols\text{-}1m\text{-}$، با غلظت های مختلف بورون (۴۵ و ۴۵۰ میکرومولار به ترتیب به عنوان غلظت بهینه و سمیت) تیمار شدند. سپس نمونه ها جهت بررسی های بیوشیمیایی برداشت و به فریزر C۸۰- جهت بررسی های بعدی منتقل شدند. پس از استخراج دیواره سلولی، سنجش لیگنین و فنل های متصل به دیواره انجام گردید (Fecht-Christoffers *et al*. ۲۰۰۳). محتوای لیگنین دیواره سلولی با روش استیل بروماید اندازه گیری شد. بدین منظور به ۶ میلی گرم پودر نرم شده دیواره، ۵/۲ میلی لیترمخلوط استیل بروماید در اسید استیک (۲۵% w/w) حاوی ۱/۰ درصد پرکلریک اسید ۷۰% افزوده و درحمام آب گرم با دمای C ۷۰ به مدت ۳۰ دقیقه گذاشته ودر فواصل ۱۰ دقیقه ای تکان داده شد. بعد از سرد نمودن نمونه ها در یخ، محتوای لوله ها به یک بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتر شامل پنج میلی لیتر هیدروکسید سدیم دو نرمال منتقل و با اسید استیک به حجم رسانده شد. میزان لیگنین با اندازه گیری جذب در nm۲۸۰ و با استفاده ازضریب جذب ویژه ۲۰ $L^{-1}cm^{-1}$ g

محاسبه گردید (Iiyama and Wallis ۱۹۹۰). جهت استخراج فنل های متصل به دیواره، به mg۳۰ دیواره سلولی استخراج شده، اگزالات آمونیوم mM۲۰ اضافه و در دمای C۷۰ به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد. پس از صاف نمودن محلول رویی به رسوب باقی مانده NaOH، M۱/۰ اضافه شد وپس ازقرار گرفتن به مدت یک شب تحت گاز N۲، محلول رویی صاف و به محلولهای قبلی اضافه شد. ترکیبات فنلی سه بار با اتیل استات استخراج و توسط جریانی از هوا خشک شدند. رسوب حاصل در متانول مطلق حل شد و و میزان فنل های متصل به دیواره با دستگاه HPLC مجهز به ستون (mm ۲۵۰ × ۴.۶) ODS -۸۰Ts در طول موج ۲۸۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. از شیب خطی ۸۰-۳۰ درصد متانول حاوی استیک اسید ۱/۰ درصد با Flow rate ۵/۰ میلی لیتر در دقیقه به عنوان فازمتحرک استفاده شد (Wakabayashi *et a*l. ۱۹۹۷). سنجش قندتام، مانوز و رامنوز با استفاده از روش فنل سولفوریک انجام گرفت (Dubois ۱۹۵۶). با استفاده از منحنی استاندارد محلول گلوکز، مانوز و رامنوز با غلظت‌های ۳۰-۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر، مقدار قند نمونه‌ها برحسب وزن تر محاسبه گردید. پروتئین محلول با استفاده از روش برادفورد (۱۹۷۶) با استفاده از آلبومین سرم گاوی (Bovin Serum Albumin) با غلظت ۵/۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر به عنوان استاندارد محاسبه گردید (Bradford ۱۹۷۶). همچنین غلظت بورون با استفاده از دستگاه (ICP-MS Agilent ۷۵۰۰a; Agilent Technologies Japan Ltd., Hachioji, Tokyo, Japan) تعیین گردید. طرح آزمایش به صورت طرح کاملا" تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد.

نتایج و بحث

افزایش غلظت بورون در محیط کشت، به طور معنی داری رشد نسبی گیاه را کاهش داد (شکل ۱). از آنجاییکه انبساط پذیری دیواره سلولی عامل مهمی در رشد گیاهان به شمار می‌رود و انبساط دیواره‌ی سلولی توسط فشار ترگر ایجاد و با رفتار مکانیکی دیواره حمایت می‌شود، سفت و چوبی شدن دیواره، کاهش رشد را موجب می‌گردد (and McCann Jarvis ۲۰۰۰). چنانچه نتایج این تحقیق نشان داد با سمیت بورن، میزان ترکیبات فنلی و لیگنین دیواره‌ی سلولی افزایش یافت. افزایش این ترکیبات در دیواره‌ی سلولی، با کاهش انبساط‌پذیری دیواره، کاهش رشد گیاهان را موجب گردیده است .



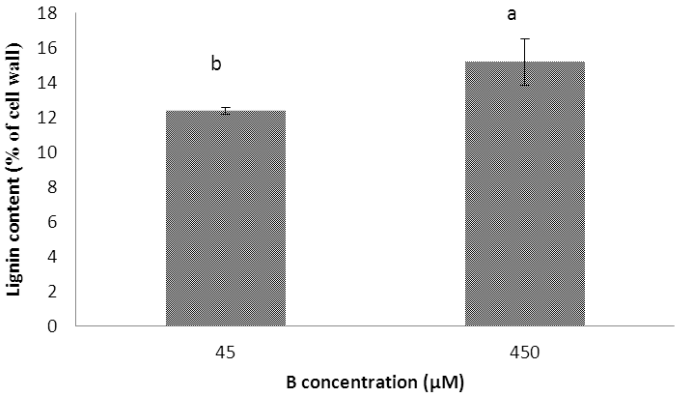
شکل ۱. سرعت رشد نسبی گیاه. داده‌ها میانگین حداقل ۳ تکرار مستقل ± انحراف استاندارد (میله‌های عمودی) است. بر اساس آزمون دانکن می باشد P حروف غیریکسان، معرف تفاوت معني‌دار در سطح ۰۵/۰.

B supply(M)	Wall bound phenolics (g/g wall per dry weight)						
	TA	GA	CA	HA	FA	Caf	Total
۴۵	±۴.۹۴۵ ۰.۱	۰.۰۱ ±۷.۰۱۲	۰.۲۴۵± ۰.۱	-	۱.۹۷۱± ۰.۱	-	۱۴.۱۷۳ b
۴۵۰	±۸.۶۴۶ ۰.۱	۰.۱ ±۷.۵۲۰	± ۱.۴۳۲ ۰.۱	۰.۷۹۴± ۰.۲	۲.۸۰۰± ۰.۲	۰.۰۰۰۲۶± ۰.۰۲	۲۱.۱۹۲ a

همانطور که در نتایج مشاهده گردید محتوای کل ترکیبات فنلی متصل به دیواره و لیگنین، با افزایش غلظت بورون نسبت به شاهد از لحاظ آماری افزایش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱، شکل ۲). سخت شدن دیواره‌ی سلولی در نتیجه‌ی اتصال عرضی ترکیباتی مانند لیگنین و منومرهای فنلی با کاهش انعطاف‌پذیری دیواره‌ی سلولی همراه است. بنابراین با سخت شدن دیواره‌ی سلولی، رشد گیاه کاهش می‌یابد (Passardi *et al*. ۲۰۰۴).

جدول ۱- تأثیر بورون بر میزان فنل های متصل به دیواره. داده‌ها میانگین حداقل ۳ تکرار مستقل ± انحراف استاندارد است. حروف غیریکسان، معرف تفاوت معني‌دار در سطح ۰۵/۰ **P** بر اساس آزمون دانکن می باشد.

TA, Tanic acid; GA, Galic acid; CA, Cinamic acid; HA, Hydroxy benzoic acid; FA, Ferulic acid; Caf, Caffeic acid



شکل ۲. مقدار لیگنین دیواره سلولی. داده‌ها میانگین حداقل ۳ تکرار مستقل ± انحراف استاندارد (میله‌های عمودی) .بر اساس آزمون دانکن می باشد P است. حروف غیریکسان، معرف تفاوت معني‌دار در سطح ۰۵/۰

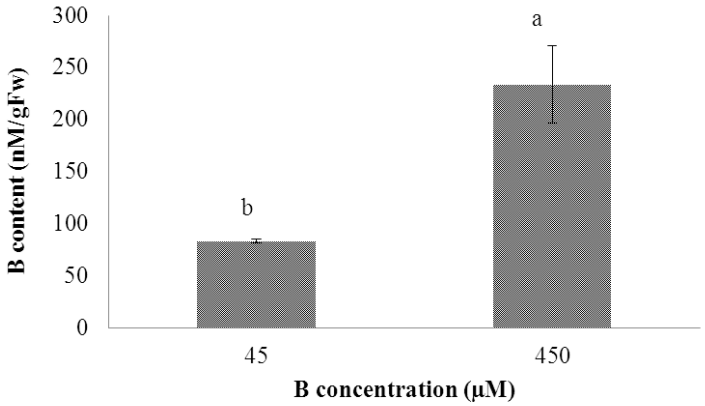
چنانچه در جدول ۲ نشان داده شده است سمیت بورون کاهش قندکل، مانوز، رامنوز و پروتئین را در گیاه موجب شد (جدول ۲). مطالعات انجام شده نشان داده است که سمیت بورون کاهش قندهای محلول را در بخش‌های مختلف گیاه جاتروفا موجب می‌گردد و با کاهش میزان مواد فتوسنتزی کاهش رشد گیاه را به دنبال خواهد داشت (Simon et al. ۲۰۱۳). همچنین بررسی‌ها نشان داده است که سمیت بورون با ایجاد آسیب اکسیداتیو هموستازی سلول را ناپایدار و کاهش رشد را در گیاه ذرت به دنبال خواهد داشت (Esim et al., ۲۰۱۳).

جدول۲- تأثیر بورون بر میزان قند کل، مانوز، رامنوز و پروتئین محلول. داده‌ها میانگین حداقل ۳ تکرار مستقل ± انحراف .بر اساس آزمون دانکن می باشد P استاندارد است. حروف غیریکسان، معرف تفاوت معني‌دار در سطح ۰۵/۰

B supply(M)	Total sugar (g/gFW)	Rhamnose (g/gFW)	Mannose (g/gFW)	Soluble protein (mg/gFW)
۴۵	۲۱۱۶.۹ ±۳۲.۸ [a]	۱۲۸۲.۵ [a] ±۲۸.۱	۱۷۶۶. ±۸.۱۲ [a] ۲	۲۷.۸ [a] ± ۰.۴

۲۴.۲^{b} ± ۰.۲				
۴۵۰	۲۲۷.۶^{b} ± ۱۷۱۱.۶	۹۹۵.۷^{b} ± ۶.۵	۱۳۸۵.۴^{b} ±۸.۰	

براساس نتایج به دست آمده، ارتباط مستقیمی بین مقدار بورون جذب شده توسط گیاه با میزان بورون موجود در محیط رشد گیاه دیده شد. به طوریکه با افزایش غلظت بورون در محیط مقدارجذب آن توسط گیاه نیز افزایش نشان داد (شکل ۳).
در نهایت نتایج این تحقیق نشان داد با توجه به نقش بورون در فتوسنتز، متابولیسم ترکیبات فنلی و سنتز لیگنین به نظر می‌رسد سمیت بورون از طرفی با افزایش میزان فنل‌های متصل به دیواره و لیگنین و از سوی دیگر با کاهش میزان قند و پروتئین به دلیل اثرات منفی آن بر کاهش فتوسنتز و ماده سازی، کاهش رشد را در گیاه موجب گردیده است.



شکل ۳. مقدار جذب بورون توسط گیاه. داده‌ها میانگین حداقل ۳ تکرار مستقل ± انحراف استاندارد (میله‌های عمودی) .بر اساس آزمون دانکن می باشد P است. حروف غیریکسان، معرف تفاوت معني‌دار در سطح ۰۵/۰

منابع

Bradford M. M. ۱۹۷۶. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-dye bindig. Analytical Biochemistry, ۷۲: ۲۴۸-۲۵۴.

Dubois M. ۱۹۵۶. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Annual chemistry, ۲۸: ۳۵۰-۳۵۶.

Esim N., Tiryaki D., Karadagoglu O. and Atici O. ۲۰۱۳. Toxic effects of boron on growth and antioxidant system parameters of maize (*Zea mays* L.) roots. Toxicol Ind Health, ۲۹:۸۰۰-۸۰۵

Fecht-Christoffers M. M., Maier P. and Horst W. J. ۲۰۰۳. Apoplastic peroxidases and ascorbate are involved in manganese toxicity and tolerance of *Vigna unguiculata*. Physiologia Plantarum, ۱۱۷: ۲۳۷-۲۴۴.

Ghanati F., Morita A and Yokota H. ۲۰۰۵. Deposition of suberin in roots of soybean induced by excess boron. Plant Science, ۱۶۸: ۳۹۷-۴۰۵.

Iiyama K. and Wallis A.F.A. ۱۹۹۰. Determination of lignin in herbaceous plants by an improved acetyl bromide procedure. Journal of the science of food and agriculture, ۵۱: ۱۴۵-۱۶۱.

Jarvis M.C. and McCann M.C. ۲۰۰۰. Macromolecular biophysics of the plant cell wall: Concepts and methodology. Plant Physiology and Biochemistry, ۳۸: ۱—۱۳.

Kobayashi M., Ohno K. and Matoh T. ۱۹۹۷. Boron nutrition of cultured Tobacco BY-۲ cells. II. Characterization of the boron-polysaccharide complex. Plant Cell and Physiology, ۳۸: ۶۷۶-۶۸۳.

Nable O.R., Ba uelos G.S.and Paull J.G. ۱۹۹۷. Boron toxicity. Plant and Soil, ۱۹۳:۱۸۱-۱۹۸.

Passardi F., Penel C and Dunand C. ۲۰۰۴. Performing the paradoxical: how plant peroxidases modify the cell wall. Trends in Plant Science, ۹: ۵۳۴-۵۴۰.

Simon I., Diaz-Lopez L., Gimeno V., Nieves M., Pereira W. E., Martinez V., Lidon V. and Garcia-Sanchez F. ۲۰۱۳. Effects of boron excess in nutrient solution on growth, mineral nutrition, and physiological parameters of *Jatropha curcas* seedlings. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, ۱۷۶: ۱۶۵-۱۷۴.

Tanaka M. and Fujiwara T. ۲۰۰۸. Physiological roles and transport mechanisms of boron :perspectives from plants. Pflugers Arch - European Journal of Physiology, ۴۵۶: ۶۷۱-۶۷۷.

Abstract

Boron toxicity is the most important limiting factor for plant growth and development in arid and semiarid conditions.ء So, in this research the effects of boron toxicity on growth, sugar content, protein content, phenolic compounds and lignin in Hydroponic culture were investigated. For this aim, the flax seeds grown in Hoagland's solution were treated with ۴۵ and ۴۵۰ M $H_۳BO_۳$ (as normal and excess concentration respectively) for two weeks. The results showed that increased boron supply decreased growth, sugar and protein content but increased wall bound phenolic compounds and lignin content. Regard to these results it was concluded that boron toxicity decreased growth by reducing carbohydrate and protein biosynthesis and increasing in phenolic compounds and lignin content.

وضعیت پتاسیم و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک باغ‌های زیتون در استان فارس

مهری احراری [۱]، حمیدرضا اولیایی [۲]، ابراهیم ادهمی [۲] و مهدی نجفی قیری [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه یاسوج، ۲ -دانشیاران گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج، ۳- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب دانشگاه شیراز

چکیده
این مطالعه به منظور تعیین وضعیت پتاسیم و ارتباط آن با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک باغ‌های زیر کشت زیتون در استان فارس (۱۳ منطقه) در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر انجام شد. مقادیر پتاسیم محلول ، پتاسیم تبادلی، پتاسیم غیر تبادلی، پتاسیم ساختمانی و پتاسیم کل اندازه‌گیری شدند. مقادیر متوسط هدایت الکتریکی، پ‌هاش، رس، کربنات کلسیم معادل، ظرفیت تبادل کاتیونی به ترتیب ۶۳/۳ دسی زیمنس بر متر، ۵۶/۷، ۲۷ درصد، ۵/۴۹ درصد و ۷۱/۱۳ سانتی‌مول بر کیلوگرم خاک بودند. شکل‌های مختلف پتاسیم به ترتیب با میانگین ۰۸/۲۰، ۰۵/۲۸۷، ۲۷/۷۷۰، ۸۴/۲۴۹۳ و ۱۴/۳۲۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک سطحی اندازه‌گیری شدند. مقادیر شکل‌های مختلف پتاسیم به جز پتاسیم محلول در خاک سطحی بیشتر از خاک زیر سطحی بود. در مجموع از نظر پتاسیم قابل استفاده از مجموع ۳۲ خاک، ۱۴ خاک دارای پتاسیم کمتر از حد بحرانی و نزدیک به آن (۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بودند. رابطه مثبت و معنی‌داری بین تمام اشکال پتاسیم (بجز محلول) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها مشاهده شد.

واژه های کلیدی: پتاسیم، زیتون، ویژگی‌های خاک، استان فارس

مقدمه
زیتون در ایران یکی از محصولات مهم و راهبردی به شمار می‌رود، از این رو در سال‌های اخیر با توجه به توانایی‌های اقلیمی و محیطی، اقدامات وسیعی برای گسترش زیتون‌کاری در ایران علاوه بر استان‌های شمالی انجام شده است. به دلیل اینکه کمبود پتاسیم در درختان زیتون می‌تواند بر رشد و توسعه‌ی آن‌ها تاثیر منفی داشته باشد و نیز اینکه درختان زیتون با کمبود پتاسیم دارای مقاومت کمتری نسبت به تنش خشکی بوده، کاربرد مدیریت شده پتاسیم برای تغذیه این درختان حائز اهمیت است (مواس بوربیا و همکاران، ۲۰۱۳). پتاسیم حدود ۲/۱ تا ۲/۳ درصد از پوسته زمین را تشکیل می‌دهد و جزء هفت یا هشتمین عنصر فراوان به حساب می آید، بنابراین منابع ذخیره پتاسیم در خاک بسیار بزرگ است اما با این وجود کمبود پتاسیم در مناطق وسیعی از کشاورزی در سراسر جهان گزارش شده است (زورب و همکاران، ۲۰۱۴). این میزان پتاسیم در دو شکل کلی پتاسیم ذخیره و پتاسیم فعال در خاک دیده می‌شود، پتاسیم ذخیره شامل پتاسیم ساختمانی کانی‌های فیلوسیلیکاته یا تثبیت شده بین لایه‌های آن، پتاسیم ساختمانی تکتوسیلیکات‌ها و پتاسیم موجود در مواد آلی است. پتاسیم فعال شامل پتاسیم قابل جذب که در سطح کلوئیدها یا در محلول خاک وجود دارند و نیز پتاسیم محلول می‌باشد (دوات گر و همکاران،۱۳۸۴). شکل‌های تبادلی و محلول پتاسیم تنها بخش کوچکی از پتاسیم خاک را تشکیل می‌دهند و بقیه شکل‌های این عنصر بصورت غیر قابل تبادل و ساختاری در خاک وجود دارد (سیرینی واسارو و همکاران، ۲۰۰۰). استان فارس با توجه به اقلیم مناسب یکی از قطب‌های مهم تولید این محصول در کشور است. مطالعات بسیار اندکی در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و به ویژه وضعیت عنصر پتاسیم در آنها صورت گرفته است، لذا هدف از این مطالعه بررسی وضعیت کلی پتاسیم به عنوان یک عنصر پرنیاز و حیاتی در خاک باغ‌های زیر کشت زیتون در استان فارس و همچنین بررسی ارتباط این اشکال با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی این خاک‌ها بوده است.

مواد و روش‌ها
مناطق عمده تحت کشت زیتون در استان فارس با مراجعه به منابع و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان فارس شناسایی شدند. سپس با مراجعه به مناطق مورد مطالعه از خاک زیر سایه‌انداز درختان به فاصله حدود ۸۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متری (بسته به سن و اندازه درخت) از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌برداری از ۱۳ منطقه و شامل ۲۶ نمونه انجام شد. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلیمتری به آزمایشگاه انتقال یافته و تجزیه های فیزیکی و شیمیایی شامل بافت خاک به روش هیدرومتر (بویوکوس، ۱۹۶۲)، قابلیت هدایت الکتریکی خاك در عصاره گل اشباع توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی، پ‌هاش توسط دستگاه پ‌هاش متر شیشه‌ای در گل اشباع، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی با اسید کلریدریک (ریچاردز، ۱۹۵۴) و کربن آلی به روش سوزاندن تر (جکسون، ۱۹۷۵) انجام شد. شکل های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی، غیر تبادلی و کل به ترتیب در عصاره اشباع، عصاره گیری با استات آمونیوم ۱ نرمال پ هاش ۷، عصاره گیری با اسید نیتریک جوشان و هضم با اسید فلوریدریک و تیزاب سلطانی و با استفاده از دستگاه شعله سنجی جنوی مدل PFP7 تعیین شدند.

نتایج و بحث

پارامترهای آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. میانگین شن در هر دو عمق نسبت به سیلت و رس بیشتر می‌باشد.

واریانس که معیاری از پراکندگی مقادیر در اطراف میانگین می‌باشد برای شن بیشتر از سیلت و رس است.

		شکل‌های مختلف پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)						شکل‌های مختلف پتاسیم (%)		
	عمق (cm)	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیر تبادلی	پتاسیم ساختاری	پتاسیم کل	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیر تبادلی	پتاسیم ساختاری
حداقل	۳۰-۰	۹۱/۵	۲۷/۴۸	۱۱/۲۱۱	۴۹/۱۱۳۴	۱۶/۱۶۷۹	۱۰/۰	۲	۸۵/۷	۸۰/۴۶
	۶۰-۳۰	۳۱/۳	۰۸/۴۴	۸۵/۱۵۰	۹۲/۸۸۴	۱۹/۱۰۸۸	۰۸/۰	۲۶/۱	۵۳/۸	۶۸/۶۵
حداکثر	۳۰-۰	۸۰/۵۹	۸۸/۹۰۷	۵۰/۱۰۲۷	۵۱/۴۴۶۶	۷۳/۵۷۷۸	۸۷/۱	۹۱/۳۱	۲۰/۲۱	۳۴/۸۹
	۶۰-۳۰	۷۲/۹۴	۹۹/۵۰۳	۰۹/۱۳۷۹	۷۷/۴۶۹۵	۸۲/۶۵۸۸	۳۹/۳	۱۹/۹	۷۹/۲۴	۰۹/۹۰
میانگین	۳۰-۰	۰۸/۲۰	۹۶/۲۶۶	۲۱/۴۸۳	۸۷/۲۴۹۳	۱۴/۳۲۶۴	۷۱/۰	۵۸/۸	۷۴/۱۴	۹۶/۷۵
	۶۰-۳۰	۹۳/۲۱	۲۸/۱۵۳	۶۸/۴۴۶	۱۱/۲۴۷۸	۰۱/۳۱۰۰	۸۵/۰	۰۴/۵	۶۳/۱۴	۴۵/۷۹

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شکل محلول پتاسیم در خاک های مورد مطالعه در افق‌های سطحی در محدوده ۹۱/۵-۸۰/۵۹ میلی‌گرم در کیلوگرم قرار دارد و این میزان در افق‌های زیرسطحی از ۳۱/۳-۷۲/۹۴ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر است که نسبت به افق‌های سطحی دارای تغییرات بیشتری است. (مواس بوربیا و همکاران، ۲۰۱۳) بیشتر بودن میزان پتاسیم محلول در افق‌های زیرسطحی نسبت به سطح را به دلیل آزاد سازی لیگاندها و اسیدهای آلی و افزایش پ هاش در محیط ریشه و به دنبال آن افزایش هوادیدگی کانی‌های پتاسیم‌دار می‌دانند.

	CEC ($cm\ kg^{-1}$)	pH	EC ($dS\ m^{-1}$)	CCE	O.C	Clay	Silt	Sand
					%			
حداقل	۷۴/۵	۰۵/۷	۱۸/۰	۶/۲۴	۰۵/۰	۱۶	۲/۱۵	۶
حداکثر	۳۷	۸۶/۷	۶۲/۲۴	۸۰	۰۶/۲	۵۰	۵۶	۷/۶۷
میانگین	۷۱/۱۳	۵۶/۷	۶۳/۳	۵/۴۹	۹۱/۰	۲۷	۲/۳۴	۷/۳۸
واریانس	۳۸/۸۲	۰۳/۰	۵۶/۳۳	۷/۱۹۸	۱۸/۰	۹/۵۸	۳/۱۰۳	۱۰/۲۴۲

جدول۲- شکل‌های مختلف پتاسیم

کمترین میزان پتاسیم محلول مربوط به خاک ۲۶ (نورآباد) و بیشترین آن مربوط به خاک شماره ۲ (لار) بود که بالاتر بودن میزان پتاسیم در این خاک به دلیل بالاتر بودن درصد سیلت و شن نسبت به رس می باشد. (فاتیما، ۲۰۰۷) با بررسی خاک‌های جنوب هلند نشان داد میانگین پتاسیم محلول در خاک‌های با بافت سبک و خیلی سبک دو برابر بیشتر از خاک‌های با بافت متوسط و سه برابر بیشتر از خاک‌های سنگین بافت بود. جدول ۳ همبستگی شکل‌های مختلف پتاسیم با هم را نشان می دهد. مقادیر پتاسیم محلول با هیچ‌کدام از شکل‌های پتاسیم ارتباط معنی‌داری ندارد که می‌تواند به دلیل حساسیت پتاسیم محلول به تغییر عامل‌های محیطی باشد. همچنین پتاسیم محلول با مقدار نمک‌های محلول رابطه مثبت و معنی‌دار نشان می‌دهد (جدول ۴). حضور پتاسیم در فاز محلول خاک به عنوان یک کاتیون محلول باعث افزایش شوری خاک میشود.

پتاسیم تبادلی در خاک زیر سطحی به میزان قابل توجهی نسبت به خاک سطحی کاهش یافته که موافق نتایج سایر پژوهشگران است (نجفی قیری،۱۳۸۹ و آزادی و همکاران، ۱۳۹۲ درخاک‌های استان فارس). پتاسیم تبادلی دارای رابطه مثبت معنی‌داری با پتاسیم غیر تبادلی است. همچنین با مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی و کربن آلی رابطه مثبت و معنی‌دار را نشان می‌دهد. بین پتاسیم تبادلی و درصد رس رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. به عقیده (شارپلی و بال، ۱۹۸۷) وجود همبستگی بین پتاسیم تبادلی و درصد رس خاک به معنی نزدیک شدن به سطح حداقل پتاسیم تبادلی است. با توجه به حد بحرانی ۱۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم برای پتاسیم تبادلی در برخی نمونه‌ها کمبود پتاسیم مشاهده می‌شود.

دامنه تغییرات پتاسیم غیر تبادلی از ۱۱/۲۱۱- ۵۰/۱۰۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم در سطح و ۸۵/۱۵۰- ۰۹/۱۳۷۹میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است. حسینپور و همکاران (۱۳۷۹)، و بهارلویی (۱۳۸۲)، اظهار کردند که بین پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی و درصد رس رابطه معنیداری وجود ندارد که با مشاهده حاضر هم‌خوانی دارد. با توجه به میزان پتاسیم در خاک سطحی با میانگین ۲۱/۴۸۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و خاک زیر سطحی با میانگین ۶۸/۴۴۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم، خاک زیر سطحی دارای ذخیره پتاسیم کمتری نسبت به خاک سطحی می‌باشد .

	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیر تبادلی	پتاسیم ساختمانی	پتاسیم کل
محلول	۱				
تبادلی	۰۰۹/۰-	۱			
غیرتبادلی	۱۱۲/۰-	۵۸۲/۰**	۱		
ساختمانی	۱۲۸/۰-	-۰۲۵/۰	۴۱۱/۰*	۱	
کل	۱۱۱/۰-	۳۶۵/۰	/۷۳۹**	/۹۱۶**	۱

جدول ۳- همبستگی بین شکل‌های مختلف پتاسیم

خصوصیات خاک	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیر تبادلی	پتاسیم ساختاری	پتاسیم کل
CCE	۱۳۱/۰	-۲۲۸/۰	۵۴۶/۰*-	-۴۰۳/۰*	-۵۱۴/۰*
PH	-۲۹۳/۰	۰۱۷/۰	۱۴۳/۰	۳۳۸/۰	۳۱۰/۰
EC	۵۸۹/۰**	۰۸۱/۰	-۱۲۳/۰	-۱۷۵/۰	-۱۵۶/۰
OC	-۱۶۱/۰	۵۵۲/۰**	۵۲۴/۰**	۰۸۷/۰	۲۹۸/۰
CEC	-۱۵۰/۰	۵۴۰/۰**	۷۷۴/۰**	۵۵۶/۰**	۷۴۶/۰**
CLAY	-۱۴۵/۰	۱۴۱/۰	۱۶۳/۰	۴۲۲/۰*	۴۰۰/۰*
SILT	-۰۹۷/۰	۳۳۱/۰	۵۱۰/۰**	۷۷۰/۰**	۸۱۰/۰**
SAND	۱۳۵/۰	-۲۷۸/۰	-۴۱۴/۰*	-۷۱۱/۰**	-۷۲۷/۰**

جدول ۴- همبستگی بین شکل‌های پتاسیم و خصوصیات خاک

میزان پتاسیم ساختاری در سطح در محدوده ۴۹/۱۱۳۴-۵۱/۴۴۴۶ و در خاک زیر سطحی در محدوده ۹۲/۸۸۴-۷۷/۴۶۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم قرار دارد. مشاهده می‌شود که با افزایش عمق میزان پتاسیم ساختاری نیز افزایش می‌یابد. پتاسیم ساختاری با پتاسیم کل رابطه معنی دار مثبت داشته و با کربنات کلسیم معادل و بخش شن خاک رابطه منفی و معنی‌داری را نشان می‌دهد. همچنین رابطه معنی‌دار مثبت بین پتاسیم ساختاری و سیلت و رس خاک دیده می‌شود. خرمالی و همکاران (۱۳۸۶)، نیز در بررسی وضعیت پتاسیم خاکهای ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی خرکه کردستان، بیان کردند که در تمامی نمونهها با افزایش مقدار رس، پتاسیم ساختمانی افزایش یافت. همچنین رابطه مثبت و معنی داری بین این شکل از پتاسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی وجود دارد.

پتاسیم کل: در خاک‌های مورد مطالعه در دامنه‌ی ۱۶/۱۶۷۹- ۷۳/۵۷۷۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم در سطح و ۱۹/۱۰۸۸- ۸۲/۶۵۸۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم در زیر سطح متغیر است. پتاسیم ساختاری با میانگین ۷۱/۷۷ درصد از پتاسیم کل را تشکیل می‌دهد و پتاسیم غیر تبادلی نیز ۶۹/۱۴ درصد پتاسیم کل است، بنابراین پتاسیم ساختمانی و پتاسیم غیر تبادلی بیشترین میزان پتاسیم در خاک را به خود اختصاص داده‌اند. آزادی و همکاران، ۱۳۹۲ پتاسیم ساختاری و پتاسیم تبادلی را به عنوان شکل‌های غالب پتاسیم در خاک‌های منطقه کافتر استان فارس گزارش کردند. پتاسیم کل با جزء سیلت و رس خاک رابطه مثبت و معنی‌دار و با شن خاک رابطه منفی و معنی‌داری را نشان می‌دهد.

نتیجه گیری

نتایج ارائه شده در این مطالعه وضعیت پتاسیم در خاک سطحی و زیر سطحی درختان زیتون در استان فارس را نشان می‌دهد. در مجموع اکثر خاک‌های تحت کشت زیتون به رغم عدم استفاده از کودهای پتاسه توسط باغداران از وضعیت مطلوبی برخوردار بودند. با توجه به حد بحرانی پتاسیم قابل استفاده در درخت زیتون(۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از مجموع ۳۲ خاک ۸ خاک کمتر از حد بحرانی و ۶ خاک نزدیک به بحرانی (۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بودند. خاک‌های مناطق نورآباد، لارستان و چنارشاهیجان کمترین و خاک‌های مناطق بیضا، خرامه و پل فسا بیشترین میزان پتاسیم قابل استفاده را داشتند. با توجه به نتایج به دست آمده پایش مکرر وضعیت پتاسیم خاک در سال‌های متوالی و امکان استفاده از کودهای پتاسه باید در برنامه‌های باغداران زیتون این استان گنجانده شود.

منابع

آزادی، ا. باقرنژاد، م. و ابطحی، س. ع. ۱۳۹۲. بررسی وضعیت پتاسیم و ارتباط آن با کانی‌شناسی و ویژگی‌های خاک در خاک‌های منطقه کافتر استان فارس. نشریه مدیریت خاک. شماره ۳، صفحه‌های ۵۹ تا ۶۹.

بهارلوئی، ژ. و ابطحی، ع. ۱۳۸۲. بررسی میزان تغییر شکلهای مختلف پتاسیم در ارتباط با تحول خاکهای سروستان. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه گیلان و موسسه تحقیقات برنج ایران.

حسینپور، ع.، کلباسی، م. و خادمی، ح. ۱۳۷۹. سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی از خاک و اجزای آن در تعدادی از خاکهای گیلان. مجله علوم آب و خاک. شماره ۱۴، صفحه‌های ۹۹ تا ۱۱۲

خرمالی، ف. نبی اللهی، ک. بازرگان، ک. و افتخاری، ک. ۱۳۸۶. بررسی وضعیت پتاسیم در راسته‌های مختلف خاک ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی خرکه کردستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۵، صفحه‌های ۴۶ تا ۵۴

دوات گر، ن.، کاووسی، م. علی نیاا، م.ح. و پیکان، م. ۱۳۸۴. بررسی وضعیت پتاسیم و اثر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک بر آن در شالیزارهای استان گیلان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۴، صفحه های ۷۱تا ۸۸.

نجفی قیری، م. ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و کانی شناسی و وضعیت پتاسیم در خاک های استان فارس. پایان نامه دکتری. دانشگاه شیراز.

Bouyoucos, G. J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. Agronomy Journal, ۵۴: ۴۶۴-۴۶۵.

Fotyma, M. ۲۰۰۷. Content of potassium in different forms in the soils of southeast Poland. Polish journal of soil science, ۱: ۱۹-۳۱

Jackson M.L., ۱۹۷۵. Soil Chemical Analysis: Advanced Course. Department of Soils, College of Agriculture, University of Wisconsin, Madison, WI.

Mouas Bourbia, S., Barré , P., Boudiaf Naït Kaci, M., Derridj, A., and Velde, B.۲۰۱۳. Potassium status in bulk and rhizospheric soils of olive groves in North Algeria. Geoderma, ۱۹۷: ۱۶۱-۱۶۸.

Richards, L.A. ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U. S. Salinity Laboratory Staff. USDA. Hand book. Washington, D C, USA.

Sharpley, A.N. and Buol, S.W. ۱۹۸۷. Relationship between minimum exchangeable potassium and soil taxonomy. Commun In Soil Sci. Plant Anal, ۱۸: ۶۰۱-۶۱۴.

Srinivasarao, C., Subba Rao, A., and Rupa, T.R. ۲۰۰۰. Plant mobilization of soil reserve potassium from fifteen smectitic soils in relation to soil test potassium and mineralogy. Soil Science Society of America Journal, ۱۶۵: ۵۷۸-۵۸۶.

Z rb, C., Senbayram, M., and Peiter, E. ۲۰۱۴. Potassium in agriculture-status and perspectives. Journal of plant physiology, ۱۷۱: ۶۵۶-۶۶۹.

Abstract

This study was conducted to evaluate potassium status and its correlation with soil physicochemical characteristics of olive orchards in Fars province at depths of ۰-۳۰cm and ۳۰-۶۰cm. Soluble, exchangeable, nonexchangeable, structural, and total potassium was measured. Mean of EC, pH, Clay, Calcium Carbonate, and Cation Exchange Capacity ranged from ۳.۶۳ dSm^{-1}, ۷.۵۶, %۲۷, %۴۹.۵ and ۱۳.۷۱ $cmol_{(+)}kg^{-1}$ respectively. Different forms of potassium with the mean of ۲۰.۰۸, ۲۸۷.۰۵, ۷۷۰.۲۷, ۲۴۹۳.۸۴, ۳۲۶۴.۱۴ mg kg^{-1} were measured in surface soils. Except for soluble K, higher amounts of the other forms were measured at surface soils.

Finally, from a total number of ۳۲ soils, ۱۴ soils had available K less than ۲۰۰ mg kg^{-1}(near critical level). A positive and significant correlation was noticed between K form (except soluble K) and CEC.

تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر تغییرات هدایت الکتریکی زه‌آب و خاک در اثر عبور پساب غنی شده با سرب و کادمیم از ستون‌های خاک

علی شریفی [۱]، نیلوفر صدری [۱]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج،

چکیده
به منظور بررسی تغییرات هدایت الکتریکی زه‌آب و خاک در اثر عبور پساب غنی شده با سرب و کادمیم از ستون‌های خاک با سطوح مختلف ورمی‌کمپوست آزمایش در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ورمی‌کمپوست در ۳ سطح وزنی (سطح ۲=v_2 ، ۰=v_1 و ۴=v_3 درصد وزنی) و زمان در ۸ دوره‌ی ۱۰ روزه بود که در ۳ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که ورمی‌کمپوست و زمان، در سطح احتمال ۱%، تاثیر معنی‌داری بر تغییر هدایت الکتریکی زه‌آب خروجی داشت. هدایت الکتریکی در نمونه‌های زه‌آب جمع‌آوری شده از تیمارهای ورمی‌کمپوست در طول زمان نشان داد که هدایت الکتریکی، همواره بیشتر از میانگین مقدار آن در پساب ورودی بود (میانگین هدایت الکتریکی پساب برابر با ۹/۰ دسی زیمنس بر متر). هدایت الکتریکی زه‌آب خروجی در ابتدای کاربرد پساب بدلیل حل شدن نمک‌های خنثی خاک و عناصر موجود در پساب عبوری بیشتر از سایر مراحل بود. تیمار v_3 بدلیل حل شدن نمک‌های موجود در ورمی‌کمپوست هدایت الکتریکی بیشتری در زه‌آب خروجی داشت.
واژه‌های کلیدی: زه‌آب، سرب، کادمیم، ورمی‌کمپوست، هدایت الکتریکی

مقدمه
کاربرد لجن و پساب حاصل از تصفیه فاضلاب برای آبیاری در زمین‌های کشاورزی بخصوص در حاشیه شهرها در حال افزایش است (بهبهانی‌نیا و همکاران، ۲۰۰۸). قابلیت هدایت الکتریکی، یك شاخص عمده در ارزیابی شوری خاك می‌باشد. مشکل اصلی خاك‌های شور، حضور نمك‌های محلول و بطور عمده یون‌های کلر، سولفات و گاهی نیترات است (خواجه‌پور، ۱۳۸۴). هر چقدر آب آبیاری شورتر باشد، به تدریج خاك نیز شورتر خواهد شد. در مناطقی که منشا تولید پساب، دارای املاح زیادی است، بایستی مسئله‌ی شوری به دقت مورد نظر قرار گیرد (عابدی و نجفی، ۱۳۸۰).
همچنین آب با هدایت الکتریکی زیاد نفوذپذیری خاک را افزایش داده و حداقل حاصل شده بخشی از مشکلاتی را که با در نظر گرفتن نسبت جذب سدیم ممکن است پیش‌بینی گردد را خنثی می‌نماید. در یک مقدار نسبت جذب سدیم معین، با افزایش هدایت الکتریکی بر سرعت نفوذ آب به درون خاک افزوده می‌شود و بالعکس. بنابراین (SAR) و (EC_w هدایت الکتریکی آب آبیاری) بایستی به همراه یکدیگر جهت ارزیابی ایجاد مشکلات نفوذپذیری خاک مورد بررسی قرار گیرند. فاضلاب‌های شهری در شرایط عادی دارای مقادیر کافی و مناسب یون کلسیم و املاح محلول بوده، لیکن بدلیل سدیم نسبتاً زیاد و در نتیجه (SAR) بالا، بایستی در استفاده مجدد از آن‌ها جهت عملیات آبیاری دقت ویژه‌ای مبذول گردد (مت‌کاف و ادی، ۱۹۹۱ و فائو، ۱۹۹۲).
افزایش و کاهش هدایت الکتریکی خاک پس از کاربرد فاضلاب گزارش شده است. عابدي‌کوپایی و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که استفاده از فاضلاب شهری برای آبیاری، منجر به کاهش هدایت الکتریکی خاک شده است، به طوری که خاک‌های شور سدیمی محل مورد آزمایش به یک خاک با هدایت الکتریکی ۳۵/۱ تا ۴۹/۳ دسی زیمنس بر متر تغییر یافته است. همچنین این محققان گزارش کردند که آبیاری بارانی تاثیر معني‌داری در کاهش هدایت الکتریکی خاک در مقایسه با آبیاری سطحی داشته است. نجفی و همکاران (۱۳۸۰) گزارش دادند که اگر هدایت الکتریکی آب در حدود ۴۹/۰ دسی زیمنس بر متر و میزان نسبت جذب سدیم، حدود ۸/۱ دسی زیمنس بر متر باشد، مي‌تواند برای آبیاری محصولات کشاورزی مناسب باشد. صابر (۱۹۸۶) گزارش کرد که با افزایش کاربرد فاضلاب در شهر قاهره، نمک‌های محلول در لایه ۲۰-۰ سانتی‌متری افزایش یافته و پس از ۶۰ سال به سه برابر مقدار اولیه رسیده است. بول و همکاران (۱۹۸۱) با بررسی تاثیر آبیاری با فاضلاب بر هدایت الکتریکی خاک در مدت ۶ سال نشان دادند که در دو سال اول بدلیل بالا بودن درصد آبشویی، هدایت الکتریکی خاک کاهش و در چهار سال انتهایی در نتیجه‌ی کاهش آبشویی، هدایت الکتریکی خاک افزایش یافت. باقری (۱۳۷۹) کاهش هدایت الکتریکی خاک را پس از آبیاری با پساب گزارش کرد.
روحانی و شهرکی (۱۳۸۴) تاثیر آبیاری بر پساب را بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه‌ی شمال اصفهان بررسی کردند. نتایج نشان داد که طی نه سال آبیاری با پساب، هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) نسبت به قبل کاهش معنی‌داری داشت. حسین‌پور و همکاران (۱۳۸۶) تاثیر کاربرد فاضلاب خام (تصفیه نشده) و پساب تصفیه خانه مشهد را بر خصوصیات شیمیایی یک نوع خاک لوم شنی بررسی کردند. آزمایش‌ها بر روی لوله‌های پلی اتیلن به قطر ۱۵ و ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر که از خاک مورد نظر پر شده بود انجام گرفت. استفاده از فاضلاب باعث افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم گردید. در مقایسه از نظر تاثیر نوع آب کاربردی مشخص شد، میانگین EC و SAR در تیمارهایی که در آن‌ها از فاضلاب خام استفاده گردید، تفاوت معنی دار با تیمارهای پساب فاضلاب تصفیه شده دارد. پساب تصفیه شده‌ی فاضلاب نسبت به فاضلاب خام EC و SAR کمتری را دارا بود. صفری سنجابی و حاج رسولی‌ها (۱۳۸۰) تاثیر آبیاری با پساب تصفیه خانه‌ی فاضلاب شمال اصفهان را بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی ناحیه خاک برخوار اصفهان بررسی کردند. نتایج نشان داد که هفت سال آبیاری کرتی با پساب،

باعث شد تا خاک‌های شور و سدیمی منطقه به خاک مناسب کشاورزی تبدیل گردد. در این تحقیق هدایت الکتریکی خاک در لایه ۰-۴۰ سانتی‌متر، از ۳۱ به ۲/۱ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت.

بالا بودن نسبت جذب سدیم در خاك، نشانگر افزایش میزان یون سدیم، نسبت به یون‌های کلسیم و منیزیم است. به جز در موارد خاصی که قلیائیت زیاد خاك ناشی از وجود مقدار زیاد منیزیم است، معمولاً قلیائیت زیاد در خاك، با افزایش درصد سدیم تبادلی به بیشتر از ۱۵ درصد اتفاق مي‌افتد. بالا بودن میزان سدیم تبادلی به تدریج خاك را سخت و غیر قابل نفوذ مي‌كند. جذب بعضی عناصر غذایی مانند کلسیم، منیزیم، فسفر، آهن، روی و منگنز به دلیل عدم حلالیت کافی و یا رقابت با یون سدیم کاهش یافته است یا حتی متوقف مي‌شود و افزایش بیش از حد جذب سدیم توسط گیاه، مي‌تواند باعث بروز سمیت در آن شود. در pH بالا، سدیم قابل تبادل باعث انتشار مواد آلی و رس‌ها شده است و نهایتاً به بسته شدن خلل و فرج خاك منجر مي‌شود (فتحی، ۱۳۷۸).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی در مدت ۸۰ روز با تیمار ورمی‌کمپوست در سه سطح (صفر (V_1)، (V_2) ۲ و ۴ درصد وزنی (V_3) در ۳ تکرار انجام گرفت. آزمایش در ۸ دوره ۱۰ روزه انجام شد. آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی به روش‌های معمول صورت گرفت. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. ستون‌های پلی اتیلنی به قطر ۸ و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر آماده شدند. سپس نمونه خاک مخلوط شده با مقادیر مشخص ورمی‌کمپوست در ستون‌ها تا ارتفاع ۶۵ سانتی‌متری پر شدند. حجم پساب مورد استفاده با محاسبه میزان تخلخل بدست آمد. پس از افزودن پساب، شیر خروجی به مدت ۲۴ ساعت باز نگهداشته تا کل زهاب پس از عبور از ستون خاک از آن خارج شود. در پایان هر مرحله تجزیه‌های مورد نظر صورت گرفت هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

نوع خاک	رس	سیلت	شن	کلاس بافتی	کربنات کلسیم	ماده‌ی آلی	کربن آلی	نیتروژن -نیتراتی	فسفر	ظرفیت تبادل کاتیونی
	%	%	%		%	%	%	mgl^{-1}	mgl^{-1}	$cmol_{(+)}Kg^{-1}$
لوم رسی	۷۲/۴۸	۷۲/۳۶	۵۶/۱۴	Cl	۶۴/۳۷	۱/۰	۰۶/۰	۲/۵	۳/۵	۳۷

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی واریانس (جداول ۲ و ۳) نشان داد که ورمی‌کمپوست و زمان، در سطح احتمال ۱%، تاثیر معنی‌داری بر تغییر هدایت الکتریکی زه‌آب خروجی داشت. هدایت الکتریکی در نمونه‌های زه‌آب جمع‌آوری شده از تیمارهای ورمی‌کمپوست در طول زمان نشان داد (شکل ۱) که هدایت الکتریکی، همواره بیشتر از میانگین مقدار آن در پساب ورودی بود (میانگین هدایت الکتریکی پساب برابر با ۹/۰ دسی زیمنس بر متر). هدایت الکتریکی پساب عبوری در مرحله‌ی اول تخلیه‌ی پساب به تیمارهای ورمی‌کمپوست افزایش نشان داد. هر چند با گذشت زمان و استمرار کاربرد پساب از مقدار هدایت الکتریکی زه‌آب کاسته شد و روند نزولی داشت. این روند تا مرحله‌ی ۶ ادامه یافت اما در مرحله‌ی ۷ و ۸ اندکی بر هدایت الکتریکی زه‌آب افزوده گردید که تیمار ۱V افزایش بیشتری را نشان داد (شکل ۱).

جدول ۲- آنالیز واریانس ویژگی‌های شیمیایی زه‌آب تیمارهای ورمی‌کمپوست تحت آبشویی با پساب غنی‌شده با کادمیم

منبع تغییرات	درجه‌ی آزادی	EC
ورمی‌کمپوست	۲	۷۱۹۰۵۷۰**
زمان	۷	۱۲۵۳۷۹۹۶**
بر همکنش	۱۴	۲۲۷۲۷۰۶**
خطا	۴۸	۶/۴۶۳۷۱

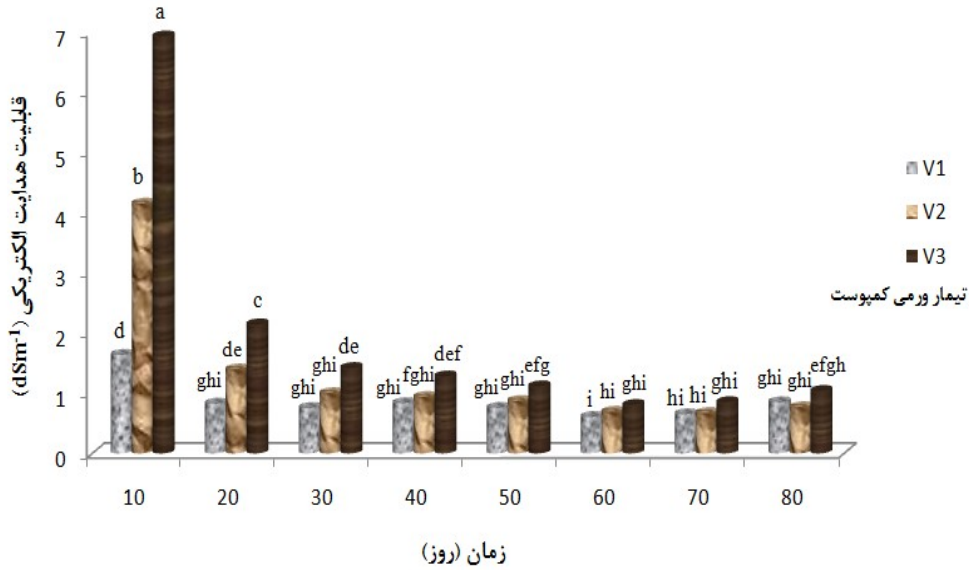
^{ns} معنی‌دار نیست. ** و * به ترتیب در سطوح احتمال یک و پنج درصد، از لحاظ آماری معنی‌دار هستند.

جدول ۳- آنالیز واریانس هدایت الکتریکی تیمارهای ورمی‌کمپوست خاک تحت آبشویی با پساب غنی‌شده با سرب

منبع تغییرات	درجه‌ی آزادی	EC
ورمی‌کمپوست	۲	۶۶۰۶۱۲۰**
زمان	۷	۱۲۶۲۴۴۷۶**
بر همکنش	۱۴	۲۳۰۵۴۹۵**
خطا	۴۸	۴/۱۳۳۸۱

.معنی‌دار نیست. ** و * به ترتیب در سطوح احتمال یک و پنج درصد، از لحاظ آماری معنی‌دار هستند ns

نارته و ساهروت (۱۹۹۹) نشان دادند که هدایت الکتریکی خاک (EC) در ابتدا پس از غرقاب شدن افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. همچنین با نتایج دکامدی و دداتا (۱۹۹۵) نیز مطابقت دارد. بیشترین هدایت الکتریکی زه‌آب تیمارهای ورمی‌کمپوست، در تیمار ۳V (۹/۶-۱ دسی‌زیمنس بر متر) مشاهده شد که تا مرحله‌ی چهارم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. افزایش هدایت الکتریکی در تیمارهای ۲V و ۳V در مقایسه با تیمار ۱V احتمالاً بدلیل حل شدن نمک‌های موجود در ورمی‌کمپوست و نمک‌های خاک بود. توریبیو و رومانیا (۲۰۰۶) با بررسی آبیاری ستون‌های خاک با آب مقطر که لجن فاضلاب به آن اضافه شده بود بیان کردند که مقدار هدایت الکتریکی زه‌آب در هفته‌ی اول آزمایش افزایش یافته است. آن‌ها کاربرد لجن فاضلاب را دلیلی عمده بر افزایش هدایت الکتریکی در مرحله‌ی اول آزمایش دانستند.



شکل ۱- برهمکنش زمان و ورمی‌کمپوست بر تغییرات هدایت الکتریکی در زه‌آب خروجی

حروف متفاوت بالای ستون‌ها در هر زمان نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد

چن و همکاران (۲۰۱۰) افزایش اولیه‌ی هدایت الکتریکی در زه‌آب خروجی از ستون‌های خاک را گزارش و بیان کردند که هدایت الکتریکی زه‌آب ستون خاکی که به آن کمپوست اضافه شده در مقایسه با ستون خاک شاهد افزایش بیشتری را نشان داد. آن‌ها مشاهده کردند که با گذشت زمان از مقدار هدایت الکتریکی زه‌آب کاسته شد که احتمالاً نشان دهنده‌ی آبشویی بیشتر عناصر در مراحل اولیه و تخلیه‌ی عناصر از خاک دانستند. در تیمارهای ۳V و ۲V مقدار هدایت الکتریکی زه‌آب در تیمارهای ورمی‌کمپوست تا مرحله‌ی پنجم کاربرد پساب بیشتر از هدایت الکتریکی پساب ورودی بود. روند کاهش هدایت الکتریکی زه‌آب در تیمارهای ۲V و ۳V تا مرحله‌ی ششم نزولی و پس از آن صعودی شد و در تیمار ۱V فقط در مرحله‌ی اول افزایش هدایت الکتریکی دیده شد و از مرحله‌ی دوم به بعد مقدار هدایت الکتریکی زه‌آب کمتر از پساب ورودی گردید. در مرحله‌ی اول هدایت الکتریکی زه‌آب تیمارهای ورمی‌کمپوست بطور معنی‌داری بیشتر از مراحل دیگر کاربرد پساب مشاهده شد (شکل ۱). هدایت الکتریکی زه‌آب تا مرحله‌ی ششم روند نزولی داشت که پس از آن هدایت الکتریکی زه‌آب افزایش یافت. کاهش هدایت الکتریکی در تیمارهای ورمی‌کمپوست با گذشت زمان احتمالاً بدلیل آبشویی بیشتر عناصر در مراحل اولیه و خروج عناصر از خاک بود.

منابع

باقری، م. ۱۳۷۹. اثرات پساب و سیستم‌های آبیاری بر برخی خواص فیزیکی، شیمیایی و آلودگی خاك تحت کشت چند محصول زراعی. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۶۶ صفحه.

حسین‌پور، ا.، غ.ح. حق‌نیا.، ا. علیزاده و ا. فتوت. ۱۳۸۷. بررسی انتقال برخی عناصر به عمق خاک پس از آبیاری با فاضلاب خام و پساب شهری در دو شرایط غرقاب پیوسته و متناوب، مجله آب و خاک، ۲۲ (۲). ۱۱۷-۱۳۲.

خواجه‌پور، م.ر. ۱۳۸۴. اصول و مبانی زراعت. جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۷۵ صفحه.

روحانی‌شهرکی، ف. ، ر. مهدوی و م. رضایی. ۱۳۸۴. اثر آبیاری با پساب بر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله آب و فاضلاب، ۵۳: ۱۶-۲۹.

صفری‌سنجابی، ع. ا. و ش. حاج‌رسولیها. ۱۳۸۰. پیامد آبیاری با پساب پالایشگاه شمال اصفهان بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های ناحیه برخوار، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۲ (۱): ۷۹-۸۸.

عابدي‌کوپایی، ج.، م. افیونی.، ب. مصطفی‌زاده.، س.ف. موسوی و ر. باقری. ۱۳۸۲. تأثیر آبیاری بارانی و سطحی با پساب تصفیه شده بر شوری خاک. مجله‌ی آب و فاضلاب، ۱۵ (۲): ۹۵-۸۹.

عابدی، م.ج. و پ. نجفی. ۱۳۸۰. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران،شماره‌ی ۴۷، صفحه‌ی ۹۲.

فتحی، ت. ۱۳۷۸. تأثیر میزان نیتروژن بر عملکرد دانه‌ی جو کارون. مجله‌ی علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۵ (۴): ۷۴-۶۷.

نجفی، پ.، م. موسوی و م. عابدی. ۱۳۸۰. اثرات کاربرد روش آبیاری قطره‌ای در بهبود وضعیت بهره‌برداری از پساب فاضلاب شهری. همایش اثرات زیست محیطی پساب‌های کشاورزی بر آب‌های سطحی و زیرزمینی، ص: ۹۰-۸۵.

Behbahaninia, A., S.A. Mirbagheri and A.H. Javid. ۲۰۰۸. Heavy Metals Tranansport in the soil profiles under the application of sludge and wastewater. World Academy of Science. Engineering and Technology, ۴۳: ۴۰۷-۴۱۶

Bole, J.B., J.M. Carefoot., C. Change and M. Osterveled. ۱۹۸۱. Effect of wastewater irrigation and leaching percentage of salt and ground water chemistry. J Environ Qual. ۴۰(۲): ۱۷۷-۱۸۳.

Chen, G., G. Du., C, Zeng., D. Huang., L. Tang., L. Wang and G. Shen. ۲۰۱۰. Transfer of heavy metals from compost to red soil and groundwater under simulated rainfall conditions. Journal of Hazardous Materials, ۱۸۱: ۲۱۱-۲۱۶.

Dekamedhi, B. and S.K. De Datta. ۱۹۹۵. Effect of green manure and prilled urea on the changes of electrochemical properties of soil under low land rice. J. Indian Soc. Soil Sci. ۴۳: ۵۷۲-۵۷۷.

FAO. ۱۹۹۲. Wastewater Treatment and Use in Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, No. ۴۷.

Metcaff, A. and I. Eddy. ۱۹۹۱. Wastewater Engineering: Treatment Disposal Reuse. McGraw-Hill, International Edition, Civil Engineering Series. Third Edition.

Narteh, L.T. and K.L. Sahrawat. ۱۹۹۹. Influence of flooding on electrochemical and chemical propertiesof West African soils. Geoderma, ۸۷: ۱۷۹-۲۰۷.

Saber, M.S.M. ۱۹۸۶. Prolonged effect of land disposal of waste on soil conditions. J Water Sci Tech. ۱۸: ۳۷۱-۳۷۴.

Toribio, M. and J. Romanya. ۲۰۰۶. Leaching of heavy metals (Cu, Ni and Zn) and organic matter after sewage sludge application to Mediterranean forest soils. Science of the Total Environment, ۳۶۳: ۱۱-۲۱.

Abstract

In order to investigate the changes in electrical conductivity and soil drainage water passes through the water enriched with lead and cadmium from soil columns with different levels of vermicompost as a randomized complete block design was used. The treatments include weight vermicompost in ۳ levels (level $v_۱$=۰, $v_۲$=۲ and $v_۳$=۴ wt%) and in ۸ of the ۱۰ days in three replications. The results showed that vermicompost and time, at ۱%, a significant impact on the electrical conductivity of the effluent output. The electrical conductivity of drainage water samples collected from vermicompost treatments over time showed that the electrical conductivity is always higher than the average value in the effluent (waste electrical conductivity equal to ۰/۹ the average dS/ m). Electrical conductivity of water drainage outlet at the beginning of the use of water due to dissolved salts in the water passing through the neutral territory and elements than other processes. $V_۳$ treatment because of dissolved salts in the vermicompost more electrical conductivity of the effluent exit.

مقایسه عصاره‌پذیری عناصر کادمیم و مس از خاک توسط EDTA و DTPA

فاطمه دوست محمدی [۱]، جعفر یثربی [۲]، نجمه احمدی راد [۱]
۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس، ۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
ممکن است خاکها به واسطه کاربرد فاضلاب، زباله های شهری، علف کشها و کودها آلوده به فلزات سنگین از جمله روی، سرب، کادمیوم و یا سایر فلزات شوند. از این رو انتخاب عصاره گیر مناسب در استخراج این عناصر جهت بررسی میزان تحرک آنان در خاک اهمیت فراوانی دارد. به همین دلیل آزمایشی با آرایش فاکتوریل در پنج سطح مس (صفر، ۵/۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم) و چهار سطح کادمیم (۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در کیلوگرم) در سه تکرار جهت مقایسه میزان استخراج این عناصر توسط دو عصاره گیر EDTA یک درصد و DTPA انجام گرفت. نتایج نشان داد که غلظت عناصر کادمیم و مس استخراج شده با عصاره گیر EDTA بیشتر از غلظت عناصر استخراج شده با عصاره گیر DTPA است.

واژه های کلیدی: کادمیم، مس، DTPA ، EDTA.

مقدمه
فلزات سنگین به وسیله فرایندهای بسیاری از جمله ریزش های اتمسفری، کاربرد لجن فاضلاب، کودهای حیوانی، فاضلاب شهری و کودهای شیمیایی در خاکها تجمع می یابند. بیشتر این فلزات غیر متحرک بوده اما می توانند تحت شرایط pH پایین، ظرفیت تبادلی کم و تخلخل بالا متحرک شوند. تجمع فلزات سنگین در خاك می تواند اثرات زیانباری بر حاصلخیزی خاك, عملکرد اکوسیستم و سلامتی انسان ها و حیوانات داشته باشد (آزودو و همکاران، ۲۰۰۵). پاکسازی خاکهای آلوده به فلزات سنگین یکی از مشکلترین و مهمترین اقدامات مهندسین محیط زیست است. برای تعیین اثرات مواد آلی محلول در قابلیت دسترسی فلزات سنگین باید از ماده ای استفاده شود که توانایی کمپلکس کردن فلزات را داشته و برای مدت قابل توجهی در خاك پایدار باشد. بدین منظور از EDTA به عنوان نمونه ای از مواد آلی طبیعی استفاده می شود.
معمولا در استفاده از هرعصاره گیر به دو معیار توجه می شود: اولا، محلول عصاره گیر بایستی کسری از عناصر غذایی خاک را استخراج کند که متناسب با مقدار قابل استفاده آن عنصر برای گیاه باشد. یکی از نتایج این شرط آن است که محلول عصاره گیر بایستی نسبت به تغیرات در قابلیت استفاده عناصرغذایی در خاک ناشی از کوددهی، کاهش غلظت عناصرغذایی به واسطه جذب گیاه و عوامل محیطی نظیر دما، رطوبت خاک و pH که بر وضعیت شیمیایی عناصر غذایی در خاک تاثیر می گذارند، حساس باشد. ثانیا یک آزمون خاک بایستی ارزان، سریع و قابل تکرار در آزمایشگاه های مختلف باشد)هاولین و سلطانپور، ۱۹۸۱).
کلات کننده ها مانند DTPA و EDTA کمپلکس هایی با یون های آزاد فلزات در محلول خاک تشکیل می دهند و فعالیت یون ها را کاهش داده تا یون ها از سطح خاک واجذب شده و وارد محلول خاک شوند (کاشم و همکاران، ۲۰۰۷). آنان همچنین دریافتند که کلات کننده DTPAنقش مهمی را در آزاد سازی عناصر به جز سرب ایفا می کند. عصاره گیری فلزات از نمونه های خاک بسته به نوع فلزات و عصاره گیرهای به کار برده شده متفاوت است.
زیا کوان و همکاران (۲۰۰۵) با مقایسه روش های عصاره گیری یک مرحله ای ملاحظه کردند که هر دو عصاره گیر EDTA و DTPA برای عصاره گیری عناصر قابل استفاده در خاک های آهکی مناسب می باشند. معمولا دو عامل کلاته کننده EDTA و DTPA جهت ارزیابی قابلیت استفاده عناصر خاک مورد استفاده قرار می گیرند و از آنجایی که EDTA و DTPA فلزات را کلاته کرده و غلظت آنان را در محلول خاک پایین نگه می‌دارند اثری مشابه کار ریشه در جذب فلزات از خود نشان می دهند (علما، ۱۳۸۵). لازم به ذکر است که مقایسه میزان استخراج عصاره گیرهای EDTA و DTPA در مورد عناصر کادمیم و مس کمتر مورد توجه قرار گرفته است، به همین دلیل آزمایشی جهت مقایسه میزان استخراج این عناصر توسط دو عصاره گیر EDTA یک درصد و DTPA طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها
جهت انجام این تحقیق، به مقداری کافی خاک از افق سطحی(۰ تا ۲۰سانتی متری) سری چیتگر استان فارس با نام علمی Fine-loamy,carbonatic,thermic,Typic Calcixerepts برداشت شد و پس از خشک کردن در هوا و عبور از الک دو میلی متری برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه اندازه گیری شد (جدول ۱). آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با تیمارهای کادمیم در چهار سطح (۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در کیلو گرم خاک) از منبع سولفات کادمیم ($3CdSO_4.8H_2O$) و مس در پنج سطح (۰، ۵/۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) از منبع سولفات مس ($CuSO_4.5H_2O$)) و در سه

تکرار اجرا شد. در ابتدا نمونه های یک کیلو گرمی از خاک هوا خشک که از الک ۲ میلی متری عبور داده شده را درون کیسه های پلاستیکی ریخته، تیمارهای کادمیم و مس به صورت محلول برابر با سطوح مربوط به آن ها افزوده شد.

جدول ۱. برخی ویژگی های خاک مورد مطالعه

بافت	pH	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)	کادمیم قابل استخراج با DTPA (mg/kg)	کادمیم قابل استخراج با EDTA (mg/kg)	مس قابل استخراج با DTPA(mg/kg)	مس قابل استخراج با EDTA(mg/kg)
لوم	۸۶/۷	۴۶/۰	*ناچیز	۰۰۳/۰	۷۱/۰	۶/۱

*کمتر از حد تشخیص دستگاه

پس از خشک شدن، خاک درون کیسه های پلاستیکی کاملا مخلوط گردیده و به گلدان های یک کیلو گرمی انتقال داده، برای انجام واکنش های لازم به مدت ۶۰ روز خوابانیده و در حد ظرفیت مزرعه و دمای ۲۵±۲ درجه سیلسوس نگهداری شد.
بعد از مدت خوابانیدن، خاک ها در هوا خشک شده و پس از عصاره گیری خاک گلدان ها، با عصاره گیرهای EDTA یک درصد و DTPA توسط دستگاه جذب اتمی میزان عناصر کادمیم و مس اندازه گیری شد. داده های بدست آمده به وسیله نرم افزار های SAS , Excelو میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه و نتایج ارزیابی شد.

جدول ۲. مواد شیمیایی به کار رفته جهت عصاره گیری عناصر در خاک

ماده عصاره گیر	نسبت خاک به ماده عصاره گیر	pH	مدت زمان شیک کردن(دقیقه)
DTPA	۱:۲	۳/۷	۱۲۰
Na_2-EDTA(۱%)	۱:۱۰	۸/۴	۱۲۰

نتایج و بحث

با توجه به جدول ۳ می توان به این نتیجه دست یافت که میزان استخراج کادمیم توسط عصاره گیر EDTA بیشتر از میانکین استخراج این عنصر با DTPA است. در واقع می توان گفت میزان کادمیم استخراج شده با EDTA ۹/۱ برابر کادمیم استخراجی با DTPA بوده است.

جدول۳- اثر کاربرد کادمیم و مس بر میانگین کادمیم استخراجی به وسیله EDTA (mg/kg) و DTPA

کادمیم قابل استخراج با DTPA

سطح مس (میلی گرم در کیلوگرم)	سطح کادمیم (میلی گرم در کیلوگرم) ۵	۱۰	۲۰	۴۰	میانگین
۰	o*۸۷/۲	k۲۳/۵	f۱۴/۷	c۶۶/۷	**E۷۲/۵**
۵/۲	p۵۱/۲	j۵۶/۵	d۴۱/۷	c۶۷/۷	**D۷۸/۵**
۵	n۳	i۸/۵	g۴۳/۶	a۸۹/۸	**C۰۳/۶**
۱۰	m۲۲/۳	h۹۴/۵	c۷۱/۷	b۵/۸	**A۳۵/۶**
۲۰	l۸۸/۳	j۵۴/۳	e۳۳/۷	b۵۶/۸	**B۳۲/۶**
میانگین	**D۰۹/۳**	**C۶۱/۳**	**B۲/۷**	**A۲۷/۸**	**B۰۴/۶**

کادمیم قابل استخراج با EDTA

سطح مس (میلی گرم در کیلوگرم)	سطح کادمیم (میلی گرم در کیلوگرم) ۵	۱۰	۲۰	۴۰	میانگین
۰	۷۸/۳s*	۰۶/۸n	۴۹/۱۵g	۲/۲۴a	**۹۶/۱۲A**
۵/۲	۹۴/۳r	۰۸/۹k	۰۵/۱۴h	۳۸/۱۷e	**۱۱/۱۱E**

۰۷/۱۲C	۱۳/۱۸d	۸۳/۱۶f	۸۲/۸m	۵۱/۴q	۵
۱۴/۱۲B	۲۱b	۸۳/۱۳j	۹k	۷۳/۴p	۱۰
۸۷/۱۱D	۷۸/۱۹c	۹۵/۱۳i	۹۱/۸l	۸۶/۴o	۲۰
۰۳/۱۲A	**۱۶/۲۰A**	**۸۳/۱۴B**	**۷۷/۸C**	**۳۶/۴D**	**میانگین**

اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک یا بزرگ مشترک هستند از لحاظ آماری تفاوت معنی داری در سطح * ۵ درصد با آزمون دانکن ندارند.

علما (۱۳۸۵) گزارش کرد مقدار کادمیم محلول در عصاره گیر EDTAنسبت به DTPAبیشتر است و علت این امر را تفاوت در توانایی عصاره گیرها در حل کردن شکل های مختلف کادمیم گزارش کرد. اونیاتا و هوانگ (۱۹۹۹) در خاک های آلوده به کادمیم مشاهده کردند که EDTAهمبستگی بالایی با کادمیم کمپلکس شده با مواد آلی دارد. این نشان دهنده سهم کمپلکس های آلی-فلزی در قابلیت فراهمی کادمیم در خاک ها است.

جدول۴- اثر کاربرد کادمیم و مس بر میانگین مس استخراجی به وسیله EDTA و DTPA (mg/kg)

مس قابل استخراج با DTPA

سطح مس (میلی گرم در کیلوگرم)	سطح مس (میلی گرم در کیلوگرم)				
	۵	۱۰	۲۰	۴۰	**میانگین**
۰	q۵۲/۰	m۰۸/۱	p۶۳/۰	pq۵۸/۰	o۸۲/۰	**E۶۳/۰**
۵/۲	m۰۸/۱	l۱۹/۱	m۰۶/۱	n۹۵/۰	**D۰۷/۱**
۵	k۹۳/۱	j۰۹/۲	i۱۸/۲	h۳/۲	**C۱۳/۲**
۱۰	f۳۸/۶	e۶۷/۶	e۷۲/۶	g۲۸/۵	**B۲۶/۶**
۲۰	b۱۵/۱۱	a۶/۱۴	c۵۳/۱۰	d۹۶/۹	**A۵۶/۱۱**
میانگین	**B۲۱/۴**	**A۰۳/۵**	**B۲۱/۴**	**C۸۶/۳**	**B۳۲/۴**

مس قابل استخراج با EDTA

سطح مس (میلی گرم در کیلوگرم)	سطح کادمیم (میلی گرم در کیلوگرم)				
	۵	۱۰	۲۰	۴۰	**میانگین**
۰	۱۸/۱n*	۰۴/۱o	۸۵/۰p	۱۷/۱n	**۰۶/۱E**
۵/۲	۹۲/۱m	۰۱/۲l	۱۳/۲k	۰۱/۲l	**۰۲/۲D**
۵	۳/۴i	۲/۴j	۳۴/۴i	۴۷/۴h	**۳۳/۴C**
۱۰	۶۳/۷e	۶۷/۷e	۳۵/۷f	۸۱/۶g	**۳۶/۷B**
۲۰	۶/۱۴b	۲۲/۱۵a	۰۳/۱۴c	۸۶/۱۳d	**۴۲/۱۴A**
میانگین	**۹۲/۵B**	**۰۲/۶A**	**۷۳/۵C**	**۶۶/۵D**	**۸۳/۵A**

اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک یا بزرگ مشترک هستند از لحاظ آماری تفاوت معنی داری در سطح * ۵ درصد با آزمون دانکن ندارند.

در مورد مس نیز همانند کادمیم، میزان قابل استخراج این عنصر با عصاره گیر EDTA ، ۳۵/۱برابر بیشتر از میزان استخراج آن با عصاره گیر DTPA بود(جدول ۴). آمیت و سینها (۲۰۰۷) در آزمایشی به منظور یافتن بهترین عصاره گیر برای تعیین قابلیت استفاده عناصر سنگین در خاک های آلوده در منطقه ای از هند عصاره گیرهای متعددی به کاربرده شد که در بین تمام عصاره گیرها EDTA بالاترین قابلیت را در عصاره گیری فلزات سنگین در خاک های آلوده داشت و به طور کلی درصد بالاتری از فلزات سنگین توسط EDTA در مقایسه با DTPAعصاره گیری شد. به نظر می رسد EDTA می تواند شکل های کربناتی و پیوند ساختمانی فلزات سنگین را خارج کند که این امر ممکن است به دلیل pH کم آن باشد.

به طور کلی EDTA قدرت کمپلکس کنندگی زیادی با عناصر سنگین دارد. به گونه ای که در یک بررسی نشان داده شد کـه بیـش از ۹۴% آرسنیک، کادمیم و مس و نیز بیش از ۸۸% سرب و منگنز کل در دو نوع خاک، بـه وسـیله EDTA۵۰ میلـی مـولار در نسـبت ۱:۱۰۰ خاک به محلول و زمان تمـاس ۴۸ سـاعت اسـتخراج گردیـد (کابالا و سـینک، ۲۰۰۱). مـا و یـورن (۱۹۹۷) نشـان دادنـد کـه EDTA قادر به استخراج بخشی از فلزات که به صورت ویژه جذب سـطحی شـده انـد، مـی باشـد. ایـن شـکل از فلـزات در کمپلکـس درونی با مواد جذب کننده قرار دارند.

منابع

علما، و. ۱۳۸۵. اثر سه نوع ماده آلی بر هم دماهای جذب سطحی و سینیتیک واجذبی مس در دو خاک آهکـی استان فـارس. پایـان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

Amit K. G., and Sinha S. ۲۰۰۷. Asseessment of single extraction methods for the predication of bioavailability of metals to Brassica juncea L. Czern.(var. Vaibhav) grown on tannery waste contaminated soil. J. Hazard. Mater. ۱۴۹:۱۴۴-۱۵۰.

Azevedo H., Gomes C., Pinto G., and Santos C. ۲۰۰۵. Cadmium effects in Sunflower: Nutritional imbalances in plants and calluses. J. Plant Nutr. ۲۸: ۲۲۲۱-۲۲۳۱.

Havlin, J. L., and Soltanpur P. N. ۱۹۸۱. Evaluation of the NH_4HCO_3-DTPA soil test for iron and zinc. Soil Sci. Soc. Am. J. ۴۵:۷۰-۷۵.

Kabala, C., and Singh B. R. ۲۰۰۱. Fractionation and mobility of copper, lead, and zinc in soil profiles in the vicinity of a copper smelter. J. Environ. Qual. ۳۰ : ۴۸۵-۴۹۲.

Kashem, M. A., Singh R., Kondo T., Imanval Hug S. M., and Kawai S. ۲۰۰۷. Comparison of extractability of Cd, Cu, Pb and Zn with sequential extraction in contaminated and non-contaminated soils. Int. J. Environ. Sci. Technol. ۴:۱۶۹-۱۷۶.

Ma, Y. B., and Uren N. C. ۱۹۹۷. The fate and transformations of zinc added to soils. Aust. J. Soil Sci. Plant Anal. ۳۳: ۲۷۹-۲۸۹.

Onyatta, J. O., and Huang P. M. ۱۹۹۹. Chemical speciation and bioavailability index of cadmium for selected tropical soils in Kenya. Geoderma ۱ : ۸۷-۱۰۷.

Xiaoquan, S., Bei W., Shuzhen Z., and Mulaua F. ۲۰۰۵. Comparison of a rhizosphere-based method with other one step extraction methods for assessing the bioavailability of soil metal to wheat. Chemosphere, ۵۹ : ۹۳۹-۹۴۹.

Abstract

Soil may be polluted by heavy metals, for example zinc, lead, cadmium,and other metals by application of sewage sludge, city rubbish, polluted fertilizer, and herbicides, so selecting a good extractant is important in order to investigate its mobility and availability of these elements in soil. A incubated experiment was conducted with a ۵*۴ factorial arranged design with tree replications. Treatments consisted of ۵ levels of copper(Cu) (۰,۲.۵,۵,۱۰ and ۲۰mg per kg) and ۴ levels of cadmium(Cd) (۵,۱۰,۲۰ and ۴۰mg per kg). Results showed that EDTA extractant had more ability to extract Cd and Cu from soil than DTPA.

تأثیر تغذیه برگی آمینوکلاتهای روی بر رشد و عملکرد دو رقم لوبیا چیتی

مرجان تابش [۱]، شهرام کیانی [۲] و امیرحسین خوشگفتارمنش [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاك دانشگاه شهرکرد،۲- استادیار گروه علوم خاك دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد،۳- استاد گروه علوم خاك دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
به منظور ارزیابی کارایی آمینوکلاتهای روی- متیونین و روی- هیستیدین در مقایسه با سولفات روی از لحاظ تأثیر بر رشد و عملکرد دو رقم لوبیا چیتی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دانشگاه شهرکرد اجرا شد. تیمارهای کودی با غلظت ۲ در هزار به صورت تغذیه برگی اعمال گردیدند. نتایج نشان داد عملکرد دانه و شاخصهای رشدی گیاه بسته به رقم لوبیا و تیمار کودی متفاوت بود. آمینوکلاتهای مصرفی نسبت به سولفات روی باعث افزایش بیشتر عملکرد دانه و شاخصهای رشدی در مقایسه با سولفات روی شدند. تغذیه برگی آمینوکلات روی- هیستیدین منجر به افزایش ۱۲ درصدی عملکرد دانه و ۶۸ درصدی وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با سولفات روی شد. بر اساس نتایج این مطالعه، آمینوکلات روی- هیستیدین منبع مناسب روی برای تغذیه برگی لوبیا چیتی بوده و نقش مؤثری در افزایش رشد و عملکرد دانه گیاه دارد.
واژه‌های کلیدی: آمینوکلات روی، لوبیا چیتی، تغذیه برگی، عملکرد دانه

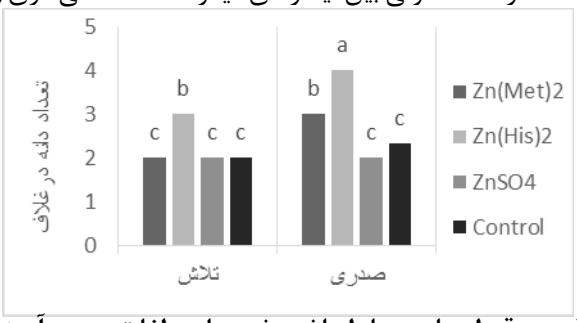
مقدمه
عنصر روی برای انجام وظایف فیزیولوژیکی در مقادیر مناسب گیاهی مورد نیاز گیاه می‌باشد (الووی، ۲۰۰۸). فعال کردن برخی از آنزیمهای گیاهی، سوخت و ساز قندها، ساخت پروتئین، تریپتوفان و ایندول استیک اسید از جمله وظایف روی در گیاهان است (مارشنر، ۱۹۹۵). در ایران کمبود روی در خاك عمدتا ناشی از آهکی بودن خاکهای زراعی، pH بالا، کمبود ماده آلی، حضور بي‌کربنات فراوان در آبهای آبیاری، شوری، مصرف فراوان و بیش از نیاز کودهای فسفاته و در نهایت عدم رواج مصرف کودهای محتوی عنصر روی است (خوش گفتارمنش و همکاران، ۲۰۱۰).
به منظور رفع کمبود روی از کودهای حاوی منابع روی شامل ترکیبات غیر آلی مانند سولفات روی، کلاتهای روی از جمله Zn-EDTA و Zn-DTPA و همچنین ترکیبات آلی طبیعی از قبیل ترکیب روی با سیتراتها و فنولها استفاده می‌شود که این ترکیبات کم هزینه‌تر از کلاتها بوده ولی اثر کمتری بر رفع کمبود روی دارند (آلووی، ۲۰۰۸). ترکیبات معدنی روی به دلیل داشتن آلودگی فلزات سنگین و شرکت در واکنشهای رسوب در خاک کارایی زیادی ندارند. کلاتهای مصنوعی روی نیز اگرچه تأثیر قابل توجهی در برطرف کردن کمبود روی در خاک دارند، اما به دلیل هزینه زیاد، استفاده از آنها در بسیاری از موارد مقرون به صرفه نمي‌باشد (خوشگفتارمنش و همکاران، ۲۰۱۰). در سالهای اخیر استفاده از آمینوکلاتهای روی به منظور رفع کمبود روی مورد توجه قرار گرفته است (قاسمی، ۱۳۹۱). از جمله این آمینوکلاتها می‌توان به روی- متیونین، روی- هیستیدین، روی- آرجینین و روی- گلیسین اشاره کرد. آمینوکلاتها (ترکیب آمینو اسید با فلز) با در برداشتن برخی عناصر غذایی به همراه آمینواسیدهای ضروری، سبب جذب سریع و بسیار مؤثر عناصر غذایی از قبیل آهن، روی، سلنیم، نیتروژن و گوگرد توسط گیاه می‌شوند (قاسمی، ۱۳۹۱). نتایج تحقیقات راشاد و همکاران (۲۰۰۳) نیز بیانگر نقش مؤثر آمینو اسید گلوتامین در بهبود رشد و عملکرد گیاه لوبیا می‌باشد. عبدل قدس (۲۰۰۹) نیز مشاهده کرد که در شرایط شور، کاربرد آرجینین باعث افزایش معني‌دار غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و کاهش غلظت سدیم و کلر در دانه گندم شد. کاربرد آمینوکلاتها به روش تغذیه برگی نیز دارای اثرات مثبت بر رشد گیاه بوده است. جعفری و همکاران (۱۳۹۳) عنوان کردند محلول‌پاشی آمینوکلات آهن با غلظت دو در هزار منجر به افزایش معني‌دار عملکرد تر و خشک اندام هوایی، قطر ساقه، وزن هزار دانه، غلظت و جذب آهن در اندام هوایی گیاه دارویی شوید شد. نتایج پژوهشهای قاسمی و همکاران (۱۳۹۱) در مورد تاثیر آمینوکلاتهای روی بر رشد ارقام گندم نشان داد با کاربرد آمینوکلات روی- گلایسین مقدار کل روی شاخساره رقم دوروم، ۳/۲۳ درصد بیشتر از سولفات روی بوده است. همچنین آنها به کارائی تغذیه‌ی برگی آمینوکلاتهای آهن و روی در افزایش عملکرد و کیفیت تغذیه‌ای دانه گندم اشاره کردند. با توجه به اهمیت تغذیه روی در کشت لوبیا چیتی، این مطالعه با هدف ارزیابی اثر محلولپاشی آمینوکلاتهای روی-هیستیدین و روی- متیونین بر رشد و عملکرد دانه دو رقم لوبیا چیتی در مقایسه با سولفات روی انجام شد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل نوع کود روی و نوع رقم لوبیا در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد بر روی گیاه لوبیا چیتی به صورت کشت گلدانی انجام شد. برای انجام این پژوهش، یك نمونه خاك با مقدار روی قابل استفاده کم (۰.۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، پی‌اچ برابر ۸ با بافت لوم رسی از مزارع دانشگاه شهرکرد از عمق ۳۰-۰ سانتیمتر تهیه شد. رقم‌های لوبیا شامل رقم صدری و تلاش نیز از ایستگاه تحقیقات لوبیای خمین تهیه شد. محلول‌پاشی تیمارهای روی نیز با غلظت یکسان دو در هزار روی از منابع سولفات روی و آمینوکلاتهای روی- متیونین و روی - هیستیدین طی سه

مرحله در اوایل دوره رشد رویشی، اواسط دوره رشد و به هنگام پر شدن دانه‌ها صورت گرفت. در مورد تیمار شاهد نیز محلول‌پاشی با آب مقطر انجام شد. در انتهای دوره رشد اندام هوایی گیاهان برداشت شده و به دو قسمت دانه و شاخ و برگ تفکیک شده و تعداد دانه در غلاف شمارش گردید. بدنبال آن وزن تر نمونه‌ها توسط ترازوی رقومی اندازه‌گیری شد و پس از آن نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. سپس وزن خشك نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. شاخصهای کیفی دانه از قبیل وزن ۱۰۰ دانه با استفاده از ترازوی رقومی اندازه‌گیری شد.

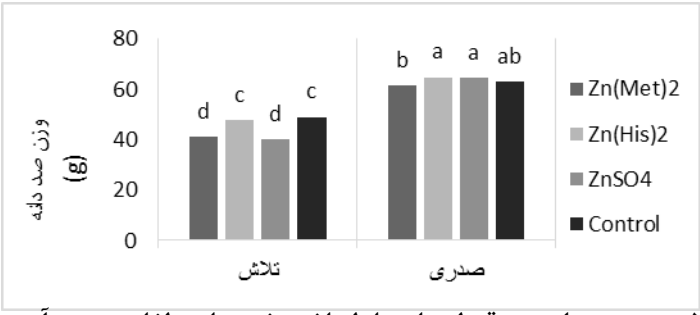
نتایج و بحث

تعداد دانه در غلاف: تأثیر کاربرد روی بر تعداد دانه در غلاف بسته به منبع کود روی و رقم گیاه متفاوت بود. در هر دو رقم کاربرد سولفات روی اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف در مقایسه با شاهد نداشت. در حالی که هر دو آمینوکلات مورد استفاده در رقم صدری سبب افزایش معنی دار تعداد دانه در غلاف نسبت به تیمار سولفات روی و شاهد شدند. اما در رقم تلاش آمینوکلات روی-هیستیدین بیشترین تعداد دانه در غلاف را داشت، ولی بین تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱).



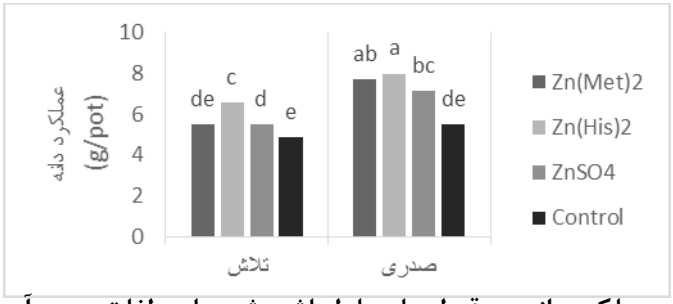
شکل ۱ - تعداد دانه در غلاف دو رقم لوبیای محلول‌پاشی شده با سولفات روی و آمینوکلاتهای روی- هیستیدین حروف یکسان نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد .[Zn(Met)۲] و روی- متیونین[Zn(His)۲] می‌باشند LSD آزمون.

وزن صد دانه: تأثیر کاربرد روی بر وزن صد دانه لوبیا نیز بسته به رقم گیاه و منبع روی متفاوت بود. در رقم صدری آمینوکلاتهای روی باعث افزایش معنی‌دار وزن صد دانه نسبت به سولفات روی شده‌اند. اما در رقم تلاش اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کودی وجود نداشت (شکل ۲).



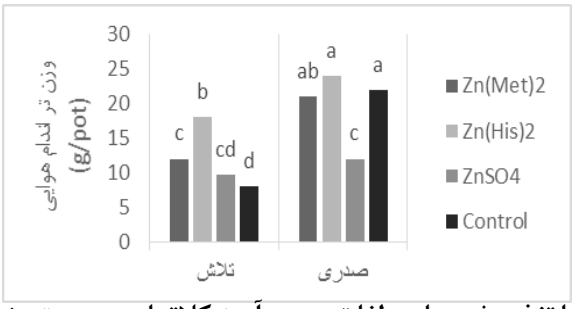
و روی- [Zn(His)۲] شکل۲- وزن صددانه دو رقم لوبیا محلول‌پاشی شده با سولفات روی و آمینوکلاتهای روی- هیستیدین حروف یکسان نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد آزمون .[Zn(Met)۲] متیونین می‌باشند LSD.

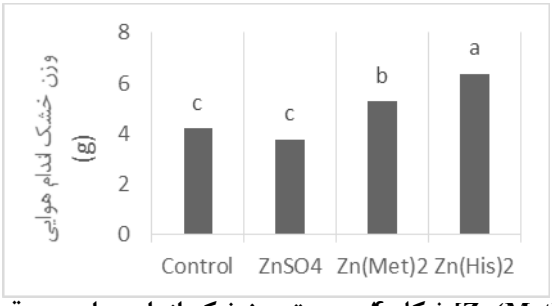
عملکرد دانه: تأثیر کاربرد روی بر عملکرد دانه بسته به منبع کود روی و رقم گیاه متفاوت بود. در حضور آمینوکلاتهای روی در رقم صدری، عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش داشته است. در رقم تلاش، بین آمینوکلاتهای روی و سولفات روی اختلاف معنی‌داری دیده نشد، اما میانگین عملکرد در آمینوکلات روی-هیستیدین بیش از سایر تیمارها بوده است. به طور کلی عملکرد دانه در رقم صدری بیش از رقم تلاش است (شکل ۳).



و روی- [Zn(His)۲] شکل۳- عملکرد دانه دو رقم لوبیا محلول‌پاشی شده با سولفات روی و آمینوکلاتهای روی- هیستیدین .می‌باشند LSD حروف یکسان نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد آزمون .[Zn(Met)۲] متیونین

وزن خشک و تر اندام هوایی: تأثیر کاربرد روی بر وزن خشک اندام هوایی بین تیمارهای مختلف و دو رقم گیاه متفاوت بود. در این‌جا اثر متقابل رقم در تیمارهای کودی معنی‌دار نشد. بین تیمارهای مختلف روی نیزکاربرد سولفات روی اثر معنی‌داری بر وزن خشک گیاه نداشت، در حالی که هر دو آمینوکلات مورد استفاده سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک شدند به طوری که میانگین وزن خشک اندام هوایی برای روی- هیستیدین و روی-متیونین نسبت به سولفات روی به ترتیب ۶۸ و ۳۹ درصد افزایش داشت. بین دو رقم گیاه نیز رقم صدری وزن خشک بیشتری نسبت به رقم تلاش داشت. به نظر می‌رسد افزایش ماده خشک در تیمارهای کودی روی- هیستیدین و روی- متیونین نسبت به سولفات روی احتمالا به دلیل تامین روی و نیتروژن توسط آمینواسیدها می‌باشد. ککس (۲۰۰۱) و مارتین و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که عملکرد ماده خشک با افزایش کود روی و نیتروژن افزایش می‌یابد. تأثیر کاربرد روی بر وزن تر اندام هوایی نیز بسته به رقم و منبع روی متفاوت بود. در هر دو رقم کاربرد سولفات روی اثر معنی‌داری بر وزن تر نداشت، در حالی که هر دو آمینوکلات روی در رقم صدری و آمینوکلات روی- هیستیدین در رقم تلاش اثر معنی‌داری بر وزن تر نسبت به سولفات روی نشان دادند (شکل ۴).





و [Zn(Met)۲] شکل ۴- وزن تر و خشک اندام هوایی دورقم لوبیا تغذیه شده با سولفات روی و آمینوکلاتهای روی-متیونین LSD حروف یکسان نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱درصد آزمون .[Zn(His)۲] روی-هیستیدین .می‌باشند

بر اساس نتایج بدست آمده، آمینوکلاتهای روی باعث افزایش عملکرد دانه و خصوصیات رشدی لوبیا چیتی شدند. تأثیر کاربرد روی بسته به تیمارهای کودی و رقم در افزایش عمکرد دانه و خصوصیات رشدی متفاوت بود. به طور کلی ، آمینوکلات روی- هیستیدین بیشترین اثر را بر افزایش عملکرد و وزن خشک رقم صدری داشت.

منابع

جعفری ف. گلچین ا. و شفیعی س. ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد نیتروژن و محلول‌پاشی آمینوکلات آهن بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه دارویی شوید. مجله علوم و فنون کشتهای گلخانه‌ای، جلد پنجم ، شماره‌ی ۱۷، صفحات ۱ تا ۱۲.

قاسمی س. ۱۳۹۱. سنتز و شناسایی آمینوکلاتهای آهن و روی و بررسی تأثیر آنها بر ظرفیت آنتی‌اکسیداتیو، عملکرد وکیفیت تغذیه‌ای گیاه، پایان نامه‌ی دکترای خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Abdul-Qados A.M.S. ۲۰۰۹. Effect of arginine on growth, yield and chemical constituents of wheat grown under salinity condition. Academic Journal of Plant Science ۲:۲۶۷-۲۷۸Alloway BJ, ۲۰۰۲ Zinc-the vital micronutrient for healthy, high-value crops. International Zinc Association (IZA).

Alloway B.J. ۲۰۰۸. Zinc in Soils and Crop Nutrition (۳rd ed.). International Zinc Association Publications, Brussels.

Caks.G ., ۲۰۰۱. Interactions between *Azospirillum* and VA *mycorrhiza* and thair effects on growth and nutrition of maize and ryegrass. Soil. Boil. Biochen. ۱۵:۷۰۵-۷۰۹.

Khoshgoftarmanesh A. H. Schulin R., Chaney R. L. Daneshbakhsh B. and Afyuni M. ۲۰۱۰. Micronutrientefficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture: Areview. *Agronomy for Sustainable Development* ۳۰: ۸۳-۱۰۷.

Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of high plant. Academic Press, Pp. ۳۳۰-۳۵۵.

Martin, J .H. W, H.Leonard and D.l. Stamp. ۱۹۹۴. Principles of field crop production .Macmillan publishing Co.Inc

Rashad E.S.M. El-Abagg H.M. and Amin A.A. ۲۰۰۳. Physiological effects of some bioregulators on growth and productivity of two broad bean cultivars. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences ۱۸:۱۳۲-۱۴۹.

Abstract

The aim of this study was investigate the effectiveness of zinc-histidine [Zn(His)۲] and zinc-methionin [Zn(Met)۲] in comparison with Zn-sulfate on growth and yield of two Pinto bean (*Phaseolus vulgaris L.*) cultivars. The experiment was set up in a completely randomized factorial design at Shahrekord university. Zinc fertilizers were applied as foliar spray with ۲% concentration. Results showed that the effect of Zn treatments on grain yield and growth attributes was dependent on plant cultivars and Zn source. Zn-amino chelates significantly increased grain yield and growth attributes of bean in comparison with Zn-sulfate. Foliar application of [Zn(His)۲] increased grain yield (by ۱۲%) and dry matter (by ۶۸%) of bean compared with Zn-sulfate. Based of the results, [Zn(His)۲] can be considered as a suitable source of Zn for foliar application to increase grain yield and growth of Pinto bean.

اثر اختلاط آب و پساب و بافت خاک بر شوری و حاصلخیزی خاک

فاطمه سروش [۱]
۱- استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده
منابع آب در مناطق خشک و نیمه خشک محدود است. بنابراین کاربرد آبهای با کیفیت پایین ضروری است. پساب تصفیه شده شوری و عناصر مغذی خاک را تغییر می‌دهد. بنابراین در این مطالعه اثر پساب بر خصوصیات خاک تحت کشت چمن مورد بررسی قرار گرفت. طرح آزمایشی فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور: درصد اختلاط آب و پساب به عنوان فاکتور اصلی (آب شهر، ۵۰% آب و ۵۰% پساب و ۱۰۰% پساب) و بافت خاك فاکتور فرعي (شنی لومی، لوم و لوم رسی) انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از پساب به طور معنی‌داری N، P و EC خاک را در مقایسه با آب شرب افزایش داد، در حالیکه K تحت تاثیر قرار نگرفت. علاوه بر این، N، K و EC خاک‌های لوم شنی به طور معنی‌داری کمتر از سایر خاک‌ها بودند. در نتیجه کاربرد پساب حاصلخیزی خاک را به مقدار کمی بهبود می‌بخشد. لکن مدیریت ویژه برای جلوگیری از شوری خاک ضروری است

واژه های کلیدی: NPK، شوری، پساب، آبیاری.

مقدمه
در مناطق خشك و نيمه خشك مانند ايران استفاده مجدد از آب مي‌تواند وسيله‌اي براي جبران كمبود آب باشد. با توجه به خشكسالي‌هاي اخير در ايران، رشد روز افزون جمعيت، توسعه شهرنشيني و صنعتي شدن, امروزه استفاده مجدد از پساب به عنوان يكي از منابع پايدار در كشاورزي حائز اهميت مي‌باشد (حسن اقلی و همکاران، ۱۳۸۱). علاوه بر این، پایین بودن هزینه استفاده از پساب فاضلاب برای آبیاری، کاهش آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی و کاهش هزینه مصرف کودهای شیمیایی از مزایای دیگر استفاده از پساب در کشاورزی می‌باشد (عرفانی و علیزاده، ۱۳۷۹). با وجود تحقیقات فراوان در مورد کاهش اثرات نامطلوب آبیاری محصولات خوراکی کشاورزی با پساب‌ها هنوز اطمینان کاملی برای کاربرد این منابع آب در کشاورزی وجود ندارد. علت این امر، عدم شناخت اثرات طولاني‌مدت پارامترهای شیمیایی پساب است. اما استفاده از پساب برای آبیاری گیاهان زینتی مانند چمن قابل قبول است، به‌خصوص که به دلیل غیر خوراکی بودن این گیاه میزان نگرانی عمومی در نتیجه استفاده از پساب تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت (Gamito *et al*., ۱۹۹۹). زوشیاگراس‌ها چمن‌های گرمسیری هستند که دارای بافت برگی بسیار ظریف تا بسیار پهن و رنگ سبز نسبتا" روشن هستند که تولید چمنی با تراکم بسیار خوب و پاخور مي‌كنند. رشد این چمن‌ها کم و نگهداری آنها ارزان است. این چمن‌ها مي‌توانند ترافيك بسيار زيادی را تحمل نمایند. همچنین این چمن‌ها شرایط خشکی و سایه را به خوبی تحمل کرده، پاخوری بسیار خوبی دارند. این چمن‌ها تغییرات بالای درجه حرارت را بخوبی تحمل کرده ولی در زمستان به خواب مي‌روند (Hanson and Juska, ۱۹۶۹). چمن گیاهی است که به مقدار زیاد فسفر، پتاسیم و نیتروژن نیاز دارد و این نیاز را مي‌تواند از پساب تأمین نماید. همچنین عناصر ریزمغذی مورد نیاز چمن به مقدار کافی در پساب موجود است و نیز خصوصیات فیزیولوژیك چمن اثرات زیان آور پساب، مانند زیادی مقدار بُر را به خوبی تحمل مي‌كند (Gamito *et al*., ۱۹۹۹). هایز و همکاران (۱۹۹۰) اثر دو تیمار آبیاری با فاضلاب وآب آشامیدنی به همراه کود نیتروژن را روی کیفیت چمن مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که فاضلاب به تنهایی چمن با کیفیت بهتری را در طول تابستان ایجاد کرده بود. بیشتر پساب‌ها از لحاظ میزان نمك بالا هستند و مي‌توانند به‌طور قابل توجهی باعث افزایش سطح شوری و نسبت جذب سدیم خاک گردند. یکی از راه‌های کاهش اثرات مضر پساب، اختلاط پساب فاضلاب و آب شیرین می‌باشد. این مطالعه با هدف بررسی اثر درصدهای مختلف پساب و بافت خاک بر شوری و عناصر مغذی خاک تحت کشت زوشیاس انجام شد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در مزرعه چاه اناری واقع در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. منبع آب آبیاری، ترکیب‌های مختلف آب مزرعه چاه اناری (آب رودخانه زاینده‌رود) و پساب تصفیه شده (ثانویه) از تصفیه‌خانه فاضلاب شاهین‌شهر بود. جدول ۱ متوسط کیفیت این دو منبع آب آبیاری را نشان مي‌دهد. این تحقیق به صورت گلدانی و در قالب یک طرح آزمایشی فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد که در آن پساب، فاکتور اول (شامل سه سطح: ۱۰۰% آب، ۵۰% پساب و ۵۰% آب، و ۱۰۰% پساب) و بافت خاک، فاکتور دوم (بافت‌های لوم شنی، لوم و لوم رسی) بود. چمن *DALZ۸* (که از ارقام *Zoysia japonica* است) در این گلدان‌ها کشت گردید.

جدول ۱. نتایج تجزیه شیمیایی آب و پساب استفاده شده در آبیاری

پارامترهای اندازه‌گیری شده	واحد	آب آشامیدنی	پساب
پ-هاش	-	۴/۷	۴/۷
هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر	۵۹/۰	۶۰/۱
نیتروژن کل	میلی‌گرم بر لیتر	-	۱۲/۵۴
نیتروژن آمونیاکی	میلی‌اکی والان بر لیتر	۹۰/۰	۲/۱
پتاسیم	میلی‌اکی والان بر لیتر	۰۸/۰	۲۴/۰
فسفر	"	۱۰/۰	۱۵/۰

برای انجام آزمایش، از خاک مزرعه لورک (مزرعه آموزشی دانشگاه صنعتی اصفهان) که دارای درصد بالایی از رس است استفاده شد. درصد رس، سیلت و شن خاک با روش هیدرومتری تعیین شد که در نتیجه، بافت خاک لوم رسی و وزن مخصوص ظاهری آن ۴۲/۱ گرم بر سانتي‌متر مکعب به دست آمد. سپس با افزودن مقادیر محاسبه شده از شن شسته شده به وزن مخصوص ۷۴/۱ گرم بر سانتي‌متر مکعب، دو خاک لوم و لوم شنی تهیه شد. در نهایت، خاک‌های مورد بررسی با ۱۰% کود دامی مخلوط شده و در تمام گلدان‌ها ریخته شد. اعمال تیمارهای آبیاری پس از استقرار کامل چن در گلدان‌ها آغاز گردید. آبیاری بر اساس ۵۰% تخلیه مجاز رطوبتی و روش وزنی صورت گرفت. مقدار Npk و EC برای سه خاک مورد مطالعه در ابتدای آزمایش اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول۲- نتایج اندازه‌گیری پارامترهای خاك قبل از شروع آزمایش

بافت خاك	پارامتر			
	K ppm	P ppm	N %	EC (dS/m
لوم شنی	۲/۹۸	۶۶	۱۰/۰	۱/۷
لوم	۴/۶۹	۶۵	۰۸/۰	۸/۶
لوم رسی	۳/۸۲	۴۷	۱۱/۰	۹/۸

علاوه بر این، پس از برداشت نهایی چمن، خاک گلدان‌ها به مدت ۲۴ ساعت در مقابل آفتاب خشک شده، سپس کوبیده و از الک دو میلیمتری عبور داده شد و مقدار قابلیت هدایت الکتریکی خاک توسط دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری شد (ریچارد، ۱۹۵۴). میزان نیتروژن خاک به روش کلدال (پیج و همکاران, ۱۹۸۲)، فسفر توسط روش رنگ‌سنجی (مورفی و رایلی, ۱۹۶۲) و پتاسیم به وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر و استفاده از منحنی استاندارد (پیج و همکاران, ۱۹۸۲) تعیین شد. نتایج به کمک نرم‌افزار SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین‌های به دست آمده با آزمون LSD در پایه آماری ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

الف) نیتروژن خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌های نیتروژن خاک نشان داد که بافت خاك و درصد اختلاط پساب باعث بروز اختلاف معني‌دار در نیتروژن خاك در سطح يك درصد شده‌اند. میانگین نیتروژن خاکهای مورد مطالعه قبل از شروع آزمایش ۰۹۴/۰ درصد بوده است. آبیاری با پساب، نیتروژن خاك را به ۰۹۹/۰ درصد افزایش داده است. نیتروژنی که به وسیله پساب به خاك افزوده شده به وسیله چمن جذب شده است. این مقدار با نیاز کودی چمن‌های مورد مطالعه همخوانی داشته و بنابراین نیتروژن اولیه خاك مصرف نشده است. مقدار نیتروژن خاك آبیاری شده با آب شرب به ۰۷۶/۰درصد رسیده است. بنابراین چمن برای رشد از نیتروژن خاك استفاده کرده و نیتروژن خاك را کاهش داده است. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) که برای بعضی پارامترها و فقط در سه تیمار آبی انجام شده، نشان می‌دهد که بیشترین میزان نیتروژن در خاك آبیاری شده با ۱۰۰% پساب و کمترین آن در خاك آبیاری شده با ۱۰۰% آب شرب بوده است. علت این امر وجود نیتروژن در پساب است که با افزایش درصد پساب کاربردی میزان نیتروژن خاك افزایش یافته است. هایز و همکاران(۱۹۹۰) گزارش کردند که نیتروژن خاک با به‌کار بردن پس اب افزایش یافته است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. جدول ۳ نشان می‌دهد که حداکثر نیتروژن در خاك لوم رسی و حداقل آن در خاك لوم شنی بوده است. علت این امر قسمتی مربوط به قدرت نگهداری بیشتر نیتروژن به وسیله رس‌ها است.

جدول۳- اثر درصد پساب و بافت خاك بر شوری و عناصر مغذی خاک تحت کشت چمن

پارامتر	درصد اختلاط			بافت خاک	
	آب شرب	۵۰%آب و ۵۰% پساب	۱۰۰% پساب	لوم شنی	لوم	لوم رسی
(%)N	۰۷۶/۰^{c}	۰۸۲۹/۰^{b}	۰۹۸۹/۰^{a}	۰۷۴۶/۰^{c}	۰۸۵۵/۰^{b}	۰۹۷۷/۰^{a}
P(ppm)	۸/۴۳^{b}	۴۶/۴۴^{b}	۸/۵۸^{a}	۹/۴۶^{a}	۶/۵۰^{a}	۶/۴۹^{a}
K(ppm)	۸/۳۰۲^{a}	۶/۲۷۲^{a}	۷/۲۸۷^{a}	۹/۱۵۶^{c}	۳/۳۱۲^{b}	۹/۳۹۳^{a}
EC (dS/m)	۷/۱^{c}	۷/۲^{b}	۱/۳^{a}	۳/۲^{b}	۶۰/۲^{a}	۵۵/۲^{a}

.معني‌دار نيستندLSD ميانگين‌هايي كه حداقل داراي يک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵% آزمون ميانگين‌ها در هر رديف و براي هر قسمت مقايسه شده‌اند

ب) فسفر خاک

اثر درصد اختلاط پساب بر فسفر خاك در سطح يك درصد معني‌دار بود. همچنين اثر متقابل درصد اختلاط پساب با بافت خاك نيز در سطح پنج درصد معني‌دار است. بافت خاک اثر معنی‌داری بر میزان فسفر خاک نداشت. متوسط فسفر خاك‌های مورد بررسی قبل از شروع آزمایش ۵/۵۹ ميلي‌گرم در کیلوگرم بوده است. سطح فسفر در خاکهای آبیاری شده با ۱۰۰% پساب به ۷۵/۵۸ و در خاکهای آبیاری شده با آب آشامیدنی به ۸۵/۴۳ کاهش یافت (جداول ۳-۲). فسفر افزوده شده توسط پساب به خاک معادل نیاز کودی فسفر گیاه چمن بوده، بنابراین درصورت آبیاری چمن‌های مورد مطالعه با پساب استفاده شده در این آزمایش نیازی به استفاده از کودهای فسفره نخواهد بود. چنانچه جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد، مقدار فسفر در خاک آبیاری شده با ۱۰۰% پساب حداکثر و در خاک آبیاری شده با آب شرب حداقل بوده است. بنابراین میزان فسفر خاک به طور مستقیم به میزان فسفر منبع آب آبیاری بستگی دارد. باقری در سال ۱۳۷۹ گزارش کرد که استفاده از پساب در مقایسه با آب چاه باعث افزایش فسفر خاک شد. بررسی اثر متقابل درصد اختلاط پساب و بافت خاك در جدول (۴) نشان بیشترین میزان فسفر را در خاک لوم آبیاری شده با ۱۰۰% پساب و خاک لوم شنی آبیاری شده با ۵۰% پساب و ۵۰% آب حداقل فسفر را داشته است.

جدول ۴- اثر متقابل درصد اختلاط پساب و بافت خاك بر فسفر خاک

بافت خاک	درصد پساب		
	آب شرب	پساب و ۵۰ % ۵۰% آب	پساب % ۱۰۰
لوم شنی	۸۷/۴۳^{de}	۴۴/۳۸^{e}	۴۴/۵۸^{ab}
لوم	۲۵/۴۸^{cd}	۱۸/۴۸^{cd}	۳۱/۶۴^{a}
لوم رسی	۲۵/۴۸^{cd}	۰۶/۴۷$^{c-e}$	۵۰/۵۳^{bc}

.معني‌دار نيستند LSD %ميانگين‌هاي رديفي- ستوني كه حداقل داراي يک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵

ج)پتاسیم خاک

نتايج تجزيه واريانس داده‌هاي پتاسيم خاك در جدول (۳) نشان مي‌دهد كه بافت خاك باعث بروز اختلاف معني‌دار در پتاسيم خاك در سطح يك درصد شده است. درصد اختلاط آب و پساب سبب بروز اختلاف معني داری در پتاسيم خاك نشده است. متوسط پتاسيم خاكهاي مورد مطالعه قبل از شروع آزمايش ۸۳ ppm بوده است. هر دو منبع آب آبیاری سبب افزایش بسیار زیاد پتاسیم خاک شدند، به طوری که پتاسیم خاکهای مورد مطالعه با آبیاری با آب شرب به ۳۸۲ ppm و با آبیاری با ۱۰۰% پساب به ۲۸۸ ppm افزایش یافته است. مقایسه میانگین داده‌های پتاسیم خاک (جدول ۳) نشان می‌دهد که پتاسیم در خاک لوم رسی حداکثر و در خاک لوم شنی حداقل بوده است. خاکهای رسی پتاسیم را به صورت قابل تبادل جذب و یا در بین لایه‌های خود تثبیت می‌کنند. احتمالاً در خاک لوم شنی به دلیل ضعیف بودن عوامل نگهدارنده نسبت به خاک لوم رسی پتاسیم با حرکت آب حرکت کرده و با آب زهکش شده از گلدان از آن خارج می‌شود. بنابراین وجود مقادیر زیاد پتاسیم در خاک لوم رسی نسبت به بقیه خاکها توجیه می‌شود.

ج) شوری خاک

بافت خاك و درصد اختلاط پساب باعث بروز اختلاف معني‌دار در شوری خاك در سطح يك درصد شد. متوسط شوری خاکهای مورد مطالعه در شروع آزمایش ۶۳/۷ دسي‌زيمنس بر متر بوده است (جدول ۲). شوری خاک با یک سال آبیاری با تیمارهای آبی مورد بررسی کاهش یافته است. شوری خاکهای تحت آبیاری ۱۰۰% پساب به ۰۶/۳ و خاکهای آبیاری شده با ۱۰۰% آب به ۶۶/۱ کاهش

یافته است. شوری خاك آبیاری شده با پساب در طیف نرمال (کمتراز ۴) قرار دارد لکن احتمال شور شدن این خاك در صورت استمرار استفاده از این پساب به عنوان منبع آب آبیاری وجود دارد. بررسی میانگین‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که حداکثر شوری خاك مربوط به خاك لوم و لوم رسی و حداقل آن مربوط به خاك لوم شنی است. علت این امر وجود اختلاف معنی‌دار بین شوری سه نوع خاك مورد تحقیق می‌باشد. دو منبع آب آبیاری باعث کاهش شوری خاك شده‌اند. خاك آبیاری شده با ۱۰۰% پساب ماکزیمم شوری را داشته و شوری در خاك آبیاری شده با آب شرب حداقل بوده است. شوری آب معمولی ۵۹/۰ و شوری فاضلاب مورد استفاده ۶/۱ دسی زیمنس بر متر بوده است. بنابراین افزایش شوری با افزایش کاربرد پساب مربوط به شوری منبع آب آبیاری می‌شود.

در کل، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از پساب برای آبیاری یک خاک شور برای کوتاه مدت سبب کاهش شوری خاک می‌شود. میزان شوری، نیتروژن و فسفر خاک با افزایش نسبت پساب به آب به طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش نسبت پساب به آب در آب آبیاری سبب بروز تغییر معنی‌داری در پتاسیم خاک نشد. مقدار هدایت الکتریکی و عناصر غذایی در خاک با افزایش درصد رس خاک افزایش یافت.

منابع

باقری، م. ۱۳۷۹. اثرات پساب و سیستم‌های آبیاری برخواص فیزیکی، شیمیایی و آلودگی خاك تحت کشت چند محصول زراعی. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

حسن اقلی، ع.، لیاقت، ع. و میراب زاده، م. ۱۳۸۱. تغییرات میزان مواد آلی در نتیجه آبیاری با فاضلاب خانگی وخودپالایی آن. آب و فاضلاب، شماره ۴۲، ۱۱-۲.

عرفانی، ع. و علیزاده، ا. ۱۳۷۹. استفاده از فاضلاب تصفیه شده خانگی در آبیاری. سومین همایش کشوری بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان.

Gamito P., Arsenio A., Faleiro M.L., Brito J.C., Beltrao J.,Anac D. and Martin-prevel P. ۱۹۹۹. The influence of wastewater treatment on irrigation water quality, International Workshop on Improved Crop Quality by Nutrient Management, pp. ۲۶۷-۲۷۰, Izmir, Turkey.

Hanson A.A. and Juska F.V. ۱۹۶۹. Turfgrass Science, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Hayes A.R., Mancino C.F., Forden W.Y., Kopec D.M. and Pepper I.L. ۱۹۹۰. Irrigation of turfgrass with secondary sewage effluent: II. Turf quality, Agronomy Journal, ۸۲: ۹۴۳-۹۴۶.

Murphy J. and Riley J.P. ۱۹۶۲. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta, ۲۷: ۳۱-۳۶.

Page A.L., Miller R.H. and Keeney D.R. ۱۹۸۲. Methods of soil analysis, Part ۲: Chemical and Microbiological Properties. Soil Science Society of American Journal. Inc., Second Edition.

Richards, L.A. ۱۹۵۴. Diagnosis and Improvement of Saline-Alkali Soils. U.S.D.A. Hand book, ۶۰. Washington, D.C., U.S.A.

Abstract

Water resources are limited in arid and semi-arid regions. Therefore, there is a need to use low-quality water resources for irrigation. Treated wastewater (TW) changes soil salinity and nutrients. Therefore, in this research, the effect of TW was studied on soil characteristics under turfgrass planting. Statistical design was, completely random design with factorial arrangement, having two factors : percentage of mixture of water and TW as the main factor (Municipal water, ۵۰% water and ۵۰% TW and finally ۱۰۰% TW) and soil texture as sub-factor (sandy loam, loam or clay loam). The results indicated that using TW increased N, P and EC of soil significantly as compared to water, while K was not affected. In addition, N, K and EC of sandy loam soils were significantly less than other soil textures. It is concluded that using TW improve moderately soil fertility, but special management is required to prevent soil salinity.

شاخص خطر پذیری روی و مس در اثر مصرف محصولات کشاورزی اطراف معدن ایرانکوه اصفهان

الهام چاوشی [۱]، مهنوش برین [۲]، جابر فلاح زاده [۳]
۱ - استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، ۲- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، ۳- عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

چکیده
در این تحقیق سه نمونه مرکب و تصادفی از همه محصولات عمده زراعی و خاک سطحی (عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری خاک) هر مزرعه در منطقه ایرانکوه برداشت شد. میانگین غلظت کل مس و روی در خاک به ترتیب ۶۲/۲۸ و ۷۸/۲۶۹ میلی گرم برکیلوگرم بدست آمد. میانگین غلظت مس در برنج، گندم، پیاز، چغندر، شلغم، کرفس و به، به ترتیب ۸۴/۱۱، ۴۳/۸، ۷۸/۰، ۲۵/۰، ۴/۰، ۷۵/۲ و ۷۵/۱۳ و برای روی به ترتیب ۸۲/۹۲، ۰۶/۲۹، ۲۰، ۲۵/۱۱، ۸۷/۲۶، ۵/۲۷ و ۲۵/۴ میلی گرم برکیلوگرم بدست آمد. جذب روزانه مس و روی به ترتیب ۶۷/۳۵ و ۶۱/۲۳۷ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز برای بزرگسالان و ۹۱/۳۶ و ۲۴/۲۲۲ برای کودکان برآورد شد. میانگین شاخص خطر پذیری تجمعی برای بزرگسالان و کودکان به ترتیب ۷۲/۱ و ۶۴/۱ بدست امد. این نتیجه نشان می دهد در صورت مصرف همه محصولات مورد مطالعه احتمال ابتلا به بیماریهای غیر سرطانی برای مصرف کنندگان وجود دارد.

واژه های کلیدی: مس، روی، شاخص خطرپذیری، معدن

مقدمه
آلودگی خاکهای کشاورزی به فلزات سنگین باعث افزایش نگرانی در زمینه به مخاطره افتادن سلامت مواد غذایی و خطرات بهداشتی ناشی از آن شده است. فلزات سنگین از طریق منابع طبیعی و فعالیتهای انسان وارد محیط زیست و اراضی کشاورزی می شوند. هر چند سهم منابع انسانی در آلودگی خاک به فلزات سنگین بسیار بیشتر از منابع طبیعی است. از جمله منابع انسانی می توان به نقش معادن اشاره نمود. بهره برداری ناصحیح از معادن و فرآوری سنگ می تواند منبع قابل توجهی از ورود فلزات سنگین به محیط زیست باشد (Singh et al., ۲۰۰۸). مطالعات نشان می دهد که آلودگی محصولات به فلزات سنگین در مناطق اطراف معادن باعث به خطر افتادن سلامت ساکنان محلی منطقه شده است (Liu et al., ۲۰۰۵; Kachenko and Singh., ۲۰۰۶). در مطالعه ای که هدف آن تعیین غلظت فلزات سنگین در رژیم غذایی روستائیان نزدیک معدن طلا در پرو بود مشاهده شد که مصرف روزانه آرسنیک، کادمیوم و سرب بیش از مقدار تعیین شده توسط سازمان ایمنی مواد غذایی اروپا (EFSA) می باشد که باعث نگرانی های جدی برای سلامت مردم است (Barenys et al., ۲۰۱۴). در تحقیق دیگری در جنوب چین که به منظور بررسی تعیین غلظت عناصر سرب، کادمیوم، مس، روی، کروم و نیکل در دانه های سویای رشد کرده در نزدیک معدن انجام شد، مشاهده شد دانه های سویایی که در مجاورت معدن رشد کرده اند دارای تجمع برخی از فلزات هستند و مصرف دانه های سویا باعث به خطر افتادن سلامت مصرف کنندگان است. همچنین غلظت فلزات سنگین با افزایش فاصله از معدن کاهش یافته است (Zhuang et al., ۲۰۱۳).
با توجه به نقش فعالیت معادن در آلودگی محیط زیست و سلامت انسان، انجام مطالعات بیشتر در این زمینه ضروری می باشد. استان اصفهان یکی از پر جمعیت ترین استانهای کشور و از مراکز مهم فعالیتهای صنعتی و کشاورزی در ایران است. گندم، برنج و سبزیجات بخش عمده ای از غذای روزانه مردم استان و تمام ایران را تشکیل می دهد. کشت این محصولات در زمینهای اطراف محل استخراج معادن و مصرف این محصولات غذایی، همچنین استنشاق ذرات معلق حاوی آلاینده ها می تواند از منابع مهم ورود فلزات سنگین به بدن انسان می باشد.
با این وجود اطلاعات کمی در مورد میزان جذب فلزات سنگین از منابع مختلف و ارزیابی شاخص خطرپذیری ناشی از آن در ایران وجود دارد. بنابراین این مطالعه با هدف تعیین میزان جذب مس و روی از طریق مصرف برنج، گندم و سبزیجات رایج در منطقه و استنشاق ذرات معلق خاک و ارزیابی احتمال ابتلا به بیماری در مردم این ناحیه انجام شد.

مواد و روش‌ها
موقعیت منطقه مورد مطالعه: معدن سرب و روی ایران کوه به عنوان سومین معدن بزرگ سرب و روی ایران در منطقه ایران کوه در فاصله ۲۰ کیلومتری جنوب غربی استان اصفهان بین طول جغرافیائی ۳۱ و ۵۱ تا ۴۵ و ۵۱ و عرض جغرافیائی ۲۸و ۳۲ تا ۳۷ و ۳۲ واقع شده است.
روش نمونه برداری: در این تحقیق از خاک و محصولات عمده زراعی منطقه شامل گندم، برنج، چغندر، شلغم، پیاز، کرفس و به نمونه برداری به صورت تصادفی انجام شد. بدین ترتیب که از هر گیاه (چغندر، شلغم، پیاز، کرفس و به) سه نمونه به صورت تصادفی و مرکب برداشته شد. برای انجام نمونه برداری مرکب از پنج نقطه، نمونه گیاه برداشته شده و پس از مخلوط نمونه‌ها یک نمونه از آن

در نظر گرفته شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. در هر مزرعه (چغندر، شلغم، پیاز، کرفس، به، گندم و برنج) سه نمونه مرکب و تصادفی از خاک سطحی(عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری) برداشت گردید.

تجزیه آزمایشگاهی:

ابتدا نمونه های خاک هوا خشک شده و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. همچنین نمونه های گیاهی به مدت ۷۳ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون قرار داده شد تا خشک شوند. غلظت عناصر سنگین در نمونه‌های خاک (USEPA, ۱۹۹۶) و نمونه‌های گیاهی (Lozano-Rodriguez et al., ۱۹۹۵)بعد از هضم مرطوب با اسید نیتریک غلیظ و آب اکسیژنه، با دستگاه جذب اتمی تعیین شد.

محاسبه احتمال خطر پذیری به بیماری ها

ارزیابی ورود مواد شیمیایی از راه خوردن

$$EDI= C\times IR\times EF\times ED\times AF\times CF/ (BW\times AT)$$

EDI: میزان جذب روزانه (mg/ kg .day)، C : غلظت آلاینده (mg/ l یا mg/ kg)، IR: میزان مصرف (mg/ day)، EF: دفعات مصرف در سال (days/ year)، ED: طول دوره مصرف (year)، BW: وزن بدن (kg)، AT : حاصل ضرب ED در تعداد روزهای سال (days)، AF: فاکتور جذب (بدون واحد)، CF: فاکتور تبدیل (10^{-6} kg/ mg). گروه هایی سنی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند دو گروه کودکان (کمتر از ۷ سال) و افراد بالغ (۵۴-۱۸) می باشند.

در این فرمول میانگین و بیشینه مصرف برای دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ در جدول ۱ ارائه گردیده است. این مقادیر از داده های آژانس محیط زیست آمریکا (USEPA, ۲۰۰۲) و محمدی فر و همکاران (۲۰۰۶) استخراج گردید. برای سایر پارامترها از داده های آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا استفاده شد (USEPA, ۲۰۰۲).

۲-ارزیابی ورود مواد شیمیایی از راه استنشاق ذرات معلق

جذب از طریق استنشاق ذرات معلق خاک با استفاده از معادله زیر بدست می آید:

$$CDI =CS\ x\ (1/PEF)\ x\ IR\ x\ F_{Inh}\ x\ EF\ x\ ED/BW\ x\ AT$$

CDI: جذب روزانه (mg/kg.day)، CS: غلظت آلاینده در خاک (mg/ kg)، PEF: فاکتور پخشیدگی ذرات معلق(m^3/ kg)، IR: شدت استنشاق(m^3/ day)، F_{Inh}: نسبت استنشاق، EF: دفعات تماس ED ،((years day: دوره تماس (years)، BW: وزن بدن (Kg)، AT: میانگین زمان (days)

در این مطالعه داده های آژانس محیط زیست آمریکا استفاده شد(USEPA, ۱۹۹۲).

جدول(۱) مقدار مصرف روزانه غلات، سبزیجات و خاک در دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ(گرم بر روز)

	میانگین مصرف		بیشینه مصرف	
شیوه ورود	کودک	افـــــراد بالغ	کودک	افراد بالغ
برنج	۲۷	۱۱۰	۴۱	۱۶۵
گندم	۳۰	۱۱۰	۴۵	۱۶۰
پیاز	۹/۲	۲/۱۹	-	۵/۲۷
چغندر	۷/۳	۴/۱۰	۹/۴	۸/۱۹
شلغم	۷/۳	۴/۱۰	۹/۴	۸/۱۹
کرفس	۱/۹	۳/۲۹	۴/۱۲	۶/۴۶
به	۷/۳	۴/۱۰	۹/۴	۸/۱۹
خاک	۱/۰	۱/۰	۴/۰	-

محاسبه پتانسیل خطر پذیری (HQ)

پتانسیل خطر پذیری(HQ) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد(USEPA, ۱۹۹۲).

$$HQ=EDI/RFD.$$

EDI: میزان جذب در روز (mg/kg.day)

.RFD: میزان مرجع برای سرب و کادمیوم به ترتیب ۰۰۳۵/۰ و ۰۰۱/۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن انسان در روز در نظر گرفته شده است (USEPA, ۲۰۰۷).

$$\text{Inhalation Hazard Quotient}=CDI/RFD_{ABS}$$

$$RFD_{ABS}=RFD.\times ABS_{GI}$$

CDI: مقدار جذب (mg/kg.day)، ABS_{GI} : برای سرب و کادمیوم ۰۱/۰ می‌باشد

اگر مقدار HQ بزرگتر از یک باشد، احتمال خطر پذیری افراد به بیماری های غیر سرطانی وجود دارد.

محاسبه ارزیابی تجمعی خطر (HI)

ارزیابی کل یا ارزیابی تجمعی خطر بیماری های غیر سرطانی از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد (USEPA, ۲۰۰۷).

$$HI = THQ = Sum [HQ]$$

نتایج و بحث

غلظت فلز مس و روی در گیاهان منطقه مورد مطالعه

مقادیر میانگین، بیشینه و کمینه غلظت فلز مس و روی در محصولات زراعی و خاک مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه گردیده است.

جدول(۲) مقادیر میانگین، بیشینه و کمینه فلز مس و روی درگیاه و خاک(میلی گرم بر کیلوگرم)

مواد مصرفی	میانگین	بیشینه	کمینه	میانگین	بیشینه	کمینه
	مس			روی		
برنج	۸۴/۱۱	۸۷/۱۵	۶	۸۲/۹۲	۱۲/۱۴۴	۵/۵۲
گندم	۴۳/۸	۹	۸۷/۷	۰۶/۲۹	۳۰	۱۲/۲۸
پیاز	۷۸/۰	۰۳۷/۱	۵۲۹/۰	۲۰	۵/۲۷	۵/۱۲
چغندر	۲۵/۰	۳۷۵/۰	۰۲۵/۰	۲۵/۱۱	۱۵	۵/۷
شلغم	۴/۰	۷۵۸/۰	۱۲۵/۰	۸۷/۲۶	۲۵/۳۶	۵/۱۷
کرفس	۷۵/۲	۹/۲	۵/۲	۵/۲۷	۲۸	۹/۲۶
به	۷۵/۱۳	۹۱/۱۳	۵۹/۱۳	۲۵/۴	۵	۵/۳
خاک	۶۲/۲۸	۵/۴۶	۱۵	۷۸/۲۶۹	۲۵/۳۸۵	۵/۱۵۶

مقادیر میانگین و بیشینه جذب مس و روی از مسیرهای هضم و استنشاق ذرات معلق در جدول ۳ ارائه شده است. میانگین جذب تجمعی روزانه از طریق خوردن (مصرف غلات، سبزیجات، میوه و بلع خاک) برای کودکان و افراد بالغ به ترتیب ۹۱/۳۶ و ۶۷/۳۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز برای مس و ۲۴ /۲۲۲ و ۶۱/۲۳۷ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز برای روی در مقادیر میانگین می باشد.

جدول(۳) میانگین و بیشینه جذب مس و روی (میکرو گرم بر کیلو گرم وزن بدن در روز) از مسیرهای هضم و استنشاق ذرات معلق

		مس						روی			
	محیط تماس	میانگین		بیشینه		میانگین		بیشینه			
		کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ		
غلات	برنج	۱۸	۲۰	۲۸	۳۱	۱۴۷	۱۶۳	۲۲۴	۲۴۵		
	گندم	۱۴	۱۴	۲۲	۲۱	۵۱	۵۱	۷۷	۷۵		
	پیاز	۱۳۳/۰	۲۳۹/۰	-	۳۴۳/۰	۴۲۱/۳	۱۴۴/۶	-	۸/۸		
سبزیجات	چغندر	۰۵۴/۰	۰۴۱/۰	۰۷۲/۰	۰۷۹/۰	۴۵/۲	۸۷/۱	۲۵/۳	۵۶/۳		
	شلغم	۰۸۷/۰	۰۶۶/۰	۱۱۵/۰	۱۲۶/۰	۸۶/۵	۴۷/۴	۷۶/۷	۵۱/۸		
	کرفس	۴۷/۱	۲۸/۱	۰۱/۲	۰۵/۲	۱۰	۱۰	۲۰	۲۰		
میوه	به	۳	۲۸/۲	۹۷/۳	۳۵/۴	۹۲/۰	۷/۰	۲۲/۱	۳۴/۱		
	بلع	۱۶۸/۰	۰۴۵/۰	۶۷۵/۰	-	۵۹۱/۱	۴۳۱/۰	۳۶۶/۶	-		
خاک	استنشاق ذرات معلق	-	-	$۱۰^{-۵}\times$ ۴/۱	$۱۰^{-۶}\times$ ۶/۷	-	-	$۱۰^{-۴}\times$ ۳۲/۱	$۱۰^{-۵}\times$ ۱۹/۷		

این نتایج با نتایج پژوهش های زوانگ و همکاران(۲۰۱۳) هماهنگی دارد. این محققین نشان دادند که میزان جذب روزانه مس و روی از طریق مصرف دانه های سویا که در مجاور معدن داباوشان رشد کرده به ترتیب ۵۵/۳۸ و ۴/۱۴۲ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز می باشد و بیان کردند دانه های سویایی که در مجاورت معدن رشد کرده اند دارای تجمع برخی از فلزات هستند و مصرف دانه ها باعث به خطر انداختن سلامت ساکنان آن محل می گردد.

در این مطالعه میزان جذب روزانه از طریق خوردن سبزیجات، غلات، میوه و خاک برای مس و روی کمتر از حد مجاز WHO می باشد. میزان مجاز ورود مس و روی به بدن بر طبق استاندارد جهانی (۱۹۹۳) WHO به ترتیب ۴۰ و ۳۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز می باشد. سهم استنشاق ذرات معلق خاک در مقایسه با سهم هضم بسیار ناچیز است و تنها حدود ۰۰۲/۰ درصد از جذب تجمعی روزانه مس و روی از طریق خاک را تشکیل میدهد.

پتانسیل خطرپذیری سلامت در اثر مصرف مس و روی

پتانسیل خطرپذیری (HQ) مس و روی برای دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ در اثر مصرف غلات، سبزیجات، میوه، خاک و و استنشاق ذرات معلق در جدول ۴ ارائه شده است.

در صورتی که ساکنان منطقه تنها از یکی از این غلات، سبزیجات و میوه استفاده کنند، احتمال خطرپذیری ناشی از مس و روی در کودکان و افراد بالغ در منطقه معنی دار نمی باشد و خطر در محدوده قابل قبول قرار دارد. زیرا چنانچه مقدار HQ کمتر از ۱ باشد، نشان دهنده این است که خطر در محدوده قابل قبول قرار دارد (USEPA, ۱۹۸۹). این نتایج با نتایج یگانه (۱۳۹۱) که به منظور تعیین خطرپذیری ناشی از مصرف فلزات سنگین(سلنیم، جیوه، نیکل، سرب، کروم، کادمیوم و آرسنیک) برای سلامت انسان در استان همدان صورت گرفت یکسان می باشد.

میانگین تجمعی خطر (HI) مربوط به هر دو فلز و مسیرهای بررسی شده به ترتیب برای کودکان و افراد بالغ ۶۴/۱و ۷۲/۱ می باشد. این مطلب بیان می کند در هر دو گروه سنی احتمال خطر بیماریهای غیرسرطانی ناشی از مس و روی وجود دارد.

جدول(۴) میانگین و بیشینه پتانسیل خطر پذیری ناشی از مصرف مس و روی از مسیرهای هضم و استنشاق ذرات معلق (HQ)

		مس				روی			
		محیط تماس	میانگین		بیشینه		میانگین		بیشینه
		کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ
غلات	برنج	۴۵/۰	۵/۰	۷/۰	۷۷/۰	۴۹/۰	۵۴/۰	۷۴/۰	۸۱/۰
	گندم	۳۵/۰	۳۵/۰	۵۵/۰	۵۲/۰	۱۷/۰	۱۷/۰	۲۵/۰	۲۵/۰
سبزیجات	پیاز	$۳/۳\times۱۰^{-۳}$	$۹/۵\times۱۰^{-۳}$	-	$۵/۸\times۱۰^{-۳}$	۰۱/۰	۰۲/۰	-	۰۳/۰
	چغندر	$۳/۱\times۱۰^{-۳}$	$۰۴/۱\times۱۰^{-۳}$	$۸/۱\times۱۰^{-۳}$	$۹/۱\times۱۰^{-۳}$	$۱/۸\times۱۰^{-۳}$	$۲/۶\times۱۰^{-۳}$	۰۱/۰	۰۱/۰
	شلغم	$۱/۲\times۱۰^{-۳}$	$۶/۱\times۱۰^{-۳}$	$۸/۲\times۱۰^{-۳}$	$۱/۳\times۱۰^{-۳}$	۰۱/۰	۰۱/۰	۰۲/۰	۰۲/۰
میوه	کرفس	۰۳/۰	۰۳/۰	۰۵/۰	۰۵/۰	۰۳/۰	۰۳/۰	۰۶/۰	۰۶/۰
	به	۰۷۵/۰	۰۵۷/۰	۰۹۹/۰	۱/۰	۳×۱۰^{-۳}	۲×۱۰^{-۳}	۴×۱۰^{-۳}	۴×۱۰^{-۳}
خاک	بلع	$۲/۴\times۱۰^{-۳}$	$۱/۱\times۱۰^{-۳}$	۰۱/۰	-	$۳/۵\times۱۰^{-۳}$	$۱/۱\times۱۰^{-۳}$	۰۲/۰	-
	استنشاق ذرات معلق	-	-	$۵/۳\times۱۰^{-۵}$	$۹/۱\times۱۰^{-۵}$	-	-	$۴/۴\times۱۰^{-۵}$	$۳/۲\times۱۰^{-۵}$

منابع

یگانه، م. ۱۳۹۱. مدلسازی روند انباشت عناصر سنگین در خاك های سطحی استان همدان و تعیین خطرپذیری ناشی از آن برای سلامت انسان. رساله دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Barenys M., Boix N., Farran-Codina A., Palma-Linares I., Montserrat R., Curto A. and Gomez-Catalan J. ۲۰۱۴. Heavy metal and metalloids intake risk assessment in the diet of a rural population living near a gold mine in the Peruvian Andes (Cajamarca). Food and Chemical Toxicology, ۲۴: ۶۳۴-۶۳۷.

Kachenko A. and Singh B. ۲۰۰۶. Heavy metals contamination in vegetables grown in urban and metal smelter contaminated sites in Australia. Water, Air and Soil Pollution, ۱۶۹: ۱۰۱-۱۲۳.

Lozano-Rodriguez E., Luguera M. and Lucena J. ۱۹۹۵. Evaluation of two different acid digestion methods in closed systems for trace element determinations in plants. Quimica Analitica ۱۴: ۲۷-۳۰

Liu H., Probst A. and Liao B. ۲۰۰۵. Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). Science of Total Environment, ۳۳۹: ۱۵۳-۱۶۶.

Mohammadifard N., Omidvar N. and Rad A. H. ۲۰۰۶. Does fruit and vegetable intake differ in adult females and males in Isfahan. Arya Journal. ۱:۱۹۳-۲۰۱.

Singh A.N., Zeng D. H. and Chen F. S. ۲۰۰۸. Heavy metal concentrations in redeveloping soil of mine spoil under plantations of certain native woody species in dry tropical environment, Indian Journal of Environmental Science, ۱: ۱۶۸-۷۴.

USEPA (US Environmental Protection Agency). ۱۹۸۹. Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual Part A. EPA/۵۴۰/۱-۸۹/۰۰۲. Office of Health and Environmental Assessment, Washington, DC, USA.

USEPA (US Environmental Protection Agency). ۱۹۹۲. Guidelines for exposure assessment. Available at http://www.epa.gov/ncea/pdfs/guidline.pdf

USEPA (United States Environmental Protection Agency). ۱۹۹۶. Method ۳۰۵۰B: Acid digestion of sediments, sludges and soils (revision ۲)

USEPA (US Environmental Protection Agency). ۲۰۰۲. Child Specific Exposure Factors Handbook. Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume ۱: Human Health Evaluation Manual (Part A). EPA/۵۴۰/۱-۸۹۰۰۰۲. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, DC, USA.

USEPA (US Environmental Protection Agency). ۲۰۰۷. Integrated Risk Information System-database. USEPA,Washington, D. C.

WHO, World Health Organization, ۱۹۹۳. Evaluation of certain foodadditives and contaminants (۴۱st report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives). WHO Tech. Reports Series No. ۸۳۷.

Zhuang P., Li A., Zou B., Xia H. and Wang G. ۲۰۱۳. Heavy metal contamination in soil and soybean near the Dabaoshan Mine, South China. Pedosphere, ۲۳(۳): ۲۹۸-۳۰۴.

Abstract

The soil samples (۰-۲۰ cm of surface layer), vegetables and cereals were collected at three replicates from the fields around the Irankooh, Isfahan. The total concentration of Cu and Zn were ۲۸.۶۲ mg kg^{-1} and ۲۶۹.۷۸ mg kg^{-1} in soil samples, respectively. The mean concentrations of Cu were ۱۱.۸۴, ۸.۴۳, ۰.۷۸, ۰.۲۵, ۰.۴, ۲.۷۵ and ۱۳.۷۵ mg kg^{-1} in rice, wheat, onions, beet, turnip, celery and quince respectively. Also, the mean concentrations of Zn were ۹۲.۸۲, ۲۹.۰۶, ۲۰, ۱۱.۲۵, ۲۶.۸۷, ۲۷.۵ and ۴.۲۵ mg kg^{-1} in these plants, respectively. The daily intakes of Zn and Cu are estimated to be ۲۳۷.۶۱ and ۳۵.۶۷ $\mu g\ kg^{-1}day^{-1}$ for adults, and ۲۲۲.۲۴ and ۳۶.۹۱ $\mu g\ kg^{-1}day^{-1}$ for children, respectively. The HI mean values through diet for adults and children were ۱.۷۲ and ۱.۶۴, respectively. This result indicates that consumption of the entire foodstuff can lead to potential health risks for children and

بررسی سرعت رشد و غلظت عناصر غذایی شاخساره سیب‌زمینی در سطوح مختلف روی، فسفر و رطوبت خاک

رحیم مطلبی‌فرد [۱]، نصرت‌اله نجفی [۲] و شاهین اوستان [۲]
۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان سازمان تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی همدان ایران، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده
این آزمایش به‌صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه عامل روی، فسفر و رطوبت خاک و با سه تکرار و در مجموع با ۸۱ گلدان در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. در این آزمایش اثرهای کود روی صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم Zn بر کیلوگرم خاک، کود فسفر صفر ، ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم P بر کیلوگرم خاک و رطوبت خاک FC۷/۰ ، FC۸/۰- FC-FC۹/۰ و FC۵/۰ FC۶/۰- بر سرعت رشد و غلظت عناصر غذایی شاخساره سیب‌زمینی بررسی شد. بلافاصله بعد از اعمال سطوح رطوبت خاک، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی درشاخساره تعیین شد. نتایج نشان داد که تنش شدید کمبود آب باعث کاهش ۳ برابری و ۱۲ درصدی سرعت رشد ساقه و آهن شاخساره و افزایش ۳۴، ۱۱ و ۱۸ درصدی غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مقایسه با آبیاری کامل شد. مصرف ۲۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک غلظت روی شاخساره را ۸۵ درصد در مقایسه با عدم مصرف روی افزایش داد. مصرف ۶۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک باعث کاهش ۱۰ و ۱۱ درصدی غلظت نیتروژن و آهن شاخساره و افزایش ۷۸ و ۱۹ درصدی سرعت رشد ساقه و غلظت فسفر شاخساره در مقایسه با عدم مصرف آن شد.

واژه‌های کلیدی: تنش کمبود آب، روی، عناصر پرمصرف، فسفر.

مقدمه
میانگین بارندگی سالیانه کشور ما ۲۵۰ میلی‌متر در سال است که حدود یک سوم میانگین بارندگی جهانی است. از طرفی ریزش‌های محدود هم از توزیع مناسب برخوردار نیست و عمدتاً در زمستان و بهار صورت می‌گیرد. بنابراین، عمده محصولات کشاورزی ما در دوره رشد خود دوره‌های مختلف تنش آب را با شدت‌های متفاوت تجربه می‌کنند و زیان ناشی از این کمبود آب بسیار زیاد و غیرقابل توصیف است. کمبود آب مهم‌ترین عامل کاهش‌دهنده تولید گیاهان زراعی مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود (بابائیان و همکاران، ۱۳۸۷). در این شرایط، بر اثر اختلال در واکنش‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژی گیاهی، شدت فتوسنتز و عملکرد گیاهان کاهش می‌یابد. کمبود آب از راه‌های مختلف باعث کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود. تولید ماده خشک گیاه به‌علت بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فعالیت آنزیم‌های مؤثر در فتوسنتز در شرایط کمبود آب کاهش می‌یابد (شیلپی و توتجا، ۲۰۰۵). تنش کمبود آب به‌علت کاهش تورژسانس سلول‌ها و ممانعت از رشد سلولی باعث کاهش توسعه سطح برگ می‌شود. کمبود آب می‌تواند غلظت عناصر غذایی را در گیاهان تحت تأثیر قرار دهد. افزایش یا کاهش غلظت عنصر غذایی به نوع عنصر، رقم و اندام گیاه بستگی دارد. کمبود آب میزان جذب و انتقال عناصر غذایی از ریشه به شاخساره را کاهش می‌دهد، چون میزان تعرق گیاه و انتقال عناصر غذایی از خاک به سطح ریشه را کم می‌کند و به انتقال فعال و تراوایی غشاهای سلولی آسیب می‌زند (یونجای و اشمیدهالتر، ۲۰۰۵). کمبود آب در خاک می‌تواند غلظت عناصر غذایی در گیاه را از طریق کاهش آب قابل‌استفاده گیاه در خاک، با تغییر ویژگی‌های خاک و فعالیت‌های آنزیمی، با کاهش رشد گیاه و با تغییر شدت فتوسنتز و تنفس و تغییر ظرفیت گیاهان برای مصرف عناصر تحت تأثیر قرار دهد. از طرفی تغذیه گیاه می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در بهبود اثرهای سوء تنش کمبود آب داشته باشد.

تغذیه گیاهی می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در تعدیل اثرات سوء تنش کمبود آب داشته باشد. روی از عناصری است که در پایداری غشاهای پلاسمایی و روابط آبی گیاه و جلوگیری از تأثیر سوء گونه‌های فعال اکسیژن نقش دارد (چاخماق، ۲۰۰۰). تأثیر مثبت فسفر در افزایش رشد در شرایط تنش کمبود آب به‌علت افزایش کارایی مصرف آب، هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز، پایداری بالای دیواره سلولی و تأثیر آن در روابط آبی گیاه گزارش شده است (یونجای و اشمیدهالتر، ۲۰۰۵). مطالعه در زمینه نقش تنش خشکی بر غلظت عناصر غذایی گیاهان مختلف و همچنین بررسی نقش عناصر روی و فسفر بر غلظت عناصر غذایی مخصوصاً در شرایط تنش کمبود آب بسیار محدود است. لذا، پژوهش حاضر برای بررسی اثر روی و فسفر بر ویژگی‌های رشد و غلظت عناصر غذایی سیب‌زمینی در شرایط مختلف رطوبت خاک اجرا شد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در گلخانه ایستگاه تحقیقات کشاورزی خلعت‌پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در طی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه فاکتور روی در سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم Zn بر کیلوگرم خاک از منبع $ZnSO_4.7H_2O$)، فسفر در سه سطح (صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم P بر کیلوگرم خاک خشک

از منبع $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$ و رطوبت خاک در سه سطح (FC- FC۹/۰، FC۸/۰- FC۷/۰ و FC۶/۰- FC۵/۰) و با سه تکرار و در مجموع با ۸۱ گلدان اجرا شد. رطوبت ظرفیت مزرعه (FC) با استفاده از دستگاه صفحات تحت فشار در مکش ۳/۰ بار تعیین شد. توصیه کودی برای سایر عناصر غذایی بر مبنای آزمون خاک انجام و به‌صورت محلول به خاک گلدانها افزوده و خوب مخلوط شد. سپس مقدار ۱۰ کیلوگرم از خاک مورد نظر به هر یک از گلدان‌ها ریخته و دو غده بذری سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum L.*) رقم آگریا کشت شد. رطوبت خاک گلدان‌ها تا شروع گلدهی در ۵±۹۴ درصد ظرفیت مزرعه نگهداری شد. سطوح مختلف رطوبت خاک از جمله تیمارهای تنش کمبود آب از شروع گلدهی و بهمدت سه هفته اعمال گردید. در طول آزمایش رطوبت خاک گلدان‌ها از طریق توزین کنترل گردید. این کار در طول تحقیق هر روز و در زمان اعمال سطوح رطوبت خاک صبح و عصر انجام شد. با اندازه‌گیری طول ساقه سیب‌زمینی در سه مرحله اول، وسط و انتهای اعمال سطوح رطوبت خاک سرعت نسبی رشد ساقه محاسبه گردید. در پایان اعمال سطوح رطوبت خاک، شاخساره برداشت و در آون در دمای C۷۰ خشک و با محاسبه درصد ماده خشک آسیاب گردید. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی از روش خشک‌سوزانی و حل کردن خاکستر در مخلوط اسید کلریدریک و اسید نیتریک استفاده گردید. در پایان، تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده با نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵% انجام و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

با افزایش تنش کمبود آب سرعت رشد ساقه از ۱/۶ میلی‌متر در روز برای تیمار آبیاری کامل به ۹/۱ میلی‌متر در روز در تیمار تنش شدید کمبود آب کاهش یافت (۱) که بیانگر کاهش بیش از ۳ برابری سرعت رشد بر اثر اعمال تنش شدید کمبود آب بود. سعید و النادی (۱۹۹۷) گزارش کردند که با کاهش تعداد دفعات آبیاری از ۲۵ به ۱۳ بار در یونجه سرعت رشد ساقه حدود ۵۰ درصد کاهش یافت. تنش کمبود آب با تأثیر بر جذب عناصر غذایی، هدایت روزنه‌ای (در این پژوهش همبستگی مثبت و معنی‌دار بین هدایت روزنه‌ای و سرعت نسبی رشد ساقه (r=۷۳۸/۰**) وجود داشت) و شدت فتوسنتز، سرعت رشد ساقه را کاهش داد.

جدول ۱ - مقایسه میانگین‌های سرعت نسبی رشد ساقه و غلظت عناصر غذایی شاخساره سیب‌زمینی در سطوح مختلف رطوبت خاک، روی و فسفر

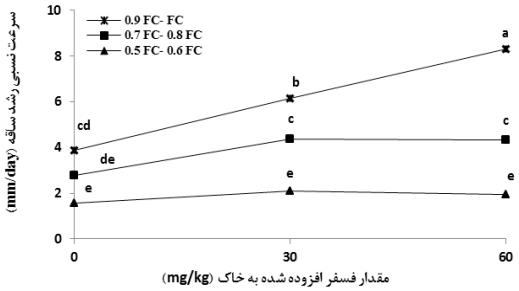
فاکتور	سطوح	نیتروژن شاخساره	پتاسیم شاخساره	فسفر شاخساره	سرعت نسبی رشد ساقه	روی شاخساره	آهن شاخساره
		(%)			((mm/day	(mg/kg)	(mg/kg)
رطوبت خاک	FC-FC۹/۰	b۱۰/۲	b۶۴/۵	b۲۲/۰	a۱/۶	a ۳/۴۸	a ۹/۲۵۰
	FC۸/۰-FC۷/۰	b۲۳/۲	b۶۷/۵	ab۲۳/۰	b۸/۳	a ۱/۴۵	a ۳/۲۵۱
	FC۶/۰-FC۵/۰	a۸۳/۲	a۲۴/۶	a۲۶/۰	c۹/۱	a ۲/۴۷	b ۲/۲۲۴
Zn (mg/kg)	۰	a۳۷/۲	a۹۷/۵	a۲۵/۰	a۸/۳	c۹/۳۱	a۷/۲۴۰
	۱۰	a۴۲/۲	a۷۵/۵	a۲۳/۰	a۳/۴	b۷/۴۹	a۸/۲۳۸
	۲۰	a۳۷/۲	a۸۲/۵	a۲۴/۰	a۷/۳	a۱/۵۹	a۸/۲۴۶
P (mg/kg)	۰	a۵۱/۲	a۶۹/۵	b۲۱/۰	b۷/۲	a۵/۴۹	a۵/۲۵۴
	۳۰	ab۳۶/۲	a۸۹/۵	a۲۴/۰	a۲/۴	a۵/۴۵	ab۳/۲۴۳
	۶۰	b۲۹/۲	a۹۶/۵	a۲۵/۰	a۸/۴	a۶/۴۵	b۵/۲۲۸

در هر ستون و فاکتور، میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک تفاوت معنی دار ندارند ($p<۰۵/۰$)

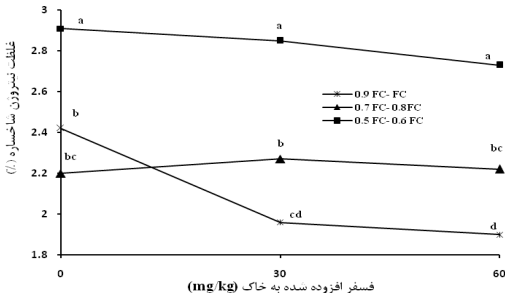
مقایسه میانگین‌های سرعت نسبی رشد ساقه برای سطوح فسفر نشان داد که مصرف فسفر باعث افزایش سرعت نسبی رشد ساقه تا ۷۸ درصد شد (جدول ۱)، هرچند تفاوت بین تیمار عدم مصرف فسفر و سطوح ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک غیرمعنی‌دار بود و سطوح فسفر در یک گروه آماری از نظر سرعت نسبی رشد ساقه قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌های سرعت نسبی رشد ساقه برای ترکیب‌های تیماری رطوبت خاک و فسفر نشان داد که بیش‌ترین سرعت نسبی رشد ساقه (۳/۸ میلی‌متر در روز) از تیمار آبیاری کامل و مصرف ۶۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک و کم‌ترین آن (۵/۱ میلی‌متر در روز) از تیمار FC۵/۰ -FC۶/۰و عدم مصرف فسفر به‌دست آمد (شکل ۱) که بیانگر اختلاف بیش از ۵ برابری بین این دو تیمار بود. تفاوت بین سطوح فسفر مصرفی از نظر اثر بر سرعت نسبی رشد ساقه در شرایط تنش شدید کمبود آب غیرمعنی‌دار و در تنش متوسط فقط تفاوت مصرف و عدم مصرف فسفر معنی‌دار بود و تفاوت سطوح فسفر مصرفی فقط در تیمار آبیاری کامل معنی‌دار بود یعنی فسفر قادر نبود از کاهش

معنی‌دار سرعت نسبی رشد ساقه جلوگیری نماید. بین رطوبت خاک و فسفر از نظر سرعت نسبی رشد ساقه عمدتاً اثر متقابل هم‌افزایی یا سینرژیستی وجود داشت.

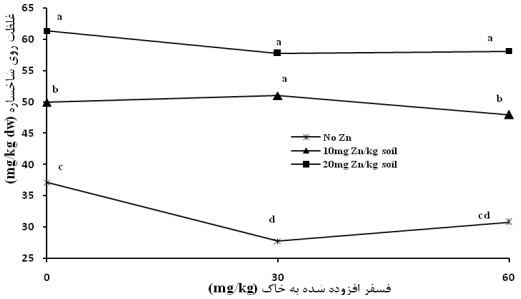
با افزایش تنش کمبود آب غلظت عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در شاخساره سیب‌زمینی افزایش یافت و بیش‌ترین غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم شاخساره از شرایط تنش شدید کمبود آب و به‌ترتیب با ۸۳/۲، ۲۴/۶ و ۲۶/۰ درصد به‌دست آمد که در شرایط آبیاری کامل به‌ترتیب ۳۴، ۱۱ و ۱۸ درصد غلظت این عناصر کاهش یافت (جدول ۱). نتایج نشان داد که غلظت نهایی عناصر غذایی در شرایط تنش کمبود آب، به نسبت کاهش جذب عنصر غذایی به کاهش وزن خشک گیاه بستگی دارد. اگر کاهش رشد شدیدتر از کاهش جذب باشد، عناصر غذایی در گیاه تجمع می‌یابند و اگر کاهش جذب شدیدتر باشد، غلظت عناصر غذایی کاهش می‌یابد (سامارا و مولن، ۲۰۰۴). مطالعات ساروار و همکاران (۱۹۹۱) در مورد پاسخ رقم‌های مختلف گندم به تنش کمبود آب نشان داد که غلظت عناصر پرمصرف تحت تنش کمبود آب افزایش می‌یابد (اکرم و همکاران، ۲۰۰۸) که این افزایش عمدتاً به‌دلیل اثر تغلیظ است. همچنین در شرایط تنش کمبود آب ممکن است معدنی‌شدن مواد آلی خاک کاهش یافته و در نتیجه جذب و انتقال عناصر وابسته به مواد آلی مانند نیتروژن و فسفر از ریشه به شاخساره نیز کاهش یابد (تانگویلیق و همکاران، ۱۹۸۷). کاهش غلظت نیتروژن بر اثر تنش کمبود آب در سایر گیاهان از جمله گندم، سویا، برنج و ذرت مشاهده شده است (اکرم و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۱- میانگین‌های سرعت نسبی رشد تحت اثر ترکیب‌های تیماری فسفر و رطوبت خاک



شکل ۲- میانگین‌های غلظت نیتروژن شاخساره تحت اثر ترکیب‌های تیماری فسفر و رطوبت خاک



شکل ۳- میانگین‌های غلظت روی شاخساره تحت اثر ترکیب‌های تیماری فسفر و روی

با افزایش مصرف فسفر غلظت نیتروژن شاخساره کاهش یافت. کم‌ترین غلظت نیتروژن شاخساره (۲۹/۲ درصد) با مصرف ۶۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک مشاهده شد که در مقایسه با شرایط عدم مصرف فسفر غلظت نیتروژن شاخساره ۱۰ درصد کاهش یافت (جدول ۱). کاهش غلظت نیتروژن شاخساره با مصرف فسفر به‌دلیل افزایش سریع رشد شاخ و برگ سیب‌زمینی و اثر رقت بود. با افزایش مصرف فسفر بر خلاف نیتروژن غلظت فسفر شاخساره افزایش معنی‌دار نشان داد بیش‌ترین غلظت فسفر شاخساره (۲۵/۰ درصد) در شرایط مصرف ۶۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک و کم‌ترین آن (۲۱/۰ درصد) در شرایط عدم مصرف فسفر مشاهده شد که نشانگر افزایش ۱۹ درصدی غلظت فسفر شاخساره بر اثر مصرف فسفر بود (جدول ۱). جدول ۱ همچنین نشان می‌دهد که تفاوت بین سطوح ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم فسفر از نظر غلظت فسفر شاخساره معنی‌دار نبود.

شکل ۲ نشان می‌دهد که بیش‌ترین غلظت نیتروژن شاخساره در شرایط تنش شدید کمبود آب مشاهده شد که با دو شرایط دیگر رطوبت خاک تفاوت معنی‌دار داشت. در سطوح FC۵/۰-FC۶/۰ و FC۷/۰-FC۸/۰ رطوبت خاک تفاوت معنی‌داری بین سطوح فسفر مصرفی از نظر نیتروژن شاخساره مشاهده نشد. در شرایط آبیاری کامل با مصرف فسفر غلظت نیتروژن شاخساره کاهش معنی‌داری نشان داد ولی اختلاف بین سطوح ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک معنی‌دار نبود و این دو سطح از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. دلایل مقادیر بیش‌تر نیتروژن شاخساره در شرایط تنش شدید کمبود آب در بالا توضیح داده شد. کاهش غلظت نیتروژن شاخساره در شرایط آبیاری کامل احتمالاً به‌دلیل اثر رقت بود چرا که مصرف فسفر در شرایط آبیاری کامل باعث

افزایش سریع و شدید رشد شاخساره شد (نتایج نشان داده نشده است) و این افزایش طوری بود که سرعت جذب نیتروژن کمتر از سرعت رشد شاخ و برگ بود و غلظت نیتروژن شاخساره کاهش یافت.

با افزایش شدت تنش کمبود آب غلظت آهن شاخساره سیب‌زمینی کاهش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت آهن شاخساره سیب‌زمینی به‌ترتیب در سطوح رطوبت خاک تنش متوسط کمبود آب با ۳/۲۵۱ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم ماده خشک گیاه و FC۶/۰-FC۵/۰ با ۲/۲۲۴ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم ماده خشک گیاه مشاهده شد. تنش شدید کمبود آب باعث کاهش ۱۲ درصدی غلظت آهن شاخساره در مقایسه با شرایط آبیاری کامل و تنش متوسط کمبود آب شد. تفاوت سطوح رطوبت خاک FC-FC۹/۰ و FC۶/۰-FC۵/۰ از نظر غلظت آهن شاخساره در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود (جدول ۱).

با افزایش مصرف فسفر غلظت آهن شاخساره سیب‌زمینی کاهش یافته است. بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت آهن شاخساره سیب‌زمینی به‌ترتیب در شرایط عدم مصرف فسفر با ۵/۲۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه و مصرف ۶۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک با غلظت آهن ۵/۲۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه مشاهده شد. با مصرف ۶۰ میلی‌گرم فسفر غلظت آهن شاخساره به‌ترتیب ۶ و ۱۱ درصد در مقایسه با سطوح ۳۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک و عدم مصرف فسفر کاهش نشان داد (جدول ۱). کاهش غلظت آهن شاخساره احتمالاً به‌دلیل اثر متقابل آهن و فسفر بوده است. نتایج نشان داد که آهن قابل‌استخراج با فسفر در طی دوره انکوباسیون کاهش می‌یابد و این کاهش در روزهای پایانی انکوباسیون شدیدتر است. به‌طور معمول پذیرفته شده است که فسفر با تشکیل فسفاتهای آهن شکل قابل‌استخراج آن را کم می‌کند (Motalebifaard et al., ۲۰۱۳).

با افزایش مصرف روی غلظت روی شاخساره سیب‌زمینی افزایش یافت (جدول ۱). کم‌ترین (۹/۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) و بیش‌ترین (۱/۵۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) غلظت روی شاخساره سیب‌زمینی به‌ترتیب در شرایط عدم مصرف روی و مصرف ۲۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک مشاهده شد. مصرف ۲۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک باعث افزایش به‌ترتیب ۵۶ و ۸۵ درصدی غلظت روی شاخساره در مقایسه با سطوح ۱۰ و صفر میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک شد. مصرف فسفر در تمام سطوح روی باعث کاهش غلظت روی شاخساره شد هرچند این کاهش فقط در شرایط عدم مصرف روی معنی‌دار بود و مصرف ۳۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک باعث کاهش معنی‌دار غلظت روی شاخساره در شرایط عدم مصرف روی شد (شکل ۳). اثر متقابل روی و فسفر از نظر غلظت همدیگر در گیاه در مطالعات مختلفی مانند باربن و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است.

منابع

- بابائیان، م.، م. حیدری و ا. قنبری. ۱۳۸۷. اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر تنظیم‌کننده‌های اسمزی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان رقم آلستر در سه مرحله تنش خشکی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی- علوم آب و خاک، جلد ۱۲، شماره ۴۶ الف، صفحه‌های ۱۱۹ تا ۱۲۹.
- Akram, N.A., Shahbaz M., and Ashraf M. ۲۰۰۸. Nutrient acquisition in differentially adapted populations of *cynodon dactylon L*. pers and *cencherus cillaris L*. under drought stress. Pakistan Journal of Botany, ۴۰(۴): ۱۴۳۳-۱۴۴۰.
- Barben, S.A., Hopkins B.G., Jolley V.D., Webb B.L., and Nicholas B.A. ۲۰۱۰a. Phosphorus and zinc interactions in chelator-buffered solution grown russet Burbank potato. Journal of Plant Nutrition, ۳۳: ۵۸۷-
- Cakmak, I. ۲۰۰۰. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species (a review). New Phytologist, ۱۴۶: ۱۸۵-۲۰۵.
- Motalebifard R., Najafi N., and Oustan S. ۲۰۱۳. Effects of Zinc Sulphate and Monocalcium Phosphate Fertilizers on Extractable Zn and Fe under Different Soil Moisture Conditions. Iran Agricultural Science, ۳۲(۲): ۷۱-۸۸.
- Saeed, I.A.M. and El-Nadi A.H. ۱۹۹۷. Irrigation effects on the growth, yield, and water use efficiency of alfalfa. Irrigation Science, ۱۷: ۶۳-۶۸.
- Samarah, N. and Mullen R. ۲۰۰۴. Size distribution and mineral nutrients of soybean seeds in response to drought stress. Journal of Plant Nutrition, ۲۷(۵): ۸۱۵-۸۳۵.
- Shilpi, M. and Tuteja N. ۲۰۰۵. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archive Biochemistry and Biophysics, ۴۴۴: ۱۳۹-۱۵۸.
- Tanguilig, V.C., Yambao E.B., Tolle J.C.O., and De Datta S.K. ۱۹۸۷. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration and nutrient uptake of rice, maize and soybean. Plant and Soil, ۱۰۳: ۱۵۵-۱۶۸.
- Yuncai H. and Schmidhalter U. ۲۰۰۵. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, ۱۶۸: ۵۴۱-۵۴۹.

Abstract

This study was performed as a factorial experiment based on randomized complete blocks design with factors of Zn at three levels (۰, ۱۰ and ۲۰ mg Zn per kg dry soil), P at three levels (۰, ۳۰ and ۶۰ mg P per kg dry soil) and soil moisture at three levels (۰.۵FC-۰.۶FC, ۰.۷FC-۰.۸FC and ۰.۹FC-FC) using three replications and ۸۱ pots. The

soil moisture levels were imposed three weeks from the flowering until harvest. At the harvest, concentrations of N, P, K, Fe and Zn of potato tubers were measured. The results showed that severe water deficit reduced stem growth rate and stem Fe concentration more than ۳۰۰ and ۱۲ percent and increased shoot N, P, K concentrations about ۳۴, ۱۱, and ۱۸ percent comparing with full irrigated condition, respectively. Application of ۲۰ mg Zn per kg soil significantly (p<۰.۰۵) increased shoot Zn concentration more than ۸۵ percent. Application of ۶۰ mg P per kg soil decreased stem N and Fe concentrations about ۱۰ and ۱۱ percent and increased shoot growth rate and P concentration ۷۸ and ۱۹ percent comparing with without P application conditions, respectively.

اثرات برهم کنش نیتروژن و اسید آلی(هیومیکس) بر عملکرد و پارامترهای رشد گندم دوروم

عبدالحسین ضیائیان [۱]، مرتضی فانی [۲] و مریم آقاخانی [۳]
۱- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، ۲- دانش آموخته خاکشناسی دانشگاه ازاد اسلامی داراب ۳-دانش آموخته خاکشناسی دانشگاه ازاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس

چکیده
به منظور بررسی اثرات نیتروژن و اسید آلی هیومیکس بر عملکرد و پارامترهای رشد گندم دوروم، کاربرد اصلی و توام سه مقدار صفر، ۳ و ۵ کیلوگرم در هکتار هیومیکس و چهار سطح صفر، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در سه تکرار به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی بر روی گندم دروم رقم بهرنگ با هم مقایسه شدند. نتایج نشان داد که کاربرد ۳ کیلو گرم در هکتار هیومیکس باعث به ترتیب ۷/۳ ، ۴/۸ ، ۹/۶، ۲/۱۳ ، ۳/۱۰ ، ۲/۱۵ و ۶/۱۳ درصد افزایش ارتفاع ،طول خوشه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه ، عملکرد کاه و عملکرد پروتئین دانه نسبت به شاهد شد. با کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص نیز مقدار نیتروژن کاه و دانه، پروتئین و عملکرد دانه به ترتیب ۳/۳۰ ، ۴/۶۵، ۳/۶۵ و ۱/۶۸ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی : هیومیک اسید، فولویک اسید، نیتروژن، هیومین

مقدمه:
امروزه یکی از هزینه‌های اصلی عملیات کشاورزی به کودهای ازته مربوط می‌شود. محدودیت میزان تولید کودهای شیمیایی در مقیاس جهانی و هزینه های بالای تولید باعث شده الگوی مصرف جهانی کود تغییر کند، بنابراین بالا بردن راندمان کودهای شیمیایی همواره از اهداف محققان و تولید کنندگان کشاورزی بوده است از جمله عواملی که بر راندمان کودهای شیمیایی و قابلیت جذب عناصر غذایی آن توسط گیاه تأثیر می گذارد کاربرد کودهای زیستی اوکودهای آلی است (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۱) امروزه استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی وباغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه ای در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی وبیولوژیکی خاک دارند، همچنین به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند(سماوات و ملکوتی ،۲۰۰۶) اسید هیومیك و اسید فولوی از جمله اسیدهای آلی هستند که از منابع مختلف نظیرخاك، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و غیره استخراج می‌شوند اما در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت اند)سبهاتین و نکدت،۲۰۰۵). عبدل - ماوگود و همکاران(۲۰۰۷) گزارش نمودند که کاربرد اسید هیومیك به صورت محلول پاشی و کاربرد در خاك موجب افزایش جذب عناصر غذایی از خاك و کارایی عناصر غذایی در گیاه می‌شود. در بررسی تورکمن و همکاران(۲۰۰۵) نیز کاربرد اسید هیومیك به میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰و ۲۰۰۰ گرم بر کیلوگرم خاک موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه،طول ساقه ، وزن خشك، میزان عناصر غذایی و عملکرد گیاه فلفل شد. خاتمیان و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه اثرات کود بیولوژیک برخصوصیات مورفولوژیک وعملکرد دانه برروی تریتیکاله نتایج نشان داد تیمار اسید هیومیک برروی ارتفاع گیاه و عملکرد دانه و همچنین برروی طول خوشه وطول پدانکل اثر معنی دار داشته است. بیشترین اثر اسیدهیومیک برروی خصوصیات مورفولوژیک وعملکرد دانه در تیمار اسید هیومیک+ ۵۰ درصد کود شیمیایی مشاهده شد. مک کارتی (۲۰۰۱) گزارش داد که کاربرد اسید هیومیك با افزایش جذب عناصر کم مصرف در گیاه گندم در رفع کلروز برگی موثر بوده است بکری و همکاران(۲۰۱۰) نشان داد محلول پاشی هیومیک اسید در مرحله پنجه زنی باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در خوشه گندم می شود. افزایش مقدار نیتروژن نیز باعث افزایش تعداد دانه در خوشه شد. این مقدار افزایش برای تیمار های ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن به ترتیب برابر ۲۴، ۳۲ و ۳۵ درصد افزایش نسبت به شاهد بدون نیتروژن بود

مواد و روش ها
به منظوربررسی اثرات برهم کنش نیتروژن و اسید آلی هیومیکس بر عملکرد و پارامترهای رشد گندم دوروم، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور های مورد مطالعه ترکیبی از سه سطح صفر، ۳ و ۵ کیلوگرم درهکتار کود هیومیکس بصورت کودآبیاری و پنج سطح صفر، ۹۰، ۱۳۵ (۱۰۰درصد ازت مورد نیاز).) و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره به صورت مصرف خاکی بود که بر روی گندم دروم رقم بهرنگ مطالعه گردید. قبل از کشت از محل اجرای طرح یك نمونه خاك مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری تهیه و برای انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیائی لازم به آزمایشگاه ارسال شدند. در نمونه‌های خاک بر اساس دستورالعمل‌های موجود (احیایی و بهبهانی زاده، ۱۹۹۳) برخی از ویژگی های فیزیکی وشیمیایی آن تعیین گردید. بر اساس نتایج تجزیه خاک و با توجه به توصیه های

تحقیقاتی (ملکوتی و غیبی، ۲۰۰۰) کودهای مورد نیاز تعیین گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک، مقدار نیتروژن خالص مورد نیاز ۱۳۵ کیلو گرم در هکتار بود که از منبع اوره تامین گردید. اوره و هیومکس به صورت تقسیط در سه نوبت (۳/۱ زمان کاشت، ۳/۱ مرحله پنجه زنی (مرحله V۴-V۳) و ۳/۱ در مرحله ساقه رفتن (مرحله V۱۰-V۸) مصرف گردید. علاوه بر نیتروژن و با توجه به نتایج آزمون خاک ۵۰ کیلو گرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی نیز مورد نیاز بود که در زمان آماده سازی زمین مصرف و با دیسك زیر خاك شدند. به منظور مصرف کود هیومیکس مقادیر پیش بینی شده جهت هر کرت پس از حل شدن در آب به وسیله آب پاش پای ریشه گیاه ریخته شد. مساحت هر کرت ۴۰ متر مربع شامل ۸ پشته با فواصل ۵۰ سانتیمتر و طول ۱۰ متر بود. فاصله بین هر دو کرت متوالی یك پشته نکاشت تعبیه شد. فاصله بین دو تکرار ۳ متر انتخاب گردد. میزان بذر مصرفی بر اساس تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع از رقم بهرنگ بود که پس از ضد عفونی با قارچ کش ویتاواکس با نسبت دو در هزار، توسط کارگر و به صورت دو ردیف در روی هر پشته کشت گردید قبل از گرده افشانی از برگ های پرچم هر کرت نمونه برگ تهیه شد. نمونه های گیاهی به آزمایشگاه ارسال شد. و بر اساس دستورالعمل های موجود (امامی، ۱۳۷۵) انالیز شدند قبل از برداشت شاخص هایی مانند ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه اندازه گیری شد. برداشت از دو پشته وسط با حذف ۵/۰ متر از ابتدا و انتهای کرت و در سطح ۱۰ متر مربع به صورت کف بر انجام شد و وزن کل نمونه ها تعیین گردید. با جدا نمودن دانه از کاه میزان عملکرد دانه و وزن کاه و کلش تعیین گردید. یك نمونه گندم و یك نمونه از کاه از هر تیمار تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد تا مقدار نیتروژن آن ها اندازه گیری شود. در نهایت با استفاده از نرم افزار SAS محاسبات آماری بر روی داده های اندازه گیری شده انجام شد.

نتایج

۱- نتایج تجزیه خاک و آب: براساس نتایج به دست آمده خاک مزرعه مورد مطالعه دارای شوری کم، اسیدیته قلیایی، کربن آلی بسیار کم، فسفر و پتاسیم متوسط تا خوب، عناصر کم مصرف اهن، روی، منگنز و مس بسیار کم و بافت خاک لوم بود. بر اساس نتایج بدست آمده و به منظور جبران کمبود عناصر کم مصرف در مرحله پنجه زنی توسط کود میکرو کامل نسبت به محلول پاشی گندم اقدام شد.

جدول-۱- نتایج تجزیه های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی قبل از اجرای آزمایش

Ec	pH	TNV	OC	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	SAND	SILT	CLAY
$dS.m^{-1}$			%			ppm						%	
۸۷/۲	۹۶/۷	۴۰	۱۹/۰	۰۱/۰	۱۲	۲۲۸	۷/۰	۳/۰	۲/۴	۲/۰	۳۰	۴۰	۳۰

جدول ۲- مشخصات اسید هیومیک مورد استفاده در آزمایش

نام تجاری	اسید فولویک	اکسید پتاسیم	اسید هیومیک
هیومکس-۹۵ WGS	۱۵%	۵%	۸۰%

۲- نتایج به دست آمده: بر اساس نتایج به دست آمده با افزایش مقدار کود هیومیکس کلیه صفات و شاخص های مورد بررسی در گندم افزایش داشت . در این رابطه تأثیر افزایش کود هیومیک بر ارتفاع بوته معنی دار نبود و کلیه تیمارهای مورد بررسی در یک گروه آماری قرار گرفتند. افزایش کود هیومیکس به میزان ۳ و ۵ کیلو گرم در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۲/۲ و ۷/۳ درصدی ارتفاع بوته نسبت به تیمار بدون استفاده از کود هیومیکس شد. تأثیر نیتروژن نیز مانند کود هیومیکس هرچند که باعث افزایش ارتفاع بوته شد اما سطوح نیتروژن کاربردی باعث اختلاف معنی دار آماری نشدند. نشان داده شده است که اسید هیومیك از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلولهای گیاهی و همچنین با قدرت کلات کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می شود (سماوات و ملکوتی،۱۳۸۴).آیاس و گالسر (۲۰۰۵) گزارش کردند که اسید هیومیك از طریق افزایش در محتوای نیتروژن سبب افزایش رشد و ارتفاع می شود بر اساس گزارشات انجام شده علت افزایش ارتفاع در گیاهان زراعی در اثر افزایش میزان نیتروژن به واسطهٔ نقشی است که این عنصر در تولید و صدور هورمون سیتوکینین از ریشه به اندامهای هوایی دارد، افزایش این هورمون موجب افزایش سرعت تقسیم سلولی و افزایش ارتفاع گیاهان می شود (تیموتی و جو، ۲۰۰۳).

تعداد خوشه در متر مربع: متوسط تعداد خوشه در متر مربع در سطوح صفر ، ۳ و ۵ کیلو گرم کود هیومیکس به ترتیب برابر ۵/۶۴۰، ۶۶۵ و ۶۸۵ عدد بود. بر اساس این نتایج کود هیومیکس باعث افزایش به ترتیب ۸/۳ و ۹/۶ درصدی تعداد خوشه در تیمار های ۳ و ۵ کیلوگرم کود هیومیکس نسبت به شاهد بدون کود شد. با توجه به اینکه تعداد خوشه در متر مربع یکی از مهم ترین فاکتور های مؤثر بر عملکرد می باشد، افزایش معنی دار آن می تواند بر افزایش عملکرد تأثیر معنی‌داری داشته باشد. نتایج بررسی های قبلی نیز نشان دهنده تأثیر مثبت هیومیک اسید بر تعداد خوشه در متر مربع می باشد(بکری و همکاران، ۲۰۱۰) که بانتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

تعداد دانه در خوشه: بیشترین تعداد دانه در خوشه در بررسی حاضر متعلق به تیمار استفاده از کود هیومیکس به میزان ۵ کیلوگرم در هکتار با متوسط ۲۵/۳۴ دانه در هر خوشه بود که نسبت به شاهد بدون استفاده از هیومیکس ۲/۱۳ درصد افزایش داشت. نتایج بررسی های بکری و همکاران(۲۰۱۰) نشان داد محلول پاشی هیومیک اسید در مرحله پنجه زنی باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در خوشه گندم می شود. افزایش مقدار نیتروژن نیز باعث افزایش تعداد دانه در خوشه شد. این مقدار افزایش برای تیمار های ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن به ترتیب برابر ۲۴، ۳۲ و ۳۵ درصد افزایش نسبت به شاهد بدون نیتروژن بود بررسی ها نشان می دهد کمبود نیتروژن در زمان تلقیح گیاه موجب عدم دانه بندی می شود. در بررسی حسینی و همکاران (۱۳۹۰) با افزایش مصرف کود نیتروژن، تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در خوشه افزایش یافت و با افزایش بیشتر مصرف کود نیتروژنه، تغییر چندانی نداشت.

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه گندم در اثر افزایش کود هیومیکس و نیتروژن به تنهایی به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت هرچند که این افزایش باعث ایجاد اختلاف معنی دار آماری نشد. بررسی ها نشان می دهد یکی از عواملی که باعث تحریک پذیری کمتر وزن هزار دانه در اثرتنش های محیطی و کمبود عناصر غذایی میود تأثیر پذیری بیشتر این عامل از خصوصیات ژنتیکی گیاه است(گیوانی و همکاران، ۲۰۰۴؛).

عملکرد دانه: عملکرد دانه در تیمار ۵ کیلو گرم کود هیومیکس ، ۶/۱۳ درصد نسبت به تیمار شاهد بدون هیومیکس افزایش نشان داد. استفاده از کود هیومیکس به میزان ۳ کیلو گرم در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۴/۱۰ درصد نسبت به شاهد شد. این تغییرات نشان دهنده یک روند لگاریتمی بین عملکرد دانه و مقدار کود هیومیکس می باشد بر این اساس افزایش عملکرد در اثر کود هیومیکس در ابتدا با افزایش بیشتر و در سطوح بالاتر کود هیومیکس کاهش یافت. این نتایج با نتایج سایر محققین مشابهت دارد.اسید هیومیك از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلولهای گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (ناردی و همکاران، ۲۰۰۲). دربررسی آیوسو و همکاران(۱۹۸۶) اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد دانه در جو شد. عملکرد دانه در اثر افزایش نیتروژن نیز تا ۱/۳۵۹ کیلو گرم افزایش و پس از آن کاهش یافت. روند این تغییرات با یک رابطه درجه دوم مشابهت داشت. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش حاضر و بررسی های قبلی انجام شده افزایش نیتروژن تا حدی که مقدار آن در خاک برای رفع نیاز گیاه طی مراحل رشد و نمو کافی باشد باعث افزایش عملکرد دانه می شود و مقادیر بیشتر آن تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه نخواهد داشت و حتی در مواردی به دلیل رشد زیاد از حد گیاه، سایه اندازی و نهایتاً خوابیدگی گیاه باعث کاهش عملکرد می شود(للوید و همکاران،۱۹۹۷). همبستگی صفات مورد بررسی نشان دهنده همبستگی مثبت و معنی دار بین کلیه صفات و اجزاء مورد بررسی در گندم بود.

غلظت نیتروژن در کاه و دانه: مقدار نیتروژن در کاه و دانه گندم دروم و به تبع آن مقدار پروتئین در دانه و عملکرد پروتئین در هکتار با افزایش مقدار کود هیومیکس به طور معنی داری افزایش یافت. افزایش مقدار نیتروژن در بافت های گیاهی گندم تحت تیمار اسید هیومیک به دلیل افزایش مقدار جذب نیتروژن می باشد (کوثر و عظام، ۱۹۸۵). تیمار اسید هیومیك در گندم از طریق کلات کردن عناصر در خاك باعث افزایش دسترسی ریشه به این عناصر می شود (مک کوویاک،۲۰۰۱).

جذب کل نیتروژن: در آزمایش حاضر افزایش جذب نیتروژن در اثر اضافه شدن کود هیومیکس افزایش مقدار پروتئین دانه گندم را نیز در بر داشت که مطابق با سایر نتایج بررسی شده می باشد(دلفاین و همکاران،۲۰۰۵). مقدار نیتروژن کاه و دانه و همچنین مقدار پروتئین دانه و عملکرد پروتئین نیز به طور معنی دار با افزایش مقدار نیتروژن افزایش یافت. نتایج بررسی های بسیاری از محققین نشان دهنده افزایش میزان پروتئین گندم با افزایش نیتروژن می باشد(کوپر و بلکنی،۱۹۹۰).

غلظت عناصر در برگ: غلظت عناصر فسفر ،پتاسیم، منیزیم، آهن، بر ، روی و مس با افزایش کود هیومیکس تاسطح ۳ کیلوگرم افزایش و پس از آن کاهش یافت.بر این اساس به نظر میرسد سطح مناسب کود هی.میکس به منظور جذب بیشتر این عناصر بین ۳ و ۵ کیلو گرم باشد. نتایج بررسی های قبلی نشان می‌دهد استفاده از اسید هیومیک در گیاهان زراعی، به انحلال وآزادسازی عناصر ماکرو ومیکرو کمک کرده ودر نتیجه نیاز به کودهای شیمیایی را به نحو محسوسی کاهش میدهد(آیاس و گولسر،۲۰۰۵). اغلب مطالعات انجام شده نشان دهنده افزایش جذب عناصر تحت تاثیر هیومیک و فولویک اسید هستند(مک کویک،۲۰۰۱)

منابع

امامي، ع. ۱۳۷۵. روش‌هاي تجزية گياه. نشريه فني شماره ۹۸۲. موسسة تحقيقات خاك و آب، تهران، ايران، ۱۲۸ صفحه.

حسینی ، ر.، گالشی، س.، سلطانی، ا.و کلاته، م.۱۳۹۰. اثر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام قدیم و جدید گندم.مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی.۴ (۱): ۱۹۹-۱۸۷

خاتمیان ،ن.،س.م. و نبوی کلارستاقی،، ک.ب. ۱۳۹۰. مطالعه اثرات اسید هیومیک برخصوصیات مورفولوژیک وعملکرد دانه گیاه تریتیکاله.اولین همایش مباحث نوین در کشاورزی. ص.۱۳۵-۱۲۶

سماوات، س. و ملكوتي، م. ۱۳۸۴ـــضرورت استفاده از اسیدهای آلي(هیومیك و فولویك)ـــبرای افـــزایش کمـي و کیفـي محصـولات کشـاورزی .نشريه فني شماره ۴۶۳. انتشارات سنا،تهران،ايران.

علي‌احيايي، م. و بهبهانی زاده، ع. ا. ۱۳۷۳. شرح روش‌های تجزیة شیمیایی خاك، جلد ۱، نشریه شماره ۸۹۳. موسسة تحقیقات خاك و آب تهران، ايران، ۱۲۸ صفحه.

مقدم، م.، بصیرت، ف. و شکیبا. م. ۱۳۷۲. تجزیه علیت دانه و برخی صفات مورفولوژیك در گندم پائیزه، مجله دانش کشاورزی، جلد ۱ و ۷۵- ۷۴ : ۲.
ملکوتي، م.ج.، و نفی‌سي،م. ۱۳۷۱. مصرف کود در اراضي فاریاب و دیم. انتشارات دانشگاه تربی‌ت مدرس تهران.ایران.
Abdel-Mawgoud, A. M., R El-Greadly, N. H. M., Helmy, Y. I., and Singer. S. M. ۲۰۰۷. Responses of tomato plants to different rates of humic based Fertilizer and NPK Fertilization. J. of Applied Sci. Res. ۳(۲): ۱۶۹-۱۷۴.
Ayas, H. and Gulser, F. ۲۰۰۵. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal of biological sciences ۵ (۶): ۸۰۱- ۸۰۴.
Bakry, B. A., Elewa, B.A, El- kramany, M.F., Wali, A. M. ۲۰۱۰. Effect of humic and ascorbic acids foliar application on yield and yield components of two Wheat cultivars grown under newly reclaimed sandy soil. International Journal of Agronomy and Plant Production. Vol., ۴ (۶), ۱۱۲۵-۱۱۳۳
Copper, J. L., and A. B. Blakeny. ۱۹۹۰. The effect of two forms of nitrogen fertilizer applied near anthesis on the grain quality of irrigated wheat. Aust. J. Exp. Agric. ۳۰, ۶۱۵-۶۱۹.
Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., Alvino, A., ۲۰۰۵. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain. ۲۵, ۱۸۳-۱۹۱.
Giovanni, G., Silvano, P., and Giovanni, D. ۲۰۰۴. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bredd-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. Eur. J. Agron. ۲۱:۱۸۱-۱۸۲.
Kauser, A., Azam, F., ۱۹۸۵. Effect of humic acid on wheat seeding growth. Environmental and Experi. Bot. ۲۵,۲۴۵-۲۵۲.
Lloyd, A., J. Webb., Archer. J. R., and Bradly. R. S. ۱۹۹۷. Urea as a nitrogen fertilizer for cereals. J. of Agron. Sci. (Cambridge) ۱۲۸:۲۶۳-۲۷۱.
Maccarthy, P. ۲۰۰۱. The principles of humic substances. Soil Science ۱۶۶:۷۳۸-۷۵۱.
Mackowiak, C.L., Grossl, P.R. and Bugbee, B.G. ۲۰۰۱. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science Soc Am J ۶۵:۱۷۴۴-۱۷۵۰.
Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. ۲۰۰۲. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry ۳۴: ۱۵۲۷-۱۵۳۶.
Sebahattin, A., and Necdet, C. ۲۰۰۵. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.) .Agronomy. J.۴: ۱۳۰-۱۳۳.
Tan, K.H. ۲۰۰۳. Humic Matter in Soil and the Environment. Marcel Dekker, New York.۲۸۰ p.
Timothy, W. and Joe, E. ۲۰۰۳. Rice tertilization. Mississippi Agricultural and forestry Experiment station. No: ۱۳۴۱: ۱-۴.
Turkmen, O., Demir, S., Sensoy, S and Dursun, A. ۲۰۰۵. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. J. of Biol. Sci. ۵ (۵): ۵۶۵-۵۷۴.

Abstract:

In order to study the effects of nitrogen and humix organic acids on the yield and growth parameters of durum wheat, by using a factorial experiment in a randomized complete block design,the main and combined effects of three levels zero, ۳ and ۵ kg of humic acid and four levels of zero, ۹۰, ۱۳۵ and ۱۸۰ kg ha^{-1} nitrogen from urea source on. Behrang variety of wheat durum were studied. The results showed that straw and grain yields and then grain number per panicle were most affected by. humic acid fertilization. In compared to control, application of ۳ kg of humic acid, increased the plant height, panicle length, number of panicles per square meter, number of grains per panicle, grain weight, straw and grain yield ۳.۷,۸.۴,۶.۹,۱۳.۲,۱۰.۳,۱۵.۲ and ۱۳.۶ percent, respectively. Application of ۱۸۰ kg.ha^{-1} nitrogen in compared control increase straw and grain nitrogen, grain protein content and grain ۳۰.۳, ۶۵.۴, ۶۵.۳ and ۶۸.۱ percent respectively.

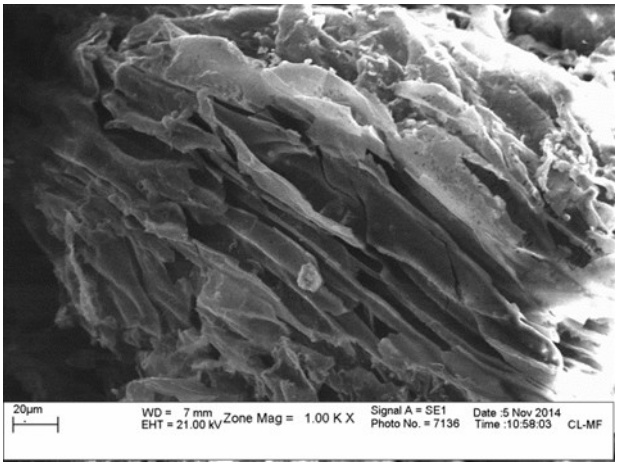
تاثیر کاربرد بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات رشدی گیاه ذرت در ستون خاک آلوده به سرب

میلاد بی ریا [۱]، عبدالامیر معزی [۲]، هادی عامری خواه [۳]، علی چَعَب [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳- مربی گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴- دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
بیوچارمحصول تجزیه حرارتی پسماندهای زیستی در غیاب ویا حضور اندک اکسیژن می باشد. این محصول بدلیل سطح ویژه و ظرفیت تبادل کاتیونی بالای خود ، موجب فراهمی عناصر غذایی و کاهش عناصر آلاینده در دسترس برای گیاه می شود. این پژوهش، به منظور بررسی تاثیر بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات کمی گیاه ذرت بصورت آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دوسطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم سرب و دو سطح صفر و ۴ درصد وزنی بیوچار با کاشت گیاه ذرت در ستونهای خاک آلوده به سرب انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که سرب موجب کاهش ارتفاع، وزن خشک ساقه و ریشه ، شاخص کلروفیل وسطح برگ گیاه ذرت شد. نتایج بدست آمده بیانگر این حقیقت می باشد، که بیوچار قادر به اصلاح خاک و بهبود رشد گیاه می باشد و می توان از آن برای بهبود خصوصیات خاک استفاده نمود.
کلمات کلیدی : بیوچار، سرب، ذرت

مقدمه
بیوچار ماده ای که در اثر تجزیه حرارتی پسماندهای زیستی در حضور اندک اکسیژن و یا بدون حضور آن تولید می شود. این ماده حاوی مقدار قابل ملاحظه ای از عناصر غذایی، املاح محلول و مقدار کمی از برخی عناصر سنگین می باشد. بیوچار دارای سطح ویژه بالا ، ظرفیت تبادل کاتیونی مطلوب و ساختار متخلخل می باشد. بیوچار به خاطر این خصوصیات ذاتی خود، قادر به تقویت خاک بوده و در نتیجه موجب بهبود رشد محصولات کشاورزی در خاک می شود(Glasser & Lehman, ۲۰۰۲). بسیاری از دانشمندان، در مطالعات خود به مزایای فراوان بیوچار اشاره کردند. از جمله این موارد، می توان به ذخیره سازی کربن و کاهش جذب فلزات سنگین در گیاه اشاره کرد(Sohi et al ۲۰۰۹). یکی از فلزات سنگین و از عوامل آلوده کننده محیط، سرب است که با ایجاد اثرات سمی شدید بر انسان ودیگر جانداران نقش مهمی در آلودگی محیط زیست در قرن حاضر دارد که مستقیما با مصارف زیاد صنعتی آن در ارتباط است . سرب یکی از پر دوام ترین فلزات است که می تواند ۵۰ تا ۱۵۰ سال در خاک باقی بماند، این عنصر با ورود به زنجیره ی غذائی، در بدن انسان و حیوانات تجمع یافته و بوسیله ایجاد جهش اثرات سرطان زائی می کند((Kabata-pondias, ۲۰۰۰. امروزه آلودگی خاکها به عناصر سنگین سنگین به یک معضل جهانی محیط زیستی تبدیل شده است. استفاده از جاذب های ارزانقیمت یکی از راهکارهای مفید برای مقابله با این پدیده می باشد. از انواع جاذب های ارزانقیمت بیوچار می باشد. یکی از مزایای مهم بیوچار، مدیریت ضایعات کشاورزی می باشد(احسان حمزه ایی و همکاران، ۱۳۹۱). این ماده با توجه به ظرفیت جذب بالای عناصر سنگین می توان به عنوان یک راهکار مفید برای پالایش خاک و حذف عناصر سنگین از خاک انجام شود. آزمایش حاضر به منظور بررسی کاربرد بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات رشدی گیاه ذرت در خاکهای آلوده به سرب انجام شد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در بهار و تابستان سال ۱۳۹۳، در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم سرب (pb۱۰۰۰ & pb۵۰۰) و دو سطح صفر و ۴ درصد وزنی بیوچار (b۴ & b۰)با کاشت گیاه ذرت در ستونهای خاک در سه تکرار بود. خاک مورد نظر از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز جمع آوری شد. برای تهیه بیوچار مورد استفاده از ماده اولیه باگاس نیشکر استفاده شد. بدین منظور ابتدا باگاس ها خشک و سپس کوبیده و از الک ۲ میلیمتر عبور داده شدند تا همگن شوند. سپس در یک کوره دست ساز تحت تجزیه حرارتی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. دما نیز توسط ترمومتر لیزری کنترل گردید. به منظور ایجاد شرایط خلاء کف جعبه های فلزی درب بسته با شمع حرارت داده شد تا اکسیژن آن به حداقل برسد. بعد از آماده سازی بیوچار، مرفولوژی آن با دستگاه SEM تعیین شد (Rajkovich et al, ۲۰۱۱).در شکل ۱، ساختار مرفولوژی بیوچار باگاس نیشکر، آورده شده است.



شکل ۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی رویشی بیوچار باگاس نیشکر مورد استفاده

برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک و بیوچار نیز تعیین گردید. بافت خاک به روش هیدرومتری با تبعیت از روش page et al ۱۹۸۲ اندازه گیری شد. کربنات کلسیم هم از طریق تیتراسیون با تیتر اندازه گیری شد.((Tempel et al, ۱۹۸۱. همچنین برای اندازه گیری EC و pH خاک ابتدا از نمونه خاک گل اشباع تهیه و سپس عصاره گیری گردید، آنگاه هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع بوسیله دستگاه هدایت سنجی (EC- متر) قرائت گردید. سپس با دستگاه pH متر دیجیتالی pH گل اشباع قرائت گردید(Rahoads et al, ۱۹۷۰). اندازه گیری مواد آلی توسط اکسیداسیون تر انجام شد. و کربن آلی خاک توسط روش والکلی بلک تعیین شد. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نیز توسط روش استات سدیم اندازه گیری شد. برای اندازه گیری pH بیوچار، ۱۰ میلی لیتر کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار، به یک گرم بیوچار خشک شده اضافه می گردد(نسبت یک به ده بیوچار به محلول).سپس نمونه تکان داده شده و پس از ۲۴ ساعت، pH آن خوانده شد. برای اندازه گیری هدایت الکتریکی بیوچار نیز همانند pH موارد گفته شده انجام و سپس توسط EC سنج قرائت گردید. اندازه گیری کربن، ازت، گوگرد، اکسیژن و هیدروژن در بیوچاربا استفاده از دستگاه آنالیز عنصری در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید چمران اهواز صورت پذیرفت. همچنین سرب بیوچار نیز با استفاده از روش هضم تر و قرائت توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد(Rajkovich et al, ۲۰۱۱). برای انجام آزمایش، ابتدا خاک ها آلوده شده و بعد از ۲ تا ۳ هفته تیمارهای بیوچار به آن اعمال شد. سپس،این خاک ها را به مدت ۴۵ روز در رطوبت ۷۰ درصد ظرفیت زراعی (FC) قرار داده، تا تعادل در خاک ایجاد گردد. سپس نمونه های خاک انکوبه شده که قبلا خشک شده اند،به ستون ها منتقل شد. مقدار خاک در هر ستون به طور یکنواخت توزین شده و به ستون منتقل شد. که این مقدار برای هر ستون سه کیلوگرم بود. برای این مورد،خاک مورد نیاز با توجه به جرم مخصوص ظاهری خاک و ابعاد ستون ها محاسبه گردید.لازم به ذکر است که برای تهیه ستونهای مورد نیاز برای پژوهش، از ستونهایی از جنس لوله پلی اتیلن با ارتفاع ۳۰ سانتی متر و قطر ۴ اینچ(معادل ۱۰ سانتی متر) استفاده شد(مهناز غلامی کذرجی و همکاران، ۱۳۹۱). در هر ستون ۳ بذر ذرت کاشته شد.بعد از ۲ هفته تعداد بذرها در هر ستون به ۱ عدد کاهش داده شد.سپس،بعد از هشت هفته آنها را برداشت نموده و خصوصیات آنها اندازه گیری شد. ارتفاع گیاه با خط کش T، شاخص کلروفیل با کلروفیل متر SPAD ۵۰۲، شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه دستگاه اندازه گیری سطح برگ[۱۷۴] (Divises LTD, UK) Delta T -موجود در گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز و وزن خشک ساقه و ریشه با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد(رویا کریمی و همکاران، ۱۳۹۰). جهت آنالیز داده ها از نرم افزار SAS و برای مقایسات میانگین از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

در راستای اهداف طرح، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و بیوچار مورد مطالعه در جداول ۱ و ۲ ارائه گردیده است :

جدول ۱- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	شن(%)	سیلت(%)	رس(%)	ظرفیت تبادل کاتیونی(cmol/kg)		اسیدیته(گل اشباع)	
سیلت	18.6	74.5	6.9	18.2			7.5

ادامه جدول ۱

[۱۷۴] -Leaf area metter

کربنات کلسیم معادل(%)	هدایت الکتریکی(ds/m)	کربن آلی(%)	ماده آلی(%)	سرب(mg/kg)	نیتروژن(mg/kg)
45.6	5.46	0.357	0.612	4.9	0.5

جدول ۲- خصوصیات بیوچار مورد مطالعه

pH	EC(ds/m)	نیتروژن(%)	هیدروژن(%)	اکسیژن(%)	درصد خاکستر(%)	سرب(mg/kg)
7.55	0.84	0.279	3.83	19.51	5.5	1.75

تاثیر کاربرد تیمارهای بیوچار بر خصوصیات مختلف گیاه ذرت در ستون های خاک آلوده به سرب

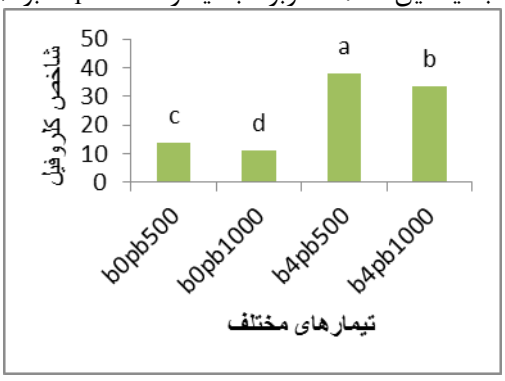
در این آزمایش تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوچار در خاک های آلوده به کادمیوم بر خصوصیات مختلف گیاه ذرت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بیوچار بر شاخصهای وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، کلروفیل، سطح برگ و ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱% معنیدار شد.

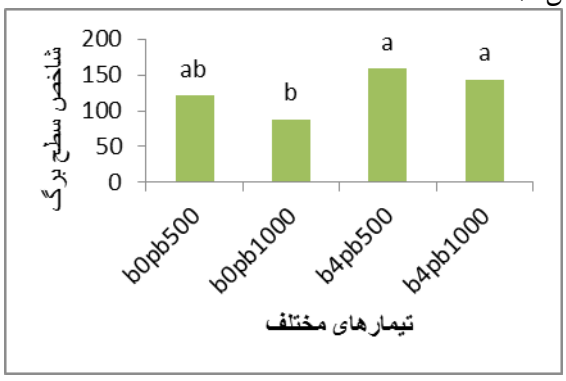
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای بیوچار بر میزان وزن خشک اندام هوایی و ریشه، کلروفیل، سطح برگ و ارتفاع گیاه در خاک های آلوده به کادمیوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	کلروفیل	سطح برگ	ارتفاع گیاه
تیمار	۳	۹۵/۵ **	۰۷/۲ **	۱۶/۵۶۵ **	۳۸/۱۵۸۱۰ **	۶۶/۳۱۵ **
خطای کل	۶	۰۹/۰	۰۱/۰	۰۲/۳	۴۷/۱۰	۹۱/۱۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۴/۱۶	۴۵/۱۵	۸۷/۱۴	۴۰/۱۴	۷۳/۱۴

بهترتیب تفاوت معنیدار در سطح ۱%، تفاوت معنیدار در سطح ۵% و عدم وجود اختلاف معنیدار ns و *،**

نتایج تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوچار بر میزان شاخص کلروفیل در خاک های آلوده به سرب نشان داد، بیشترین میزان کلروفیل با میانگین ۱۸/۳۸ مربوط به تیمار b۴pb۵۰۰ بود که با همه تیمارها در سطح احتمال ۵% اختلاف معنیداری داشت. کمترین میزان آن نیز با میانگین ۳۳/۱۱ مربوط به تیمار b۰pb۱۰۰۰ بود(شکل ۲). همچنین بیوچار تاثیر خوبی بر میزان شاخص سطح برگ گذاشت. به گونه ای که، بیشترین میزان سطح برگ با میانگین ۳۹/۱۵۸ مربوط به تیمار b۴pb۵۰۰ بود و کمترین آن نیز با میانگین ۹۶/۸۷ مربوط به تیمار b۰pb۱۰۰۰ بود(شکل ۳).





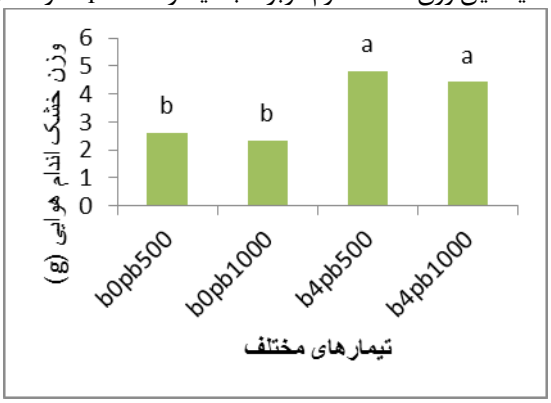
شکل۲- تاثیر بیوچار بر میزان کلروفیل گیاه ذرت **شکل۳- تاثیر بیوچار بر میزان سطح برگ گیاه ذرت**

نتایج تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوچار در خاک های آلوده به سرب بر ارتفاع گیاه ذرت نشان داد، بیشترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۶/۵۹ سانتی متر مربوط به تیمار b۴pb۵۰۰ بود و کمترین آن نیز با میانگین ۱۳/۴۳ سانتی متر در تیمار b۰pb۱۰۰۰ گزارش شد(شکل ۴).

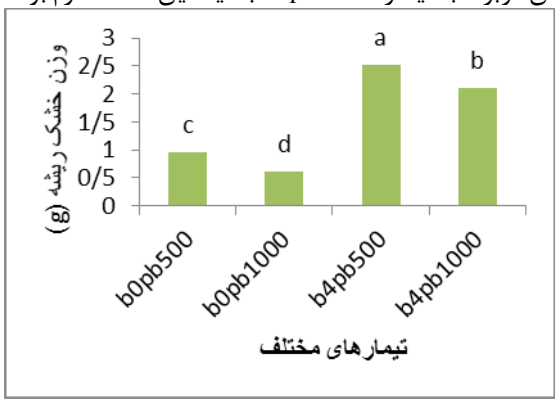


شکل ۴- تاثیر بیوچار بر ارتفاع گیاه ذرت

نتایج تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوچار بر میزان وزن خشک اندام هوایی در خاک های آلوده به سرب نشان داد، بیشترین وزن خشک اندام هوایی با میانگین وزن ۸۱/۴ گرم مربوط به تیمار b۴pb۵۰۰بود که با همه تیمارها جز تیمار b۴pb۱۰۰۰ (میانگین وزن ۴۲/۴ گرم) در سطح احتمال ۵% اختلاف معنیداری داشت. کمترین میزان آن نیز با میانگین ۳۲/۲ گرم در تیمار b۰pb۱۰۰۰ مشاهده شد.(شکل ۴). همچنین، بیوچار وزن خشک ریشه را نیز افزایش داد. به گونه ای که، بیشترین وزن خشک اندام هوایی با میانگین وزن ۸۱/۴ گرم مربوط به تیمار b۴pb۵۰۰ و کمترین آن مربوط به تیمار b۰pb۱۰۰۰ با میانگین ۶۱/۰ گرم بود(شکل ۵).



شکل۴- تاثیر بیوچار بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت



شکل ۵- تاثیر بیوچار بر وزن خشک ریشه گیاه ذرت

سرب دارای سمیت زیادی برای گیاهان می باشد. سرب در بازدارندگی فتوسنتز و تنفس به وسیله تاثیر مکانیزم های انتقال نقش دارند. این عنصر حتی به مقدار کم نیز می تواند روی تنفس میتوکندریایی موثر می باشد. بدین ترتیب، سرب از میزان کلروفیل گیاهان نیز خواهد کاست(orcutt and Nilsen, ۲۰۰۰). سرب با ممانعت از انجام فتوسنتز و تنفس و همچنین کاهش جذب مواد غذایی به وسیله گیاه، موجب کاهش و رشد آن می شود (مهدی رمضانی و ثریا قاسمی، ۱۳۹۰). . در نتیجه شاخص سطح برگ کاهش یافته و به دنبال آن، ارتفاع گیاه نیز کاهش خواهد یافت. همچنین وزن خشک اندام هوایی و ریشه نیز کاهش می یابد. کاربرد بیوچار در خاکهای آلوده به فلزات سنگین، موجب کاهش جذب عناصر سنگین توسط گیاه خواهد شد و در نتیجه ما شاهد افزایش رشد گیاه خواهیم بود. یو وای ایکس و همکاران نیز در مطالعه ای ، به کاهش غلظت عناصر سنگین در گیاهان موجود در خاکهای تیمار شده با بیوچار و بهبود رشد گیاه اشاره کردند.

نتیجه گیری کلی

بیوچار به دلیل سطح ویژه بالا، بهبود مصرف آب توسط گیاه و افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه، موجب افزایش رشد گیاه ذرت می شود. علاوه بر این، کاربرد بیوچار، نقش موثری را در تثبیت فلزات سنگین و در نتیجه کاهش قابلیت دسترسی و جذب آنها را در گیاه خواهد داشت. بدین ترتیب، با جذب و تثبیت فلزات سنگین از جمله سرب، تنش ناشی از فلزات سنگین را که از عوامل اصلی کاهش کارایی و رشد گیاه می باشد را، خواهد کاست. بدین ترتیب، استفاده از بیوچار با توجه به تولید اقتصادی و کارایی بالای آن می تواند یک راهکار نوین و مفید در جهت کاهش آلودگیهای خاک و افزایش رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

احسان حمزه ایی، امیر لکزیان، علیرضا آستارایی و امیر فتوت. تاثیر بیوچار و فاضلاب بر غلظت کادمیوم قابل جذب خاک و رشد گیاه ماش. سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب. شهریورماه ۱۳۹۱.

مهدی رمضانی وثریا قاسمی . بررسی گیاه پالایی سرب توسط گیاه ذرت (*Zea mays L*.). اولین همایش ملی گیاه پالایی. کرمان، بهمن ماه ۱۳۹۰.

) مهناز غلامی کذرجی،عبدالامیر معزی،هادی عامری خواه. ۱۳۹۱. مطالعه حرکت سرب در خاک آهکی در حضور EDTA و سورفکتانت آنیونی. اولین همایش ملی گردشگری و طبیعت گردی ایران زمین.

رویا کریمی،مصطفی چرم،محمود صلحی. ۱۳۹۰. ارزیابی پتانسیل پالایش خاکهای آلوده به سرب،کادمیم و نیکل توسط جو و کلزا. اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار. دانشگاه پیام نور،استان خوزستان.

۵.Glaser, B. Lehmann, J. Zech,W. ۲۰۰۲. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal : A Review. *Biol Fertil Soils* ۳۵ : ۲۱۹-۲۳۰.

Han, X.F., Kingery, W . L., Selim, H.M. and gerard, D. P., ۲۰۰۰. Accumulation of heavy metals in a long-term poultry waste-amended Soil. ,,Soil Science, ۱۶۵(۳) : ۲۶۰-۲۶۸.

Kabata-Pendias, A. ۲۰۰۰. *Trace elements in soils and plants*. Londan. CRC Press

Lehmann, J. Kern, D. C. Glaser, B. Woods, W. I. ۲۰۰۳. *Amazonian Dark Earths*: *Origin, Properties and Management*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

۹.orcutt and Nilsen, ۲۰۰۰ .Plant physiology under stress. John Willy Inc.

Page, A. L., ۱۹۷۴. Fact and effects of trace element in sewage sludge when applied to agricultural lands,, Environ. Technol. Ser, EPA-۶۷۰/۲-۷۴۰۰۵. Cincinnati Ohio.

۱۱.Rahoads. J. D., Ingvabon, R. D. and Hatcher, D. d. ۱۹۷۰. Labortory determination Leacheable soil boron. Soil Sci Soc. Am. Proc., ۳۴ : ۸۷۱-۸۷۵.

Shelby Rajkovich & AkioEnders & Kelly Hanley & Charles Hyland & Andrew R. Zimmerman. Johannes Lehmann. ۲۰۱۱. Corn growth and nitrogen nutrition after additions
of biochars with varying properties to a temperate soil. Biol Fertil Soils

Sohi, S. Lopez-Capel, E. Krull, E. Bol, R. ۲۰۰۹. Biochar's role in soil and climate change : a review of research needs. *CSIRO Land and Water Science Report* ۵۹ : ۱-۵۷.

Yu, X. Y. Ying, G. G. Kookana, R. S. ۲۰۰۹. Reduced plant uptake of pesticides with
biochar additions to soil. *Chemosphere* ۷۶ : ۶۶۵-۶۷۱.

۱۵. Wal kely, A. and I. A. Black. ۱۹۳۴. An examination of the degty are method for determination of soil organic matter and proposed modification of chronic acid method. Soil. Sc. Vol. ۳۷ : ۲۹-۳۸.

Abstract

Biochar thermal decomposition of organic waste in the absence or presence of oxygen is low. The product due to its high specific surface area and cation exchange capacity, availability of nutrients and reduction of pollutant elements available to the plant. This study was to evaluate the effect on some quantity of corn or sugar cane bagasse Biochar experimental design was a randomized complete block. The treatments consisted of two levels of ۵۰۰ and ۱۰۰۰ mg kg lead and both zero and ۴% by weight Biochar by planting corn in soil columns were contaminated with lead. The results showed that lead to a decrease in plant height, stem and root dry weight, chlorophyll and leaf area index and plant maize. The results showed that the fact is, that Biochar able to improve soil and promote plant growth and can be used to improve soil properties.

اثر ماده آلی و آهک بر آزادسازی پتاسیم از فلوگوپیت در ریزوسفر یونجه

زهره تمیزی [۱] ، حسین خادمی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲-استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
در این تحقیق تاثیر مقادیر متفاوت آهک و ماده آلی بر آزادسازی پتاسیم از کانی فلوگوپیت در شرایط گلخانه‌ای بررسی شده است. تیمارهای این آزمایش شامل پنج سطح آهک (۰، ۲، ۵، ۱۲و ۲۵ درصد) و چهار سطح ماده آلی (۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد) در سه تکرار بوده است. گلدان‌ها در طول دوره رشد با محلول غذایی فاقد پتاسیم تغذیه شده و بخش‌های هوایی گیاه طی چهار مرحله برداشت شده و هر بار غلظت پتاسیم در عصاره گیاهی اندازه‌گیری شده و میزان جذب پتاسیم توسط گیاه بر حسب میلی گرم بر گلدان محاسبه گردید.

واژه های کلیدی: آهک، ماده آلی، پتاسیم، فلوگوپیت.

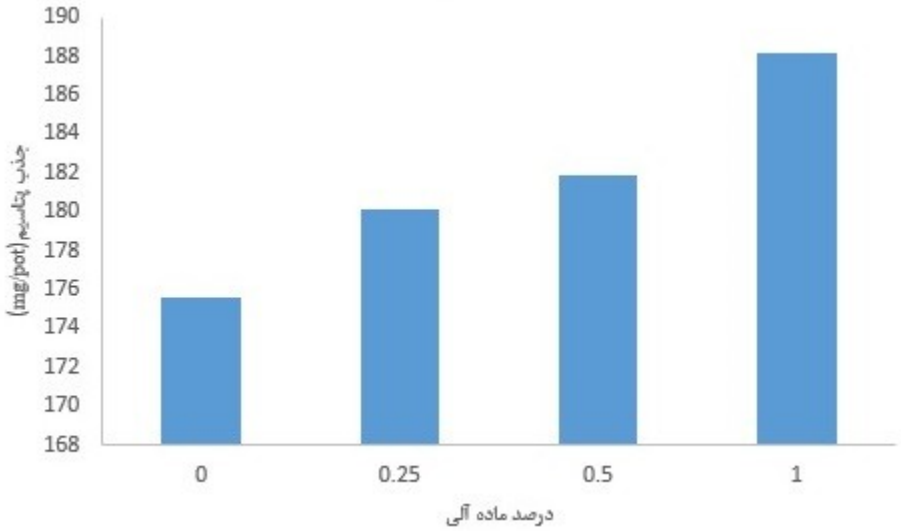
مقدمه
پتاسیم بعد از ازت یکی از مهمترین عناصر غذایی در حیات گیاهان بوده که علاوه بر وظایف فیزیولوژیکی بسیار مهمی که در گیاه بر عهده دارد، در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. به‌طوریکه از این عنصر به نام عنصر کیفیت نام برده می‌شود)ملکوتی و همکاران ۱۳۸۴).
پتاسیم یکی از ترکیبات اصلی پوسته زمین است. چهار شکل مختلف پتاسیم در خاک به ترتیب سهل‌الوصول بودن برای گیاهان شامل پتاسیم محلول، پتاسیم تبادلی، پتاسیم غیرتبادلی (تثبیت شده) و پتاسیم ساختمانی می‌باشد (ملکوتی و همکاران ۱۳۸۳). توزیع فرم‌های مختلف پتاسیم در خاک، به تعداد زیادی از خصوصیات خاک از جمله نوع و مقدار کانی‌های خاک، مقدار کربنات کلسیم، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد رس، کربن آلی، کلسیم و شوری خاک وابسته است .(Najafi-Ghiri., et al ۲۰۱۱) خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران، حاوی مقدار زیادی پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی هستند (Najafi- Ghiri ۲۰۱۰). پتاسیم حبس شده بین لایه‌های داخلی کانی‌های رسی در اکثر خاک‌ها منبع مهم پتاسیم برای رشد گیاهان می‌باشد (حسین‌پور و همکاران ۱۳۷۸).
به خاک‌هایی که در آن‌ها مقدار زیادی از کربنات‌ها به خصوص کربنات‌های کلسیم و منیزیم وجود داشته باشد، خاک‌های آهکی گفته می‌شود. این خاک‌ها عموما بر روی مواد مادری شدیداً آهکی تشکیل شده و در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا به فراوانی یافت می‌شوند .(Cecil., et al ۱۹۹۰) جذب تعداد زیادی از عناصر معدنی در خاک‌های آهکی به کندی انجام می‌گیرد. در بین این عناصر می‌توان آهن، فسفر، روی، کبالت و پتاسیم را نام برد (Ca^{2} Dong H. ۲۰۱۰)$^{+}$. فراوانترین کاتیون رایج برای جایگزینی پتاسیم بین لایه‌ای در این خاک‌ها است (Miller R. H. ۱۹۷۴). با توجه به اینکه تشکیل خاک‌های آهکی عمدتا در مناطق خشک و نیمه خشک دنیاست، یکی از نقایص خاک‌های آهکی کمبود مواد آلی و هوموس است. با اضافه نمودن مواد آلی به این خاک‌ها می‌توان تاثیرات مضر آهک بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها را کاهش داد.
مواد آلی یکی از شاخص‌ترین عواملی است که می‌توان جهت اصلاح خصوصیات نامطلوب خاک‌ها استفاده کرد .Evangelou V (P., et al ۱۹۹۴). افزودن مواد آلی به میزان قابل توجهی بر خصوصیات فیزیکی و ویژگی‌های شیمیایی خاک نظیر پهاش، ظرفیت تبادل کاتیونی، ازت کل، مقدار فسفر قابل جذب، هدایت الکتریکی، غلظت عناصر سنگین و قابلیت جذب عناصر اثر می‌گذارد (Fiedler S., et al ۲۰۰۴). مواد آلی از طریق تشکیل کمپلکس‌های محلول با آهن بیشترین سهم را در رفع کمبود آهن گیاه دارند (Rodriguez-Navarro A., et al -۲۰۰۶). اسیدهای آلی که در خاک‌ها از تجزیه باقی‌مانده‌های گیاهی، حیوانی، مواد هومیکی، متابولیسم میکروبی و فعالیت ریزوسفر تولید می‌شوند، برای هوادیدگی کانی‌های اولیه خاک مهم هستند (Gerke J., et al ۲۰۰۰). این اسیدها می‌توانند هوادیدگی کانی‌ها و سنگ‌ها را از طریق مکانیزم‌های پروتون‌دهی، کلات کردن یون‌های فلزی و احیاء فلزات تسهیل کنند و عناصر غذایی را از خاک‌ها و کانی‌ها آزاد سازند (Havlin J. L., et al ۱۹۸۵). اسیدهای آلی باعث افزایش پایداری گیاهان در خاک‌های ضعیف از لحاظ عناصر غذایی، مانند خاک‌های آهکی می‌شوند. اسیدهای آلی موجب افزایش تحرک عناصر غذایی با حلالیت کم درخاک می‌شوند (Sparks D. L., et al ۱۹۸۵).
تاکنون تحقیقات بسیاری در زمینه‌ی عوامل موثر بر آزادسازی پتاسیم از کانی‌های میکایی صورت گرفته است. با توجه به اینکه خاک‌های آهکی بخش عمده‌ای از خاک‌های کشور را به خود اختصاص می‌دهند و بخش عمده‌ای از خاک‌های ایران در گروه شدیدا آهکی طبقه بندی می‌شوند، بررسی تاثیر اضافه نمودن ماده آلی به این خاک‌ها و اثر متقابل آهک با ماده آلی در آزادسازی پتاسیم از کانی‌های میکایی فراوان موجود در این خاک‌ها، حائز اهمیت است.

مواد و روش‌ها

کشت گلخانه‌ای در گلخانه تحقیقاتی مرکز پژوهشی کشت بدون خاک دانشگاه صنعتی اصفهان در یک طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و با آرایش فاکتوریل انجام شد. فاکتورهای متغیر در این تحقیق شامل: ۱- ماده آلی در چهار سطح ۰، ۲۵/۰، ۵/۰ و ۱ درصد و ۲- آهک در پنج سطح ۰، ۲، ۵، ۱۲ و ۲۵ درصد می‌باشد. در این تحقیق از گلدان‌های ۷۰۰ گرمی استفاده شد. در داخل هر گلدان در حدود ۶۰۰ گرم بستر کشت شامل شن کوارتزی، فلوگوپیت، آهک و ماده آلی اضافه شد. مقدار رس فلوگوپیت در داخل همه‌ی گلدان‌ها ثابت و به مقدار مساوی پتاسیم (۵/۰ درصد k_2o) بوده است. پس از آماده‌سازی گلدان‌ها، ۱۰ عدد بذر یونجه رقم رهنانی (Medicago sativa)، درون هر گلدان کشت شد. گلدان‌ها بوسیله آب مقطر آبیاری شده و بعد از جوانه زنی بذرها، وقتی گیاهان به مرحله دو برگی رسیدند، در هر گلدان سه گیاه نگه‌داری شده و بقیه خارج گردید. در ادامه گیاهان بوسیله آب مقطر و محلول غذایی فاقد پتاسیم تغذیه شد. وقتی گیاهان به میزان متناسبی از رشد رسیدند قسمت‌های هوایی گیاهان از بالای طوقه جدا شده و برای عصاره‌گیری آماده شد. برداشت دوم و سوم و چهارم نیز با فواصل مشخصی از برداشت اول انجام گرفت. در تجزیه‌های آزمایشگاهی عنصر پتاسیم جذب شده توسط گیاهان (غلظت پتاسیم در عصاره) بوسیله دستگاه شعله‌سنج اندازه‌گیری شده است.

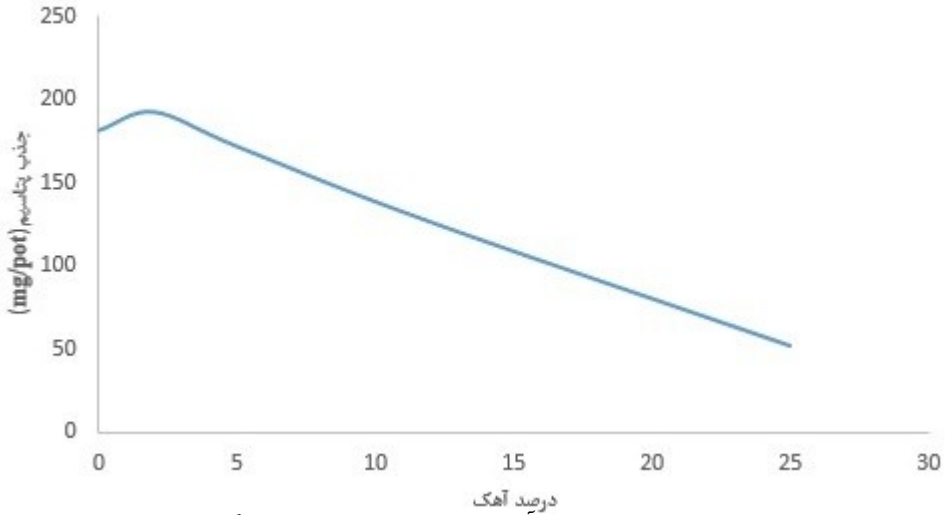
نتایج و بحث

میانگین جذب پتاسیم شاخساره در چهار سطح ماده آلی در شکل ۱ نشان داده شده است. در این شکل روند آزادسازی و جذب پتاسیم توسط گیاه با افزایش ماده آلی نشان داده شده است. بیشترین میزان جذب پتاسیم مربوط به گیاهان با بستر کشت حاوی ماده آلی ۱ درصد می‌باشد.



شکل ۱- میانگین جذب پتاسیم شاخساره گیاه یونجه

اثر آهک بر جذب پتاسیم توسط گیاه یونجه در شکل ۲ نشان داده شده است. میزان جذب پتاسیم توسط گیاهان به خوبی اثر آهک را بر آزادسازی و جذب پتاسیم را نشان می‌دهد. با افزایش درصد آهک میانگین جذب پتاسیم توسط گیاهان کاهش یافته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در خاک‌های شدیدا آهکی بخشی از مشکلات مرتبط با کمبود پتاسیم را می‌توان با اضافه کردن مواد آلی به خاک مرتفع نمود.



شکل ۲- اثر سطوح مختلف آهک بر جذب پتاسیم توسط گیاه یونجه

منابع

حسین‌پور، ع. ۱۳۷۸. مطالعه تثبیت پتاسیم، کمیت به شدت و سرعت آزادشدن پتاسیم غیرتبادلی در تعدادی از خاکهای ایران. پایان‌نامه دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۲۳ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و همایی، م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک "مشکلات و راه‌حل‌ها". انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۴۴۸ صفحه.

ملکوتی، م. ج.، شهابی ، ع. ا. و بازرگان ، ک. ۱۳۸۴. پتاسیم در کشاورزی ایران، انتشارات سنا، تهران. ۳۰۲ صفحه.

Cecil F. and Tester C. F. ۱۹۹۰. Organic amendment effects on physical and chemical properties of Somali soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۴: ۸۲۷-۸۳۱.

Dong, H. ۲۰۱۰. Mineral-microbe interactions: a review. *Front. Earth Sci., China*. ۴: ۱۲۷-۱۴۷.

Evangelou V. P., Wang J. and Phillips R. E. ۱۹۹۴. New developments and prspectives on soil potassium quantity/intensity relationships. *Adv. Agron*. ۵۲:۱۷۳-۲۲۷.

Fiedler S. and Sammer M. ۲۰۰۴. Water and redox conditions in wetland soils - their influence on pedogenic oxides and morphology. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۶۸: ۳۲۶-۳۵۵.

Gerke, J., Beissel L. and Romer W. ۲۰۰۰. The quantitative effect of chemical phosphate mobilization by carboxylate anions on P uptake by a single root. I. The basic concept and determination of soil parameters. *J. Plant Nutr. Soil Sci*. ۱۱۶۳: ۲۰۷-۲۱۲.

Havlin, J. L., Westfll D. G. and Olsen S. R. ۱۹۸۵. Mathematical models for potassium release kinetics in calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۴۹: ۳۷۱-۳۷۶.

Miller R. H. ۱۹۷۴. Microbiology of sewage sluge disposal in soil. *Report EPA*. ۶۷۰: ۲۷۴-۲۸۵.

Najafi-Ghiri M., Abtahi A., Jaberian F. and Owliaie H. R. ۲۰۱۰. Relationship between soil potassium forms and mineralogy in highly calcareous soils of southern Iran. *Aust. J. Basic Appl. Sci*. ۴: ۴۳۴-۴۴۱.

Najafi-Ghiri, M., Abtahi A., Owliaie H.R., Hashemi S.S., Koohkan H. ۲۰۱۱. Factors affecting potassium pools distribution in highly calcareous soils of southern Iran. *Arid Land Res Manag* . ۲۵: ۳۱۳-۳۲۷.

Rodriguez-Navarro A. and Rubio F. ۲۰۰۶. High affinity potassium and sodium transport systems in plants. *J. Exp. Bot*. ۵۷: ۱۱۴۹-۱۱۶۰.

Abstract

The effect of different amounts of lime and organic matter on the release of potassium from phlogopite was studied under greenhouse conditions. The experiment consisted of five levels of lime (۰, ۲, ۵, ۱۲ and ۲۵%) and four levels of organic matter (۰, ۰.۲۵, ۰.۵ and ۱%) with three replicate. Pots during the growing season was supplied with a solution potassium-free nutrient solution. Plant shoots were harvested in four stages and each time

the potassium concentration in plant extracts was measured and potassium uptake by plants was reported in terms of milligrams per pot calculated.

تأثیر مصرف توأم نیکل و آهن بر شد ذرت در یک خاک آهکی

منیره عیدی [۱]، عادل ریحانی‌تبار [۲]، نصرت اله نجفی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز ،۲-دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده
تحقیق حاضر به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط گلخانه‌ای در سه تکرار و در یک خاک آهکی انجام گرفت. فاکتورها شامل غلظت نیکل در چهار سطح (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک) از منبع سولفات نیکل خالص و آهن نیز از دو منبع سولفات آهن و سکوسترین آهن تجاری در پنج سطح (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن بر کیلو گرم خاک) به خاک مورد نظر افزوده شد. نتایج نشان داد که در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک، وزن خشک بخش هوایی به ترتیب ۲۱/۱۶ و ۹۵/۳۱ درصد و وزن خشک ریشه به ترتیب ۵۷/۲۸ و ۸۲/۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافتند. ارتفاع ساقه در حضور ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک، ۰۲/۱۴ درصد کاهش و همچنین قطر ساقه در هر دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک ۸/۹ درصد کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: نیکل، آهن، تعادل عناصر غذایی، برهمکنش

مقدمه
نیکل (Ni) یکی از جدیدترین عنصرهای اضافه شده به فهرست عناصر ضروری کم مصرف برای گیاهان است. نیکل ۵ حالت اکسایشی دارد (۰، ۱+، ۲+، ۳+، ۴+) که معمول‌ترین حالت اکسیداسیون نیکل در خاک و شکل قابل جذب آن توسط گیاهان Ni^{+2} می‌باشد (Greenwood and Earnshaw, ۱۹۹۷). از میان حالت‌های اکسیداسیونی نیکل، فقط Ni^{+2} در محدوده وسیعی از pH و شرایط اکسید و احیایی موجود در محیط خاک، پایدار است. به دنبال گزارش غلظت زیاد نیکل در خاک و آب‌های زیر زمینی در مقیاس جهانی، نگرانی درباره سمیّت نیکل برای بشر و سایر موجودات زنده افزایش یافته است. نیکل از راه‌های گوناگون همچون هوادیدگی موادمادری، فاضلاب‌های صنعتی وآفت‌کش‌ها به اراضی کشاورزی وارد می‌شود. این عنصر می‌تواند به آسانی جانشین فلزات ضروری موجود در آنزیم‌ها شود و در نتیجه باعث اختلال در مسیرهای متابولیک ایجاد می‌شود (Alloway, ۱۹۹۰). مقادیر بالاتر از ۶۰ mg/kg در خاک (EPA, ۱۹۹۵) و ۲۰ ng/kg در بدن انسان (Naidu et al, ۲۰۰۳) مقادیر مخاطره‌آمیز نیکل می‌باشند. دامنه کفایت نیکل در گیاهان از ۰۱/۰ تا ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم وزن خشک متغیر است (Gerendas Macher, ۱۹۹۷). گزارش اخیر در مورد پاسخ رشدی به افزودن نیکل در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که کمبود نیکل اثرات منفی زیادی بر رشد و متابولیسم گیاه دارد. این اثرات شامل کاهش رشد گیاه، پیری زودرس گیاه، اختلال در متابولیسم نیتروژن و جذب آهن می‌باشد (Brown et al, ۱۹۸۷). اکثر تحقیقات در مورد بکارگیری نیکل در محیط رشد گیاهان به ویژه در ایران در سیستم‌های هیدروپونیک انجام یافته و گزارش شده است که نیکل در غلظت‌های پایین باعث افزایش رشد اسفناج (Khan et al, ۱۹۹۷)، کلم، ذرت و شبدر (Yang et al, ۱۹۹۶) و خیار (Tabatabaei, ۲۰۰۹) شده، یافته‌های طباطبایی نشان داد که مصرف ۵/۰ میلی‌گرم نیکل بر لیتر سبب افزایش معنی‌دار سطح برگ و عملکرد خیار شد و مقادیر بالا (۱ میلی گرم بر لیتر) و پایین‌تر نیکل، رشد گیاه خیار را دچار اختلال کرد. لذا هدف از انجام این تحقیق بررسی پاسخ گیاه ذرت به سطوح نیکل و آهن و همچنین بررسی تأثیر توأم نیکل و آهن بر میزان رشد گیاه ذرت می‌باشد.

مواد و روش‌ها
مقداری خاک مزرعه از ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز با این هدف که میزان نیکل و آهن قابل جذب آن کم باشد تا بتوان تأثیر مصرف توأم این دو عنصر را بهتر مطالعه کرد نمونه برداری و پس از خشک کردن آن در هوا و مخلوط کردن کامل از الک ۲ میلی‌متری عبور و سپس برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شد. برای افزودن سطوح نیکل به خاک و کشت گلخانه ای ابتدا مقادیر ۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک از منبع سولفات نیکل خالص ($NiSO_4$) در رطوبت ظرفیت مزرعه ((FC به خاک مورد نظر (عبوری از الک شمارة ۴ با قطر ۷۵/۴ میلی‌متر) اضافه و به طور متناوب هم زده شدند و سه چرخه مرطوب کردن (تا رطوبت (FC و خشک کردن (تا رطوبت هواخشک) جهت اختلاط کامل نیکل با خاک اعمال شد. سپس آهن از دو منبع سولفات آهن و سکوسترین آهن تجاری (FeEDDHA) در ۵ سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن بر کیلو گرم خاک به خاک مورد نظر افزوده شد. در نهایت نمونة خاک‌ها هواخشک و سپس در گلدان ریخته و آماده کشت شد. عناصر مس و منگنز به میزان ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب از منابع سولفات مس و سولفات منگنز و همچنین نیتروژن به میزان ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از منبع اوره در سه تقسیط به خاک گلدان‌ها افزوده شدند. سپس ۵ عدد بذر در هر گلدان کشت گردید. بعد از یک هفته گیاهان به ۳ عدد در هر گلدان تنک شدند بعد از اتمام ۹۰ روز، گیاهان برداشت و اندام‌هوایی و ریشه‌ها از هم جدا شدند. ارتفاع گیاه

به وسیله خط‌کش و قطر ساقه در محل طوقه به وسیله کولیس اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها با آب مقطر شسته و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند. بعد از اتمام این مدت، نمونه‌ها از آون خارج گردید و با ترازوی دیجیتالی و با دقت (±۰۰۱/۰g) وزن خشک آن‌ها تعیین گردید. نمونه‌ها پس از خشک شدن با استفاده از آسیاب برقی با تیغه آلومینیومی خرد شدند. به منظور جلوگیری از آلودگی نمونه‌ها، پس از آسیاب نمودن هر نمونه، محفظه کاملاً با آب مقطر شسته شده و خشک گردید. روش ترسوزانی برای هضم نمونه‌های گیاهی به کار رفت (Waling et al, ۱۹۸۹). غلظت آهن و نیکل گیاه در عصاره حاصل از ترسوزانی با دستگاه جذب اتمی مدل (Shimadzu,AA-۶۳۰۰) اندازه‌گیری شد. رسم نمودارها با Excel و آنالیز آماری با نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین با آزمون LSDدر سطح احتمال ۵% درصد انجام شد.

نتایج و بحث

برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده شده در جدول ۱ آمده است. خاک مورد مطالعه آهکی و دارای بافت متوسط بود.

جدول۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش گلخانه‌ای

کلاس بافت	شن	رس	سیلت (درصد)	ماده آلی	ازت	EC_e dS/m	pH_e	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز (mg/kg)	مس	روی	نیکل
لوم رس شنی	۱۶/۴۹	۲۵	۸۴/۲۵	۷۵/۲	۳۲/۰	۶۸/۰	۱/۸	۳/۴۲	۹/۷۱۸	۶۳/۳	۱۵/۲	۹/۰	۴۴/۱	Nd

.مقادیر تمام عناصر به صورت قابل جذب و مقدار نیکل کل گزارش شده است*

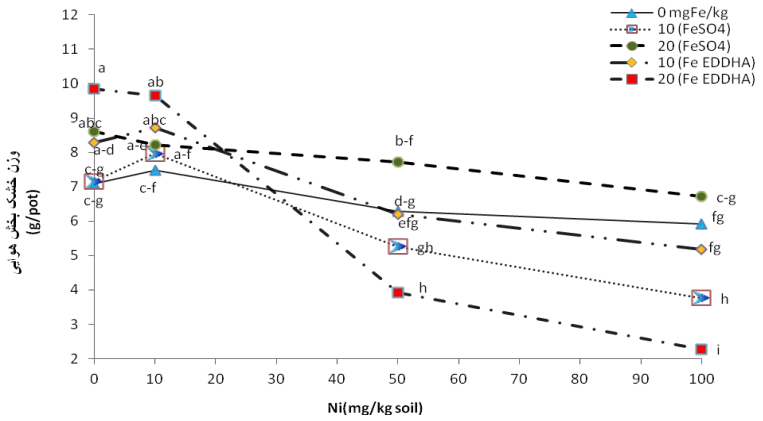
وزن خشک بخش هوایی و ریشه

اثر اصلی نیکل بر وزن خشک بخش هوایی و ریشه‌ی گیاه ذرت در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک نسبت به شاهد معنی‌دار بود، در حالی که تأثیر ۱۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک بر وزن خشک بخش هوایی و ریشه نسبت به شاهد معنی‌دار نبود؛ به طوری که در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک، وزن خشک بخش هوایی به ترتیب ۲۱/۱۶ و ۹۵/۳۱ درصد و همچنین وزن خشک ریشه به ترتیب ۵۷/۲۸ و ۸۲/۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافتند (جدول ۲). افزایش سطوح آهن (سولفات آهن و سکوسترین آهن) در مقایسه با شاهد، باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی و ریشه شد، به استثناء وزن خشک ریشه که حضور ۱۰ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک از منبع سولفات آهن اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نیکل و آهن نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، وزن خشک بخش‌هوایی فقط در سطح ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن کاهش معنی‌دار مشاهده شد (شکل ۱). با افزایش سطوح نیکل از صفر به ۱۰۰ میلی‌گرم، تغییرات وزن خشک ریشه در سطح شاهد آهن، فقط در بین سطوح صفر و ۱۰۰ میلی گرم نیکل معنی‌دار بود، اما در سطح ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن فقط در سطح ۵۰ میلی‌گرم نیکل کاهش معنی‌دار مشاهده شد (شکل ۲).

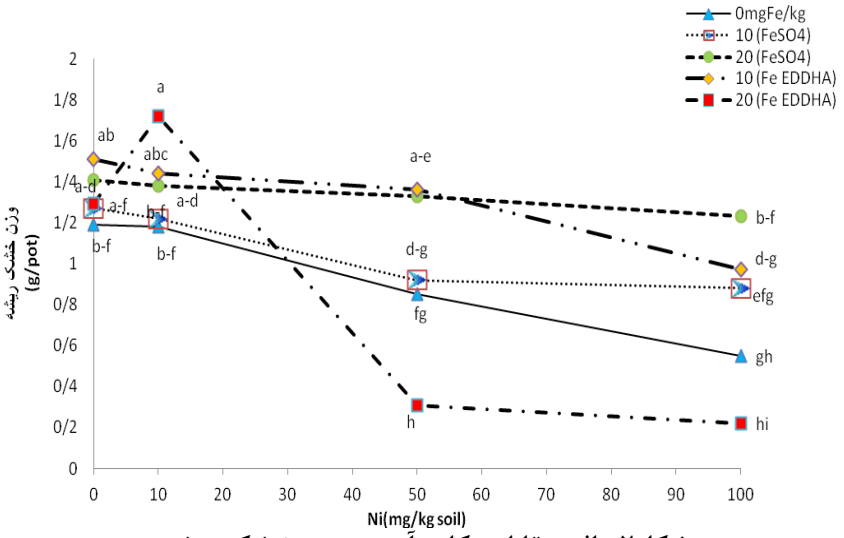
در گیاه ذرت Fe و Niجدول۲- وزن خشک بخش‌هوایی و ریشه، ارتفاع و قطر ساقه تحت اثر اصلی

اثر اصلی	سطوح	وزن خشک بخش هوایی	وزن خشک ریشه	ارتفاع ساقه	قطر ساقه
		(g/pot)		(cm)	
نیکل	۰	a۲۰/۸	a۳۳/۱	a۴۹/۹۸	a۵۱/۰
	۱۰	a۴۰/۸	a۳۸/۱	ab۶۶/۹۳	a۵۲/۰
	۵۰	b۸۷/۶	b۹۵/۰	ab۵۴/۹۱	b۴۶/۰
	۱۰۰	b۵۸/۵	b۹۲/۰	b۶۸/۸۴	b۴۶/۰
آهن	۰	d۲۸/۵	c۹۶/۰	c۸۳/۵۵	d۲۸/۰
	۱(۱۰)	c۰۲/۶	c۰۷/۱	b۴۲/۶۶	c۴۶/۰
	۲۰ (۱)	a۲۳/۸	b۳۶/۱	a۳۴/۹۶	b۵۱/۰
	۱۰ (۲)	b ۰۱/۸	b۳۹/۱	b۸۰/۶۹	b۵۱/۰
	۲۰ (۲)	b۹۳/۸	a۸۵/۱	a۸۸/۱۰۲	a۶۲/۰

.و ۲ به ترتیب اشاره به سولفات آهن و سکوسترین آهن دارد ۱



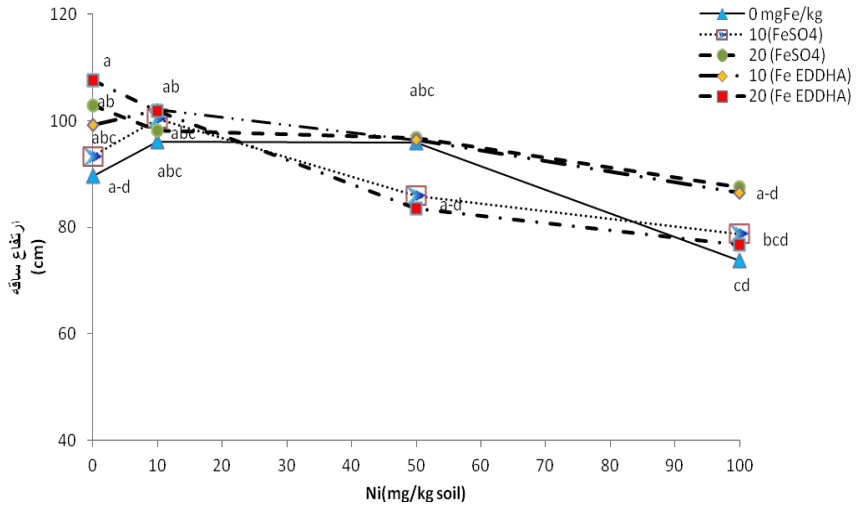
شکل ۱- اثر متقابل نیکل و آهن بر وزن خشک بخش هوایی



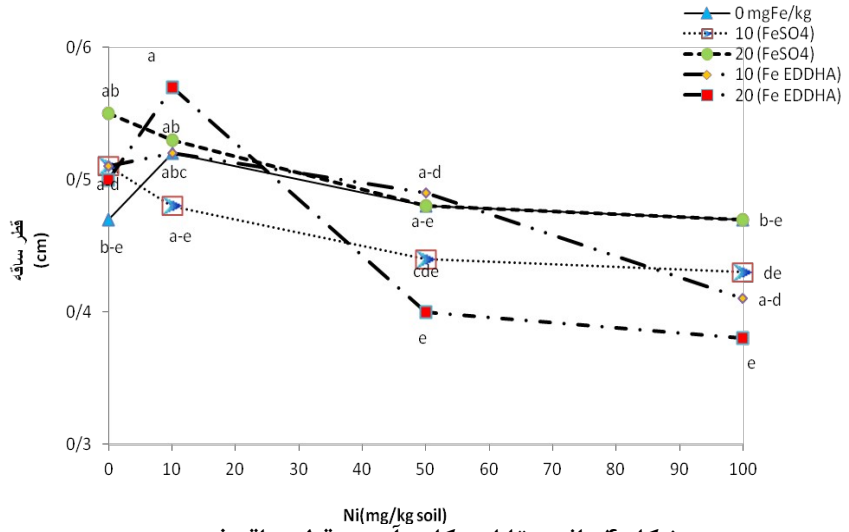
شکل۲- اثر متقابل نیکل و آهن بر وزن خشک ریشه

ارتفاع و قطر ساقه

اثر اصلی نیکل بر ارتفاع ساقه ذرت در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک نسبت به شاهد معنی‌دار، در حالی که تأثیر ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک بر ارتفاع ساقه نسبت به شاهد غیرمعنی‌دار بود؛ به طوری که ارتفاع ساقه در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک، ۰۲/۱۴ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۲). افزایش سطوح آهن (سولفات آهن و سکوسترین آهن) در مقایسه با شاهد، باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع ساقه ریشه شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نیکل و آهن نشان داد که با افزایش سطوح نیکل تغییرات معنی‌داری در هیچ کدام از سطوح آهن مشاهده نشد (شکل ۳). اثر اصلی نیکل بر قطر ساقه ذرت در سطح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک نسبت به شاهد معنی‌دار بود ؛ به طوری که در هر دو سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک ۸/۹ درصد نسبت به شاهد کاهش مشاهده شد. در حالی که تأثیر ۱۰میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک بر قطر ساقه نسبت به شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نیکل و آهن نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، در سطح ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن، قطر ساقه از ۵/۰ ((cm در سطح شاهد نیکل به ۵۷/۰ ((cm در سطح ۱۰، ۴/۰ ((cm در سطح ۵۰ و ۴۴/۰ ((cm در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل رسید، همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش سطوح نیکل از ۱۰ به ۵۰ میلی‌گرم قطر ساقه به طور معنی‌داری کاهش یافته است (شکل ۴).



شکل ۳- اثر متقابل نیکل و آهن بر ارتفاع ساقه ذرت



شکل ۴- اثر متقابل نیکل و آهن برقطر ساقه ذرت

منابع

Alloway B.J. (Ed). ۱۹۹۰. Heavy Metals in Soils. Blaikie and John Wiley and Sons Inc, : New York.

Brown P.H., Welch R.M and Cary E.E. ۱۹۸۷. Nickel: A micronutrient essential for higher plants. Plant Physiol, ۸۵:۸۰۱-۸۰۳.

EPA. ۱۹۹۵. Guidelines for the Utilisation of Treated Effluent Irrigation.

Gerendas J and B Sattel Macher. ۱۹۹۷.Significance of Ni supply for growth, urease activity and the concentration of urea, amino acids, and mineral nutrients of urea-grown plants. Plant Soil, ۱۹۰: ۱۵۳-۱۶۲.

Greenwood N.N., Earnshaw A. ۱۹۹۷.Chemistry of the Elements, Second Edition. Butteworth Heinemann.

Khan N.K., Wantanabe M and Wantanabe Y. ۱۹۹۷. Effect of different concentrations of urea with or without nickel on spinach (*Spinacia oleraceae L.*) under hydroponic culture. Pp. ۸۵-۸۶. *In*: Ando, T. et al. (Eds.), Kluwer Academic Publ. Dordrecht.

Naidu R., Bolan N. S., and Owens, G. (۲۰۰۳). Risk based land management: A cost effective tool for contaminated land management. Pp. ۵-۱۹. In: Currie LD, Stewart RB and Anderson CWN(eds). Environmental Management using Soil-Plant Systems, Occasional Report No.۱۶.Fertilizer and Lime Research Center, Massey University, Palmerston North.

Tabatabaei S.J. ۲۰۰۹. Supplements of nickel affect yield, quality, and nitrogen metabolism when urea or nitrate is the sole nitrogen source for cucumber. J. Plant Nutr, ۳۲: ۵, ۷۱۳-۷۲۴.

Waling I., Vark W.V., Houba V.J.G and Vanderlee J.J. ۱۹۸۹. Soil and Plant Analysis, a seris of syllabi.Part ۷. Plant Anal Proce.Wagen Agri Uni, the Netherlands.

Yang X., Baligar U.C., Martens D.C and Clark R.B. ۱۹۹۶. Plant tolerance to nickel toxicity: II nickel effects on influx and transport of mineral. J. Plant Nutr, ۱۹: ۲, ۲۶۵-۲۷۹.

Abstract

A factorial study was done in a randomized complete block design with three replications in a greenhouse in a calcareous soil. The Factors included the concentration of nickel in four levels (۰, ۱۰, ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni $kg^{-۱}$ soil) from pure nickel sulfate ($NiSO_۴$) (Merck Co) source and iron from iron sulfate and Commercial sequestrine iron in five levels of ۰, ۱۰ and ۲۰ mg Fe $kg^{-۱}$ soil, was added to the soil. The results showed that shoot dry weight were decreased at levels ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni $kg^{-۱}$ soil, respectively, ۲۱.۱۶ and ۳۱.۹۵% and dry weight of root respectively ۳۰.۸۳ and ۲۸.۵۷% compared to control. Stem height decreased in the presence of ۱۰۰ mg Ni $kg^{-۱}$ soil, ۲.۱۴% and stem diameter decreased at levels ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni/kg soil ۹.۸ % compared to control.

اثر تفاله پسته و بیوچار تولید شده از آن در دماهای مختلف بر پ هاش خاک

صدیقه صفرزاده شیرازی [۱] ، حامد رجبی [۲]
۱- استادیار بخش علوم خاک دانشگاه شیراز، ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشگاه شیراز

چکیده
این تحقیق به منظور بررسی اثر تفاله پسته و بیوچار تولید شده در سه دمای مختلف بر پ هاش خاک و در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل و در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل تفاله پسته و بیوچار تفاله پسته تولید شده در سه دمای مختلف (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس) و هرکدام در سه سطح (صفر، ۵، و ۱۰ درصد وزنی) بود. نتایج نشان داد که با افزایش دمای تولید بیوچار از ۲۰۰ به ۶۰۰ درجه سلسیوس، میانگین پ هاش خاک افزایش معنی‌دار یافت و پ هاش خاک با کاربرد بیوچار تفاله پسته (در هر سه دما)، افزایش معنی داری نسبت به تیمار تفاله پسته داشت. با کاربرد سطوح ۵ و ۱۰ درصد تفاله پسته و بیوچار آن در هر سه دما، پ هاش خاک به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت.

واژه های کلیدی: تفاله پسته، بیوچار، دما، پ‌هاش خاک

مقدمه
یکی از مهمترین مشکلات در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک کمبود ماده آلی خاک است. از آنجایی که میزان مواد آلی خاک‌های ایران پایین است استفاده از مواد آلی از دیر باز مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است. به طور تقریبی، سالانه ۳۰۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایای حاصل از برداشت پسته به صورت تفاله پسته تولید می شود، و از آن‌ها استفاده‌ای نمی شود (شیرانی و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین شاید استفاده از این تفاله ها به عنوان کود زیستی راه حل مناسبی جهت بهبود ویژگی های خاک های ایران باشد. البته قبل از کاربرد آنها بایستی مطالعه بر روی ویژگی های تفاله پسته و بیوچار حاصل از آن انجام شود. بیوچار[۱۷۵]، زغال تهیه شده از زیست توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که طی فرآیند آتشکافت[۱۷۶] تولید می‌شود (لهمان و جوزف، ۲۰۰۹). بیوچار ترکیب پایداری از کربن، ماده‌ای متخلخل و بسیار ریز دانه است که در دمای کم تا متوسط تحت شرایطی با اکسیژن محدود تولید می‌شود، طی این فرآیند نوعی سوخت زیستی به صورت مایع یا گاز هم تولید می‌شود که برای مصارف مختلف قابل استفاده است (سوهی و همکاران، ۲۰۰۹). در سال‌های اخیر استفاده از منابع مهم زیستی مانند بیوچار برای اصلاح خاک‌های فقیر از مواد مغذی و برای بازسازی محیط زیست رو به افزایش است (ولف و همکاران، ۲۰۱۰). هر چند بیوچار یک اصطلاح جدید است، اما یک ماده جدید نیست. خاک‌های سراسر جهان از طریق وقایع طبیعی مانند آتش‌سوزی جنگل و مراتع حاوی بیوچاراند (اونیل و همکاران، ۲۰۰۹). عوامل تأثیر گذار بر ویژگی های بیوچار تولید شده عبارتند از: نوع مواد اولیه، ویژگی مواد اولیه (فیزیکی و شیمیایی)، دما و مدت زمان لازم برای فرآیند آتش‌شکافت (برد و همکاران، ۲۰۱۰؛ اندرس و همکاران ۲۰۱۲). کاربرد بیوچار باعث تغییرات پ هاش، قابلیت هدایت الکتریکی (EC)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و سطوح مواد غذایی در خاک می‌شود (لیانگ و همکاران، ۲۰۰۷ .، وارناک و همکاران، ۲۰۰۷). به عنوان مثال با افزایش دما غلظت فلزات، ظرفیت تبادل کاتیونی و پ‌هاش بیوچار افزایش پیدا می‌کند (حسین و همکاران، ۲۰۱۰؛ یوآن و همکاران، ۲۰۱۱). بیوچارهای تولید شده از بیوماس چوب سطح ویژه بیشتری نسبت به بیوچار تولید شده از چمن دارند (مکایجی و همکاران، ۲۰۱۱؛ کلوس و همکاران ۲۰۱۲). با توجه به اینکه کاربرد بیوچار در خاک‌های اسیدی، پ هاش این خاک‌ها را در محدوده مناسب برای فراهمی عناصر نزدیک‌تر می‌کند، یک رابطه مستقیم بین افزایش عملکرد گیاه و افزایش پ هاش در پی کاربرد بیوچار ایجاد می‌شود. این مطلب بیان می‌کند که اثرات قلیایی بیوچار یکی از فرآیندهای مهمی است که منجر به افزایش عملکرد گیاه در خاک‌های اسیدی شده است (بلک‌ول و همکاران، ۲۰۰۹).
اطلاعات موجود در رابطه با مناطق معتدل و خشک محدوداند. به همین منظور در این پژوهش به بررسی اثر تفاله پسته و بیوچار تهیه شده از آن در دماهای مختلف بر یکی از ویژگی های شیمیایی خاک (پ‌هاش خاک) پرداخته شده است تا میزان تغییرات این ویژگی در یک خاک آهکی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل و با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل تفاله پسته و بیوچار تفاله پسته تولید شده در سه دمای مختلف (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس)و هرکدام در سه سطح (صفر، ۵، و ۱۰ درصد وزنی) بود. خاك استفاده شده از عمق ۰-۳۰ سانتي‌متری سری دانشکده واقع در منطقه باجگاه فارس جمع آوری شد. و پس از هوا خشك

[۱۷۵]- Biochar
[۱۷۶]- Pyrolysis

شدن، از الك ۲ میلی‌متری عبور داده شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ آورده شده است. برای تهیه بیوچار، تفاله‌های پسته پس از جمع آوری، هوا خشک شده، و سپس در ورقه آلومینیومی بسته بندی و به مدت چهار ساعت در سه دمای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس داخل کوره قرار داده شد تا فرآیند آتشکافت صورت گیرد. برخی ویژگی های بیوچار در جدول ۲ آورده شده است. نمونه‌های خاک ۱۰۰ گرمی به همراه تیمارهای بیوچار و تفاله پسته به مدت ۳۰ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس خوابانیده و در طول مدت خوابانیدن رطوبت خاک‌ها در حد رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شد و برای اندازگیری پ‌هاش (PH) خاک عصاره ۱:۵ (خاک به آب) تهیه شد و با دستگاه پ‌هاش متر اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری و مقایسه میانگین داده‌ها، به وسیله برنامه کامپیوتری SAS انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

ویژگی	بافت خاک	پ‌ها ش	قابلیت هدایت الکتریکی ($ds\ m^{-1}$)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	گچ (درصد)	ماده الی (درصد)	ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol_c\ Kg^{-1}$)
	رسی سیلتی	۲/۸	۵۳/۰	۱۷	۰۱۳/۰	۲	۴۸

جدول ۲- پ هاش تفاله پسته و بیوچار

	پ هاش (۵:۱)
تفاله پسته	۷۷/۴
بیوچار تولید شده در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس	۶۶/۴
بیوچار تولید شده در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس	۷/۱۱
بیوچار تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس	۲۲/۱۳

نتایج و بحث

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با کاربرد سطوح ۵ و ۱۰ درصد تفاله پسته و بیوچار تولید شده در هر سه دما، پ هاش خاک به طور معنی‌داری نسبت به شاهد (سطح صفر درصد) افزایش پیدا کرد. بیشترین مقدار پ هاش خاک در سطح ۱۰ درصد وزنی تفاله پسته و بیوچار تولید شده در سه دمای (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس) مشاهده شد که نسبت به سطح صفر (شاهد) به ترتیب به میزان ۴۳/۶، ۱۳/۴، ۳/۲۶ و ۲۲/۲۸ درصد افزایش معنی دار یافت. البته افزایش پ هاش خاک با کاربرد بیوچار تولید شده در دو دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس نسبت به تیمار تفاله پسته و بیوچار تولید شده در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس بیشتر بود، که شاید بتوان دلیل آن را به پ هاش بالاتر بیوچار های تولیدی در دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه نسبت داد (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارهای به کاربرده شده به ترتیب بیشترین مقدار پ‌هاش خاک مربوط به بیوچار تولید شده در دمای ۶۰۰ ° ، بیوچار تولید شده در دمای ۴۰۰ ° ، بیوچار تولید شده در دمای ۲۰۰ ° ، و تفاله پسته بود (جدول ۳). با توجه به اینکه پ ه اش بیوچار تولید شده در دو دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس، بالا می باشد و ویژگی قلیایی دارد، بنابرین افزایش معنی‌دار و قابل ملاحظه پ هاش خاک را می توان به مقدار زیاد پ هاش بیوچار تولید شده در این دو دما نسبت داد (جدول ۲). تفاله پسته و بیوچار تولیدی در بادمای ۲۰۰ درجه دارای پ هاش اسیدی بودند (جدول ۲)، بنابراین با توجه خاصیت بافری خاک، نتوانسته اند اثر چندانی بر پ هاش خاک بگذارند.

سینگ و همکاران(۲۰۱۰) و راجکاوج و همکاران(۲۰۱۲) بیان کردند بیوچار حاصل از چوب، لجن و بیوچارهای کود دامی تولید شده در دمای پایین (کمتر از ۴۰۰ درجه سلسیوس) پ‌هاش کمتری دارند. چنگ و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که تغییرات شیمیایی در خاک پس از کاربرد بیوچار می‌تواند ناشی از ویژگی بیوچاری باشد که بکاربرده شده است. با توجه به اینکه افزودن بیوچار تولید شده در دو دمای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس سبب افزایش قابل ملاحظه PH خاک شده است بنابراین کاربرد آنها در خاک بایستی با احتیاط بیشتر صورت گیرد. بر اساس آزمایشی که بوسیله هوبن و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد نشان داده شده است که کاربرد بیوچار در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین به دلیل افزایش پ‌هاش خاک سبب بی‌تحرکی فلزات و کاهش استخراج و زیست فراهمی کادمیوم، روی، و سرب می‌شود. بنابراین پیشنهاد می شود که از بیوچار تولید شده در این دو دما برای اصلاح خاکهای آلوده به فلزات سنگین استفاده شود.

جدول ۳- اثر سطوح تفاله پسته و سطوح بیوچار تولید شده از تفاله پسته در دماهای مختلف بر پ‌هاش خاک

سطوح (درصد وزنی)	تفاله پسته	بیوچار ۲۰۰ °	بیوچار ۴۰۰ °	بیوچار ۶۰۰ °
۰	۲/۸h	۲/۸h	۲/۸h	۲/۸h
۵	۵۴/۸f	۴۳/۸g	۴۵/۹d	۶/۹c
۱۰	۷۶/۸e	۵۶/۸f	۳۷/۱۰b	۵۴/۱۰a
میانگین	۴/۸D	۵/۸C	۳۴/۹B	۴۶/۹A

* اعدادی که در هر ستون دارای حرف مشترک کوچک و در هر ردیف دارای حرف مشترک بزرگ هستند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

البته برای افزودن بیوچار به عنوان یک اصلاح کننده خاک و افزایش حاصلخیزی خاک نیاز است میزان تغییراتی که در نتیجه کاربرد بیوچار در خاک ایجاد می‌شود مورد بررسی قرار گیرد تا دمای تولید و مقدار مناسب آن برای کاربرد در خاک تعیین شود.

منابع

۱- مقاله‌ی مندرج در مجله‌های علمی

شیرانی، ح.، ا. ریزهبندی.، ح. دشتی.، م. مصدقی و م. افیونی. ۱۳۹۰. اثر تفاله پسته بر برخی خواص فیزیکی و تراکم پذیری دو نوع خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک جلد پانزدهم شماره‌ی ۵۵، ۸۵ تا ۹۷.

Bird, M. I., C. M. Wurster., P. H. Paula Silva., A. M. Bass and R. Denys. (۲۰۱۱). Algal biochar-production and properties. Bioresource Technology. ۱۰۲(۲): ۱۸۸۶-۱۸۹۱.

Cheng, C. H., J. Lehmann and M. H. Engelhard. (۲۰۰۸). Natural oxidation of black carbon in soils: changes in molecular form and surface charge along a climosequence. Geochimica et Cosmochimica Acta. ۷۲(۶): ۱۵۹۸-۱۶۱۰.

Enders, A., K. Hanley., T. Whitman., S. Joseph and J. Lehmann. (۲۰۱۲) Characterization of biochars to evaluate recalcitrance and agronomic performance. Bioresource Technology. ۱۱۴: ۶۴۴-۶۵۳.

Hossain, M. K., V. Strezov, K. Yin Chan and P. F. Nelson. (۲۰۱۰). Agronomic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (Lycopersicon esculentum).Chemosphere.۷۸(۹): ۱۱۶۷-۱۱۷۱.

Houben, D., L. Evrard and P. Sonnet. (۲۰۱۳). Mobility, bioavailability and pH-dependent leaching of cadmium, zinc and lead in a contaminated soil amended with biochar. Chemosphere.۹۲(۱۱): ۱۴۵۰-۱۴۵۷.

Kloss, S., F. Zehetner, A. Dellantonio, R Hamid, F Ottner, V. Liedtke and G Soja. (۲۰۱۲). Characterization of slow pyrolysis biochars: effects of feedstocks and pyrolysis temperature on biochar properties. Journal of Environmental Quality. ۴۱(۴): ۹۹۰-۱۰۰۰.

Liang B, Lehmann J, Solomon D, Sohi S, Thies JE, Skjemstad JO, Luizao FJ, Engelhard MH, Neves EG, Wirick S (۲۰۰۸) Stability of biomass-derived black carbon in soils. Geochim Cosmochim Acta ۷۲:۶۰۶۹-۶۰۷۸.

Mukherjee, A., A. R. Zimmerman and W. Harris. (۲۰۱۱). Surface chemistry variations among a series of laboratory-produced biochars. Geoderma. ۱۶۳(۳): ۲۴۷-۲۵۵.

Nigussie, A., E. Kissi, M. Misganaw and G. Ambaw. (۲۰۱۲). Effect of biochar application on soil properties and nutrient uptake of lettuces (*Lactuca sativa*) grown in chromium polluted soils. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science. ۱۲: ۳۶۹-۳۷۶.

O'Neill, B., J. Grossman, M. T. Tsai, J. E. Gomes, J. Lehmann, J. Peterson and J. E. Thies. (۲۰۰۹). Bacterial community composition in Brazilian anthrosols and adjacent soils characterized using culturing and molecular identification. Microbial Ecology. ۵۸(۱): ۲۳-۳۵.

Rajkovich, S., A. Enders, K. Hanley, C. Hyland, A. R. Zimmerman and J. Lehmann. (۲۰۱۲). Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. Biology and Fertility of Soils. ۴۸(۳): ۲۷۱-۲۸۴.

Singh, B., B. P. Singh and A. L. Cowie. (۲۰۱۰). Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. Soil Research. ۴۸(۷): ۵۱۶-۵۲۵.

Sohi, S., E. Lopez-Capel, E. Krull and R. Bol. (۲۰۰۹). Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. CSIRO Land and Water Science Report. ۵(۰۹): ۱۷-۳۱.

Warnock DD, Lehmann J, Kuyper TW, Rillig MC (۲۰۰۷) Mycorrhizal responses to biochar in soil—concepts and mechanisms. Plant Soil ۳۰۰:۹-۲۰.
Woolf, D., J.E. F. A. Amonette., F.A. Street-Perrott., J. Lehmann, , and S. Joseph. (۲۰۱۰). Sustainable biochar to mitigate global climate change. Nature. ۱: ۱-۹.
Yuan, J. H., R. K. Xu and H. Zhang. (۲۰۱۱). The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. Bioresource Technology. ۱۰۲(۳): ۳۴۸۸-۳۴۹۷.

۲- کتاب

Blackwell, P., G. Reithmuller and M. Collins. (۲۰۰۹). Biochar application to soil. In Lehmann, J., Joseph, S. (eds.). Biochar for Environmental Management: Science and Technology. London: Earthscan Publishing.
Lehmann., J., and S. Joseph. (۲۰۰۹). Biochar for environmental management. Science and Technology. London: Earthscan Publishing. ۴۰۵p.

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of pistachio residue and its biochar prepared at different temperature on soil pH in a factorial arranged in a completely randomized design with three replications. Treatments consisted of pistachio residue and pistachio residue biochar prepared at three temperatures (۲۰۰, ۴۰۰, and ۶۰۰ ℃), and three levels of them (۰, ۵ and ۱۰% by weight). Results showed that with increasing of temperature from ۲۰۰ to ۶۰۰ ℃, Soil pH significantly increased and soil pH in pistachio residue biochar treatments (in each three temperatures) was significantly higher than pistachio residue. With application of ۵ and ۱۰ % pistachio residue and pistachio residue biochar prepared at three temperatures. Soil pH was significantly increased as compared to that of control.

بررسی کارایی بیوچار درخت سیب و انگور در حذف کادمیوم از محلول آبی

رقیه حمزه نژاد [۱]، ابراهیم سپهر [۲]
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه، ۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه

چکیده
به منظور بررسی کارایی بیوچار درخت انگور و سیب در حذف کادمیوم از محلول‌های آبی، آزمایشی بصورت بچ با غلظت‌های اولیه کادمیوم (۱۵۰-۰ میلی‌گرم بر لیتر) با قدرت یونی ۰۳/۰ مولار نیترات‌سدیم انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اولیه کادمیوم، میزان جذب کادمیوم در هر دو جاذب افزایش ولی راندمان حذف کاهش پیدا کرد. داده‌های آزمایشی با مدل‌های لانگمویر (R^2=۰/۹۸) و تمکین (R^2=۰/۹۷ -۹۶/۰) در مقایسه با مدل فروندلیچ (R^2=۰/۹۳ -۹۴/۰) برازش بهتری یافتند. میزان جذب کادمیوم بر روی بیوچار انگور بیشتر از بیوچار سیب بدست آمد، بطوریکه حداکثر جذب تک‌لایه‌ای لانگمیر(q_{max}) بیوچار انگور و بیوچار سیب به ترتیب برابر با ۷/۶۱ و ۱/۴۷ میلی‌گرم بر گرم محاسبه گردید. فاکتور جداسازی لانگمویر (R_L) برای بیوچارهای مورد بررسی ۰/۵۰- ۰/۱۵ بدست آمد که بیانگر جذب مطلوب کادمیوم بر روی جاذب‌های مذکور می‌باشد.
واژه‌های کلیدی: بیوچار سیب و انگور، کادمیوم، همدماهای جذب.

مقدمه
فلزات سنگین، از جمله منابع آلاینده آب می‌باشند و از آن جهت که قابلیت تفکیک به ترکیبات با درجه سمیت کمتر را ندارند، در محیط تجمع یافته و بسیار خطرناك هستند. حضور فلزات سنگین در آب‌های سطحی و زیرزمینی بدلیل افزایش تحرک فلزات سنگین در محیط زیست و نیز حضور گسترده فلزات سنگین در سیستم‌های بیولوژیکی و تمایل آن‌ها به تجمع در موجودات زنده و جذب آن‌ها در زنجیره‌های غذایی، تبدیل به یک معضل جدی برای محیط زیست شده است (Alloway, ۱۹۹۰). ماکزیمم غلظت مجاز کادمیوم در آب‌های آشامیدنی کمتر از ۰۰۵/۰ میلی گرم در لیتر است و مصرف بیش از حد کادمیوم باعث بروز بیماری‌هایی از جمله تخریب کلیه، آسیب‌های کبدی فشار خون و دردهای طاقت‌فرسای استخوان می‌گردد (Yeunng and Hsu, ۲۰۰۵). روش‌های مختلفی برای تصفیه آب و فاضلاب وجود دارد، اکسایش، کاهش، ترسیب ، فیلتراسیون غشایی، تبادل یونی و جذب سطحی از جمله این روش‌ها می‌باشند (Aydin et al., ۲۰۰۸). روش جذب سطحی با توجه به کارایی و کاربرد آسان یکی از پر کاربردترین روش‌ها معرفی شده است (Madhava Rao et al., ۲۰۰۶). استفاده از کربن فعال برای کشورهای در حال توسعه به دلیل هزینه های بالای واردات عملی نمی‌باشد، بنابرین نیاز به تولید کربن فعال از مواد ارزان‌تر و قابل دسترس‌تر که بتواند بطور گسترده مورد استفاده قرار گیرد، احساس می گردد. کربن فعال از موادی همچون ضایعات درختان، پوسته برنج، پوسته بادام زمینی، پوسته گردو، پوسته نارگیل و خاک اره تهیه می‌شود (Ahmad. ۲۰۰۴).

Ghasemi و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای از بیوچار درخت انگور برای حذف نیکل از محلول‌های آبی استفاده کردند و مشاهده نمودند که با افزایش غلظت اولیه از ۵ تا ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، میزان حذف نیکل افزایش یافت و بیشترین مقدار جذب در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۵۲/۲۳ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد، همچنین داده‌های آزمایش با ضریب همبستگی بالایی از مدل سینتیک مرتبه دوم پیروی نمود (Ghasemi et al., ۲۰۱۳). هرس سرشاخه‌های درختان انگور و سیب سالانه حجم زیادی ضایعات تولید کرده که کاربرد خاصی ندارند. لذا هدف از این پژوهش مطالعه رفتار جذب کادمیوم توسط دو جاذب درخت سیب و انگور و بیوچار آن‌ها و تعیین اثر غلظت اولیه بر ظرفیت جذب کادمیوم از محلول‌های آبی است.

مواد و روش‌ها
برای تهیه بیوچار درخت سیب و انگور، بقایای هرس درخت سیب و انگور بعد از خشک شدن در آون، در کوره بدون حضور اکسیژن در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت به بیوچار تبدیل شدند. سپس با آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شده و ذرات از الك با مش های ۳۵ (کمتر از نیم میلی‌متر) عبور داده شدند.

آزمایش جذب
این آزمایش بصورت بچ با جاذب‌های آلی بقایای درخت سیب و انگور و بیوچار آن‌ها در غلظت‌های مختلف کادمیوم (۱۵۰-۰ میلی‌گرم بر لیتر) با قدرت یونی ۰۳/۰ مولار $NaNO_3$ انجام گرفت، به طوریکه ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های کادمیم بر ۱/۰ گرم از جاذب افزوده و به مدت ۲۴ ساعت شیک داده شدند تا سوسپانسیون به حالت تعادل برسد. پس از جداسازی محلول رویی توسط سانتریفیوژ، مقدار کادمیوم باقیمانده در محلول توسط دستگاه جذب اتمی (Shimadzu ۶۳۰۰ -AA) اندازه‌گیری شد. کارایی حذف کادمیوم (RE) و ظرفیت جذب (q_e) به ترتیب با استفاده از روابطه (۱) و (۲) بدست آمد:

$$RE=(Ci-Ce/Ci)\ (۲)\times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

$$q_e=(C_\cdot-C)^*(V/m)$$

C_i و C_e به ترتیب غلظت اولیه و غلظت نهایی کادمیوم (میلی گرم در لیتر)، q مقدار یون جذب شده (میلی گرم بر گرم)، m جرم جاذب (گرم) و v حجم محلول(لیتر) است. نتایج بر روی معادلات لانگمویر، فروندلیچ و تمکین برازش داده شدند:

۱- معادله ی لانگمویر

$$q_e = (K_L C_e q_{max}) / (1 + K_L C_e) \quad (۳)$$

از ویژگی‌های ضروری و مهم ایزوترم لانگمیر، پارامتر تعادلی R_L می‌باشد که ظریب بدون واحد وابسته به فاکتور جداسازی است. مقدار R_L بیانگر طبیعت جذب می‌باشد، که اگر $R_L > 1$ باشد، جذب نامطلوب، $R_L = 1$جذب خطی، $1 > R_L > 0$جذب مطلوب و اگر $R_L = 0$ باشد، جذب غیرقابل برگشت است(Webber and Chakravarti, ۱۹۷۴).

$$R_L = 1/(1+K_L C_i) \quad (۴)$$

۲- معادله فروندلیچ

$$q_e = K_f C_e^{1/n} \quad (۵)$$

۳- معادله تمکین

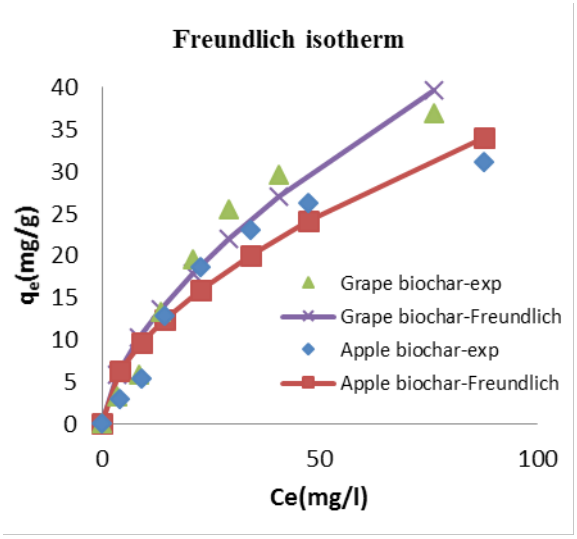
$$q_e = B \ln K_T + B \ln C_e \quad و \quad B = RT/b \quad (۶)$$

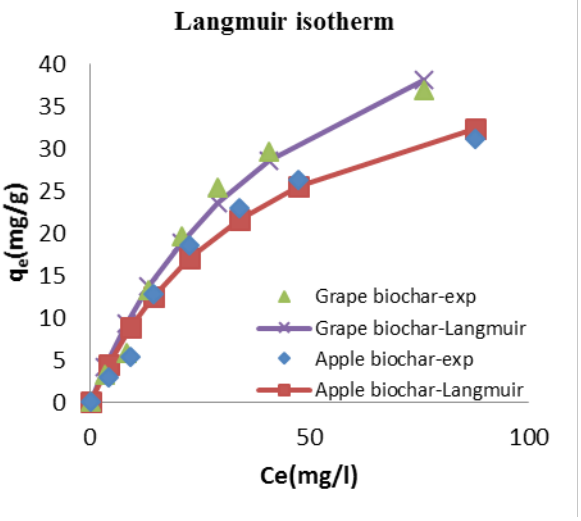
q_e: مقدار ماده جذب شده بر روی جاذب در حالت تعادل (mg/g)، q_{max} : حداکثر جذب تک لایه (mg/g)، C_e :غلظت تعادلی محلول (mg/L)، K_L : ثابت تعادل معادله لانگمویر (نشانگر قدرت اتصال جذب شونده به ماده جاذب) (L/mg)، K_F : ثابت معادله فروندلیچ (پارامتر ظرفیت جذب) (L/mg)، n : پارامتر شدت جذب معادله فروندلیچ، b ثابت تمکین وابسته به گرمای جذب ($J\ mol^{-1}$)، K_T ثابت پیوند تعادلی تمکین ($L\ g^{-1}$)، R ثابت عمومی گازها (۳۱۴/۸ $J\ mol^{-1}K^{-1}$) و T دما بر حسب کلوین. برازش با معادلات فوق الذکر با برنامه Excel-SOLVER انجام گرفت.

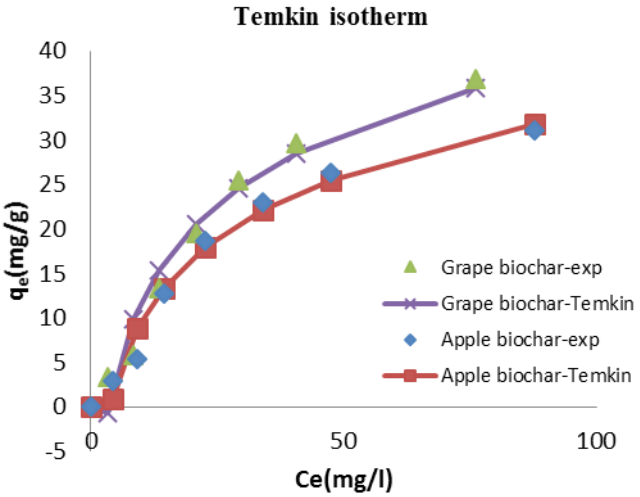
نتایج و بحث

روند جذب کادمیوم بر روی جاذب بیوچار انگور و بیوچار سیب در قدرت یونی ۰۳/۰ مولار $NaNO_3$ در شکل (۱) نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت اولیه کادمیوم از صفر تا ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، ظرفیت جذب کادمیوم توسط بیوچار انگور و بیوچار سیب افزایش، ولی راندمان حذف کاهش یافت که میزان جذب کادمیوم بر روی بیوچار انگور بیشتر از بیوچار سیب بود.

شکل(۱) برازش غیرخطی داده‌های آزمایشی با ایزوترم‌های جذب با استفاده از برنامه SOLVER را نشان می‌دهد که میزان کادمیوم جذب شده (q_e) در مقابل غلظت تعادلی کادمیوم در محلول (Ce) ارائه شده است. در جدول ۱ نیز ضریب تبیین و پارامترهای مدل‌های مذکور آورده شده است. داده‌های آزمایشی برازش بهتری با مدل‌های لانگمویر (۰/۹۸ -۰/۹۸=R^2) و تمکین (۰/۹۶ -۰/۹۷=R^2) در مقایسه با مدل فروندلیچ (۰/۹۴ -۰/۹۳=R^2) یافتند و ترتیب برازش بصورت مدل لانگمویر> فروندلیچ > تمکین می‌باشد (جدول ۱). ضریب همدمای لانگ موییر (q_{max} (mg g^{-1})، بیان کننده حداکثر مقدار جذب تک‌لایه ای تحت شرایط اشباع کامل سطوح ماده جاذب می باشد، حداکثر جذب تک‌لایه‌ای لانگمویر (q_{max}) برای بیوچار انگور و بیوچار سیب به ترتیب برابر با ۷/۶۱ و ۱/۴۷ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد. مقایسه ضریب q_{max} در هر دو جاذب آلی نشان داد که میزان جذب کادمیوم توسط بیوچار انگور بیشتراز بیوچار سیب می‌باشد. جدول (۲) نیز مقادیر ظرفیت جذب جاذب‌های مختلف برای حذف عناصر سنگین از محلول‌های آبی را نشان می‌دهد. از دیگر ضرایب مدل تجربی لانگ‌موییر، (K_L ($L\ mg^{-1}$) است، که بستگی به انرژی جذب دارد مقادیر K_L برای بیوچار سیب ۰۳/۰ لیتر در میلی‌گرم و برای بیوچار انگور ۰۲/۰ لیتر در میلی‌گرم محاسبه گردید (جدول ۱). Rao و همکاران (۲۰۰۵) کربن فعال مشتق شده از مواد زائد کشاورزی را برای حذف کادمیوم از سیستم محلول استفاده نمودند، ثابت لانگ موییر q_{max} و K_L برای کادمیوم به ترتیب ۵/۱۹میلی گرم درگرم و ۴۸/۰گرم در لیتر بدست آمد. ضرایب مدل فروندلیچ K_F و n به ترتیب ظرفیت جذب جاذب و تمایل ماده جاذب برای جذب یون های فلزی می باشند. مقادیر n/۱ برای بیوچار انگور ۶۱/۰ و بیوچار سیب ۵۶/۰ می‌باشد که بیانگر شدت بالای جذب کادمیوم بر روی بیوچار انگور نسبت به بیوچار سیب است. همچنین پارامتر K_T در معادله تمکین مربوط به ثابت پیوند تعادلی می‌باشد که هرچه مقدار K_T بیشتر باشد، مقدار جذب بالاتر خواهد بود. مقدار K_T بیوچار انگور بیشتر از بیوچار سیب می‌باشد که بیانگر میزان جذب بالای بیوچار انگور در مقایسه با بیوچار سیب می‌باشد. با توجه به نتایج جدول ۱، مقدار R_L برای هر دو جاذب بیوچار انگور (۵۰/۰ -۲۰/۰=R_L) و بیوچار سیب (۵۰/۰ -۱۵/۰=R_L)، مابین صفر و یک می‌باشد که جذب مطوب کادمیوم و کارایی دو جاذب در حذف کادمیوم از محلول‌های آبی را نشان می‌دهد.







شکل ۱ - نمودار معادله لانگمویر، فروندلیچ و تمکین برای جذب کادمیم توسط جاذب انگور و سیب

جدول ۱ - پارامترهای مدل‌های جذب لانگمویر، فروندلیچ و تمکین

مدل سینیتیکی	ظرایب ثابت مدل	بیوچار انگور	بیوچار سیب
لانگمویر	q_{max}(mg g^{-1})	۷/۶۱	۱/۴۷
	K_L (L mg^{-1})	۰۲/۰	۰۳/۰
	R_L	۵۰/۰-۲۰/۰	۵۰/۰-۱۵/۰
	R^2	۹۸/۰	۹۸/۰
فروندلیچ	K_F (L mg^{-1})	۷۸/۲	۷۸/۲
	n/۱	۶۱/۰	۵۶/۰
	R^2	۹۴/۰	۹۳/۰
تمکین	B (J mol^{-1})	۸/۱۱	۲/۱۰
	K_T (L g^{-1})	۲۸/۰	۲۶/۰
	R^2	۹۶/۰	۹۷/۰

جدول ۲- مقادیر ظرفیت جذب جاذب‌های مختلف برای حذف عناصر سنگین از محلول‌های آبی

جاذب	فلز	q_{max} (mg g^{-1})	منبع
بیوچار انگور	Ni	۵۲/۲۳	Ghasemi و همکاران، ۲۰۱۳
بیوچار سبوس برنج	Pb	۸۶/۱۰	Feng و همکاران، ۲۰۰۴
بیوچار باگاس	Pb	۸۰/۳	Gupta و ۲۰۰۴ ، Ali
بیوچار درخت بلوط	Cd	۳۷/۰	Mohan و همکاران، ۲۰۰۷
بیوچار پوست درخت کاج	Cd	۳۴/۰	Mohan و همکاران، ۲۰۰۷
بیوچار پوست درخت بلوط	Cd	۴۰/۵	Mohan و همکاران، ۲۰۰۷
بیوچار علف های هرز بوفالو	Cd	۶۳/۱۱	Yakkala و همکاران، ۲۰۱۳
بیوچار کاه گندم	Cd	۱۳/۳۴	Han و همکاران، ۲۰۱۳
بیوچار انگور	Cd	۷۳/۶۱	این مطالعه
بیوچار سیب	Cd	۱۵/۴۷	این مطالعه

هرس سرشاخه‌های درختان انگور و سیب سالانه حجم زیادی ضایعات تولید کرده که می‌توان به عنوان جاذب آلی مناسب و ارزان برای حذف کادمیوم از آب‌های آلوده استفاده نمود. در این مطالعه با افزایش غلظت اولیه کادمیوم، ظرفیت جذب کادمیوم توسط بیوچار انگور و بیوچار سیب افزایش، ولی راندمان حذف کاهش یافت و بیوچار انگور در مقایسه با بیوچار سیب ظرفیت جذب بالاتری نشان داد. همچنین مدل لانگمیر نسبت به مدل فروندلیچ برازش بهتری بر داده‌های جذب تعادلی داشت. به طور کلی نتایج تحقیق نشان داد، هرس درخت انگور و سیب و بیوچار آن‌ها می‌توانند به عنوان جاذب موثر و کارآمد برای حذف کادمیوم به کار روند.

منابع

Alloway B.J. ۱۹۹۰. Heavy metals in soils: Lead. Blackie and Glasgow. Ltd. London, Pp:۱۷۷-۱۹۶.

Ahmad R. ۲۰۰۴. Sawdust: cost effective scavenger for the removal of chromium (iii) ions from aqueous solutions. Water Air Soil Pollut, ۸۳:۱۶۳-۱۶۹.

Aydin H.h, Bulut Y. and Yerlikaya C. ۲۰۰۸. Removal of copper (II) fromaqueous solution by adsorption onto low-cost adsorbents. Journal of Environmental Management, ۸۷: ۳۷-۴۵.

Feng Q, Lin Q., Gong F., Sugita S. and Shoya M. ۲۰۰۴. Adsorption of Pb(II) and mercury by rice husk ash. Journal of Colloid Interface Science, ۲۷۸:۱-۸.

Ghasemi N., Ghasemi M. and Khosravi-Fard Y. ۲۰۱۳. The Sorption of Ni(II) by Grape Shell Ash from Aqueous Solution: Kinetic and Thermodynamic Studies. Indian Journal of Materials Science, Volume ۲۰۱۳, Article ID ۲۴۸۱۳۸, ۶ pages.

Gupta V.K. and Ali I. ۲۰۰۴. Removal of Pb(II) and chromium from wastewater using bagasse fly ash—a sugar industry waste. Journal of Colloid Interface Science, ۲۷۱:۳۲۱-۳۲۸.

Han Y., Boateng A.A., Qi P.X., Lima I.M. and Chang J. ۲۰۱۳. Heavy metal and phenol adsorptive properties of biochars from pyrolyzed switchgrass and woody biomass in correlation with surface properties. Journal of Environmental Management, ۱۱۸: ۱۹۶-۲۰۴.

Madhava Rao M., Ramesh A., Purna Chandra Rao G. and Seshaiah K. ۲۰۰۶. Removal of copper and cadmium from the aqueous solutions by activated carbon derived from Ceiba pentandra hulls. Journal of Hazardous Materials, ۱۲۹: ۱۲۳- ۱۲۹.

Mohan D., Pittman Jr C.U., Bricka M., Smith F., Yancey B., Mohammad J., Steel, P.H., Alexandre-Franco M.F., Gomez-Serrano V. and Gong H. ۲۰۰۷. Sorption of arsenic, cadmium, and lead by chars produced from fast pyrolysis of wood and bark during bio-oil production. Journal of Colloid Interface Science ۳۱۰ (۱): ۵۷-۷۳.

Yakkala K., Yu M.R., Roh H., Yang J.K. and Chang Y.Y. ۲۰۱۳. Buffalo weed biochar for cadmium (II) and lead (II) adsorption in single and mixed system. Desalination Water Treat, ۵۱:۷۷۳۲-۷۷۴۵.

Yeunng A.T., Hsu C. ۲۰۰۵, Electrokinetic remediation of cadmiumcontaminated clay. Journal of Environmental Engineering, ۱۳۱: ۲۹۸-۳۰۴.

Webber T.N. and Chakravarti R.K. ۱۹۷۴. Pore and Solid Diffusion Models for fixed bed adsorbers. Journal of the American Institute of Chemical Engineers, ۲۰ : ۲۲۸-۲۳۸.

Abstract

In order to study the effect of the efficiency of grape and apple biochars in removing of $Cd^{۲+}$ from aqueous solutions, a batch experiment was conducted with initial concentration of cadmium (۰ to ۱۵۰ mg $L^{-۱}$) in ionic strength of ۰.۰۳ M, $NaNO_۳$. The results showed that the adsorption capacity of both adsorbents were enhanced with increasing initial concentration, while the removal efficiency of grape and apple biochars were reduced with increasing initial concentration. Experimental data were well fitted with Langmuir ($R^۲$=۰.۹۸) and Temkin ($R^۲$=۰.۹۳-۰.۹۴) models compared to Freundlich model ($R^۲$=۰.۹۷-۰.۹۶). Cadmium uptake on grape biochar was more than apple biochar, which maximum mono layer adsorption (q_{max}) were obtained ۶۱.۷۳ and ۴۷.۱۵ mg $g^{-۱}$, for grape and apple biochars respectively. The separation factor of Langmuir (R_L) indicated that the sorption reaction of $Cd^{۲+}$ by grape and apple biochars (R_L=۰.۱۵-۰.۵۰) is favorable.

بررسی میزان افزایش فلزات سنگین خاک تحت تاثیر آلودگی‌های هوابردی

ابراهیم محمودآبادی [۱]، فریدون سرمدیان [۲]، جلیل کاکه [۱]
۱-دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲-استاد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران، ۱-دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده
به منظور بررسی میزان افزایش فلزات سنگین خاک که از آلودگی‌های اتمسفری و هوابردی منشا گرفته بودند، پارک جنگلی چیتگر واقع در غرب شهر تهران و در کنار واحدهای صنعتی مورد ارزیابی قرار گرفت. ۱۱۶ نمونه خاک سطحی با استفاده از روش شبکه‌بندی منظم و با فاصله ۲۵۰ متر برداشته شد. غلظت کل هفت فلز سنگین سرب، نیکل، کادمیوم، روی، آهن، منگنز و مس اندازه‌گیری شد. همچنین به منظور بررسی مقادیر کل فلزات سنگین پس زمینه محلی طبیعی خاک (NLB)، تعداد ۱۲ نمونه به صورت تصادفی از عمق یک متری خاک برداشته شد. نتایج نشان داد که فعالیتهای صنعتی و حمل و نقل جاده‌ای باعث خروج فلزات سنگین به اتمسفر و سپس ته نشست در خاکهای منطقه اطراف شده بود. سرب، مس، کادمیم، نیکل، روی و منگنز نسبت به مقادیر پس زمینه خاک به طور معنی داری افزایش غلظت نشان دادند($p<0.05$). این در حالی بود که افزایش غلظت آهن در سطح خاک‌های منطقه معنی‌دار نبود. فاکتور غنی‌شدگی نشان داد که مقدار سرب در سطح منطقه با شدت بیشتری افزوده شده بود.
کلمات کلیدی: آلودگی اتمسفر، آلودگی هوابردی، خاک، فلزات سنگین، مناطق صنعتی

مقدمه
پروسه‌های هوادیدگی طبیعی و فعالیتهای انسانی منابع شناخته شده برای فلزات سنگین در خاک می‌باشند. بر اثر توسعه و گسترش شهرها، رشد و تکامل صنایع و فن آوری، عوامل آلوده کننده گوناگون وارد محیط زیست می‌شوند. هنگام مقایسه خاکهای نواحی شهری با نواحی خارج آن می‌بینیم که خاکهای شهری به طور مشخصی نسبت به خاکهای طبیعی و کشاورزی اطراف دارای آلودگی بیشتری هستند. برای مثال خاک باغها حاوی غلظت دو برابری فلزات روی، سرب و کادمیم نسبت به خاکهای کشاورزی متناظر می‌باشند(Schwartz et al., ۱۹۹۵). خطر فلزات سنگین در ارتباط با آبشویی به آبهای زیر زمینی و یا ورود به چرخه‌های عناصر غذایی از طریق جذب و ورود به گیاهان می‌باشد. در نواحی شهری به دلیل نزدیک بودن خاک به انسان، فلزات می‌توانند از طریق تماس پوستی با خاک، بلع و ورود به معده و استنشاق ذرات دارای فلزات سنگین، تاثیرات سمی خود را نمودار کنند (Abrahams, ۲۰۰۲; Poggio et al.۲۰۰۹).

ذرات آلاینده هوا که از نشر و خروج از صنایع و استخراج منابع طبیعی می‌باشد. در آلودگی خاک سهم مهمی را ایفا می‌کنند. ذرات اتمفسری که معمولا ذرات قابل ته‌نشینی‌اند. به صورت خشک و خیس بر روی زمین ته نشین می‌شوند. مهمترین نتیجه مستقیم این ته نشینی شوری و اسیدی کردن زمین می‌باشد که فلزات سنگین نیز می‌توانند جزئی از این ذرات معلق باشند. فلزات سنگین به اتمسفر ساتع شده که عمدتا در اثر فعالیتهای انسانی است. آنها چندین کیلومتر از منبع آلوده کننده شان انتقال می‌یابند و از طریق خشک و یا خیس به خاک اضافه می‌شوند. یکی از مهمترین دلایل آلودگی خاک به وسیله فلزات سنگین اتمسفری ناشی از ته‌نشست ذرات اتمسفری است که عمدتا ذرلت قابل ته‌نشستی اند که به دلیل اندازه‌شان مدت کمتری در اتمسفر معلق می‌مانند (Soriano etal., ۲۰۱۱). به عنوان مثال در ناحیه صنعتی گبز ترکیه پخشیدگی فلزات سنگین از وسائل صنعتی و حمل و نقل جاده‌ای که از طریق باران یا باد به خاک‌های منطقه انتقال یافته بودند به عنوان منبع اصلی آلودگی خاک منطقه مطرح شدند (Yaylal -Abanuz, ۲۰۱۱).

در چند دهه اخیر تهران بزرگترین قطب صنعتی کشور شاهد رشد فزاینده ای در تعداد واحدهای صنعتی خود بوده است. از طرفی حمل و نقل جاده ای و استفاده از سوخت‌های فسیلی نیز در این شهر به شدت افزایش یافته که این امر باعث افزایش ورود آلودگی به محیط زیست این منطقه شده است. بنابراین ضروری به نظر می‌رسد که خاک منطقه با توجه به تجمع صنایع و جاده‌ها از نظر میزان آلودگی مورد بررسی قرار گیرد که از طریق این ابزار هم وضعیت فلزات در خاک و هم مقدار فلزات سنگین موجود در اتمسفر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به این منظور خاک پارک جنگلی چیتگر واقع در منطقه صنعتی و در کنار واحدهای صنعتی و کارخانجات و همچنین در کنار اتوبان تهران- کرج مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه قسمتی از پارک جنگلی چیتگر و زمین‌های اطراف آن واقع در غرب شهر تهران و در کنار اتوبان تهران کرج می‌باشد که بین طول جغرافیایی ۵۱۷۵۸۱ تا ۵۱۹۸۳۱ متر شرقی و عرض جغرافیایی ۳۹۵۲۹۸۲ تا ۳۹۵۵۹۸۲ متر شمالی واقع شده است. مساحت منطقه حدود ۷۰۰ هکتار بود. حداکثر ارتفاع منطقه ۱۳۱۳ متر از سطح دریا و حداقل آن ۱۲۲۵ متر می‌باشد و متوسط ارتفاع از سطح دریا ۱۲۶۹ متر است. متوسط سالیانه بارش براساس آمار چهارده ساله (۷۴-۸۹) ایستگاه هواشناسی چیتگر ۲۶۷ میلیمتر می‌باشد. در مجموع تعداد ۱۱۶ نمونه سطحی به صورت شبکه منظم و با فاصله ۲۵۰ متر از عمق ۰-۲۰ سانتیمتری خاک برداشته شد منطقه مورد مطالعه بر اساس نوع پوشش گیاهی به سه قسمت جنگل سوزنی برگ، جنگل پهن برگ و پوشش

مرتعی تقسیم شد. همچنین به منظور بررسی مقادیر کل فلزات سنگین پس زمینه محلی طبیعی خاک (NLB[۱۷۷])، تعداد ۱۲ نمونه به صورت تصادفی به طوری که کل منطقه مورد بررسی را پوشش دهد از عمق یک متری خاک برداشته شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه و آماده سازی (هوا خشک کردن، کوبیدن و عبور از الک دو میلیمتری) عصاره گیری نمونه‌ها توسط اسید نیتریک ۴ نرمال انجام گرفت. در عصاره بدست آمده مقدار فلزات سنگین سرب(Pb)، کادمیوم (Cd)، نیکل(Ni)، روی (Zn)، مس(Cu)، منگنز(Mn) و آهن (Fe) با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل AA) ۶۷۰) Shimadzu. صورت گرفت(Richards et al., ۱۹۹۸). توصیف آماری داده‌ها توسط نرم افزار SPSS ۱۶.۰ صورت گرفت.

نتایج و بحث

مقادیر کل فلزات سنگین خاکهای مورد بررسی در مقایسه با مقادیر میانگین جهانی آن در جدول یک آورده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده مقدار میانگین فلزات آهن، نیکل و کادمیم از مقدار میانگین جهانی کمتر بودند. در حالی که منگنز، روی، مس و سرب نسبت به میانگین جهانی آن مقدار بالاتری را نشان دادند. از بین فلزات مورد بررسی مقدار میانگین منگنز از حد بحرانی مقدار بالاتری را نشان داد. سایر فلزات سنگین مقدار کمتری از حد بحرانی تعیین شده نشان دادند. مقادیر پس زمینه(NLB) در واقع بیانگر مقدار فلزات سنگین ناشی از هوازده‌گی مواد مادری می‌باشد و از فاکتورهای انسانی تاثیر نپذیرفته است. بنابراین با مقایسه مقدار فلزات سنگین در سطح خاک و عمق خاک(NLB) می‌توان مقدار افزایش این فلزات در خاک را به دست آورد (Sayadi, and Sayyed, ۲۰۱۰). خاکهای مناطق صنعتی از منابع مختلفی آلوده می‌شوند. بنابراین آنالیز آلودگی در خاک نه تنها آلودگی در خاک را مانیتورسازی می‌کند بلکه کیفیت محیط زیست و اکولوژی منطقه را نیز مورد ارزیابی قرار می‌دهد (Pierzynski et al., ۱۹۹۴). مقدار میانگین فلزات سنگین آهن، منگنز، روی، مس، نیکل، سرب و کادمیم در خاکهای منطقه در مقایسه با مقادیر پس زمینه که از عمق یک متری خاک برداشته شده افزایش غلظت نشان دادند. که این امر تاثیر آلودگی‌های اتمسفری ناشی از فعالیت‌های صنعتی و حمل و نقل جاده‌ای را در منطقه نشان می‌دهد. کریستوفوریدیس و استاپاتیس (Christoforidis, and Stamatis, ۲۰۰۹) در بررسی پراکنش آلودگی فلزات سنگین در غبار خیابان‌ها و خاکهای کنار جاده‌ای منطقه کاوالا یونان نتیجه گرفتند که ترافیک جاده‌ای به همراه صنعت عمدتا مسئول آلودگی فلزات بود به طوری که بیشترین غلظت فلزات در ناحیه صنعتی و شهری دیده شد. فاکتور غنی شدگی (EF[۱۷۸])که از تقسیم مقدار عنصر در سطح خاک به مقدار عنصر در زمینه خاک بدست می‌آید در واقع نشان دهنده میزان و شدت تاثیر عنصر از فعالیت‌های انسانی و تاثیر خاک از محیط اطراف که اتمسفر نیز جزئی از آن است می‌باشد. بر اساس فاکتور غنی‌شدگی (EF) در بین فلزات سنگین مورد بررسی مقدار سرب با شدت بیشتری افزایش یافته بود. سرب استفاده شده به همراه بنزین از سال ۱۹۲۰ به عنوان یکی از منابع اصلی آلودگی در شهرها به همراه سرب موجود در رنگها بوده است. منابع دیگر سرب شامل باطری ماشین‌ها، شیشه و محافظ تشعشعات می‌باشند. در سالهای اخیر تولیدات الکتریکی و ضایعات الکترونیکی به عنوان منبع قابل توجه سرب مطرح شده است (Lincoln et al., ۲۰۰۷). در مطالعه خاکهای پنج شهر اروپایی نتایج مارسال و همکاران (Marsan et al., ۲۰۰۷) نشان داد که غبارهای خاک می‌توانند به عنوان حاملهای سرب به بدن انسان از طریق استنشاق غبارها باشند. پس از سرب بیشترین فاکتور غنی سازی در خاکهای مورد بررسی مربوط به کادمیوم بود. . در تحقیقات به عمل آمده در مورد تجمع کادمیوم در خاکهای مناطق شهری تعداد کمی از آنها مقادیر کمتر از مقدار میانگین را گزارش شده است. شهرهای آنتالیا، آولیز، بالتیمور،کلجی، فوهیس،هنگ کنگ، تورین و یوجینگبو بیشتر از میانگین کادمیوم در خاک نشان دادند (Li et al., ۲۰۰۱). کادمیم در باطریهای نیکل-کادمیومی، پوشش ظروف، رنگدانه و در پلاستیک سازی استفاده می‌شود. همچنین کادمیوم به عنوان جزئی از تایر، نفت، سوخت دیزل و در روغنهای روان کننده نیز وجود دارد. ته نشست‌های اتمسفری یکی از منابع اصلی ورود کادمیوم به خاک می‌باشند. تخمین زده شده است که مقدار کادمیوم وارد شده به اتمسفر تقریبا ۷۰۰۰ تن انتشار کادمیوم به اتمسفر را اساساً ناشی از تولید فلزات فاقد آهن مثل کادمیوم، سوخت‌های فسیلی و خاکستر شدن مواد زائد و تولید آهن و فلزات می‌باشد(Pais and Jones., ۱۹۹۷). پس از سرب و کادمیم بیشترین افزایش غلظت را به ترتیب فلزات نیکل مس، روی، منگنز و آهن در منطقه نشان دادند. تمامی این فلزات در صنایع کاربرد دارند و فعالیت‌های صنعتی باعث افزایش این فلزات به اتمسفر محیط و در نتیجه ته نشست بروی خاک منطقه شده بودند. با توجه به نتایج خاک این منطقه می‌توان نتیجه گرفت که صنایع و جاده‌های اطراف باغث افزایش فلزات سنگین به اتمسفر محیط شده است. و مقدار سرب در اثر فعالیتهای صنعتی و جاده‌ای در مقایسه با سایر فلزات به مقدار بیشتری به اتمسفر منطقه افزوده می‌شود.

جدول ۱- وضعیت فلزات سنگین در خاکهای مورد مطالعه در مقایسه با وضعیت میانگین جهانی (mg/Kg)

متغیر	میانگین در خاکهای مورد مطالعه [a]	میانگین در خاک جهانی [b]	محدوده تغییرات در خاکها(جهانی)[c]	مقدار در پوسته زمین [d]	مقدار پس ضمینه محلی (NLB) در خاکهای مورد مطالعه [e]	حد بحرانی در خاک [f]	فاکتور غنی‌شدگی [g] (EF)
آهن	۶۴/۲۵۵۴۳	۳۸۰۰۰	۷۰۰-۵۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۹۷/۲۴۴۹۲		۰۴/۱
منگنز	۴۰/۹۰۵	۶۰۰	۲۰-۳۰۰۰	۱۰۰۰	۹۲/۷۹۲	۵۰۰	۱۴/۱
روی	۴۲/۷۴	۵۰	۱۰-۳۰	۷۰	۱۷/۶۵	۲۰۰	۱۴/۱

[۱۷۷] Natural Local Background
[۱۷۸] Enrichment factor

		۳۰	۲-۱۰۰	۵۰	۱۸/۲۷	۷۵	۲۷/۱
مس	۵۲/۳۴						
نیکل	۲۰/۲۱	۴۰	۵-۵۰۰	۷۵	۳۷/۱۵	۲۰	۳۸/۱
سرب	۲۴/۲۱	۱۰	۲-۲۰۰	۵/۱۲	۵۲/۷	۱۰۰	۸۲/۲
کادمیم	۱۳/۰	۶/۰	۰۱/۰-۷/۰	۱۵/۰	۰۹/۰	۱	۴۴/۱

a, e, g: Present study, b, c: Alloway (۲۰۰۴), d: Krauskopf (۱۹۷۹), f: Hungarian Governmental regulation number (۲۰۰۰).

مقایسه میان مقدار کل در بین کاربری‌های مختلف از طریق جدول ANOVA یک طرفه انجام گرفت. همچنین مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون مقایسه میانگین Duncan صورت گرفت. در جدول ۲ مقایسه میانگین بین انواع کاربری اراضی و مقادیر پس زمینه خاک آورده شده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین مقدار کل فلزات سنگین نشان داد که برای تمامی فلزات به جز مقدار آهن غلظت غلظت فلزات کادمیم، مس، منگنز، نیکل، سرب و روی کل خاک در انواع کاربری نسبت به مقدار پس زمینه به طور معنی‌داری افزایش یافته است.($p<۰.۰۵$) فعالیت‌های صنعتی منطقه و همچنین ترافیک جاده‌ای بالا در سطح منطقه باعث افزایش این فلزات به اتمسفر محیط و سپس ته نشست به صورت خشک و یا بارش باران به خاک‌های سطح منطقه شده است. که این امر در بسیاری از نواحی صنعتی و شهری توسط محققین گزارش شده است (Yaylal -Abanuz, G. ۲۰۱۱; Soriano et al., ۲۰۱۱).

جدول۱ -خلاصه آماری و مقایسه میانگین فلزات سنگین مورد بررسی در انواع پوشش گیاهی منطقه و مقادیر پس زمینه(mg/kg)

Variable	Land use pattern	sample number	Range	minimum	maximum	Mean	Std. Deviation	(%)CV
Cd	GL	۳۲.۰۰	۰.۲۵	۰.۰۴	۰.۲۹	۰.۱۵a	۰.۰۷	۴۹.۹۲
	NL	۵۵.۰۰	۰.۲۳	۰.۰۴	۰.۲۷	۰.۱۲a	۰.۰۶	۴۷.۷۳
	BF	۲۹.۰۰	۰.۲۷	۰.۰۳	۰.۳۰	۰.۱۳a	۰.۰۸	۶۴.۶۵
	BG	۱۲.۰۰	۰.۰۹	۰.۰۵	۰.۱۴	۰.۰۹b	۰.۰۳	۳۵.۲۹
Cu	GL	۳۲.۰۰	۱۹.۵۶	۲۲.۸۰	۴۲.۳۶	۳۴.۰۸a	۵.۵۷	۱۶.۳۴
	NL	۵۵.۰۰	۱۵.۲۴	۲۶.۱۸	۴۱.۴۲	۳۴.۷۸a	۳.۹۳	۱۱.۳۱
	BF	۲۹.۰۰	۲۰.۱۰	۲۲.۹۰	۴۳.۰۰	۳۴.۵۱a	۴.۴۱	۱۲.۷۸
	BG	۱۲.۰۰	۱۴.۱۲	۱۸.۷۲	۳۲.۸۴	۲۷.۱۸b	۵.۳۰	۱۹.۵۱
Fe	GL	۳۲.۰۰	۱۲۶۵۰.۰۰	۱۹۲۷۵.۰۰	۳۱۹۲۵.۰۰	۲۶۷۵۸.۳۳a	۱۴۸.۰۰	۱۲.۱۲
	NL	۵۵.۰۰	۱۴۱۰۶.۲۵	۱۷۸۰۰.۰۰	۳۱۹۰۶.۲۵	۲۵۲۶۴.۳۵a	۳۸۳۳.۳۶	۱۵.۱۷
	BF	۲۹.۰۰	۱۳۰۶۲.۵۰	۱۸۲۶۲.۵۰	۳۱۳۲۵.۰۰	۲۴۸۳۸.۳۹a	۳۵۸۷.۴۳	۱۴.۴۴
	BG	۱۲.۰۰	۱۴۱۸۷.۵۰	۱۵۶۳۱.۲۵	۲۹۸۱۸.۷۵	۲۴۴۹۲.۹۷a	۴۵۸۹.۷۵	۱۸.۷۴
Mn	GL	۳۲.۰۰	۵۴۷.۵۰	۷۲۶.۲۵	۱۲۷۳.۷۵	۱۰۲۸.۱۷a	۲۱۹۰۴.۸۰	۱۴.۳۹
	NL	۵۵.۰۰	۶۱۶.۲۵	۶۳۱.۲۵	۱۲۴۷.۵۰	۸۷۴.۲۹b	۱۱۸.۲۲	۱۳.۵۲
	BF	۲۹.۰۰	۳۳۸.۷۵	۷۰۱.۲۵	۱۰۴۰.۰۰	۸۳۹.۲۶bc	۸۱.۵۰	۹.۷۱
	BG	۱۲.۰۰	۳۲۲.۵۰	۶۳۱.۲۵	۹۵۳.۷۵	۷۹۲.۹۲c	۹۸.۳۴	۱۲.۴۰
Ni	GL	۳۲.۰۰	۲۸.۷۶	۴.۹۷	۳۳.۷۳	۲۲.۳۷a	۷.۵۱	۳۳.۵۵
	NL	۵۵.۰۰	۳۲.۷۳	۴.۶۹	۳۷.۴۲	۲۱.۲۵a	۸.۰۰	۳۷.۶۴
	BF	۲۹.۰۰	۱۹.۴۴	۸.۹۰	۲۸.۳۴	۱۹.۷۶a	۵.۴۶	۲۷.۶۳
	BG	۱۲.۰۰	۱۱.۰۰	۱۱.۲۰	۲۲.۲۰	۱۵.۳۷b	۳.۸۵	۲۵.۰۲
Pb	GL	۳۲.۰۰	۱۴.۲۸	۱۳.۰۲	۲۷.۳۰	۲۰.۵۳ab	۳.۴۲	۱۶.۶۵
	NL	۵۵.۰۰	۲۸.۳۰	۱۱.۵۰	۳۹.۸۰	۲۲.۸۷a	۶.۷۸	۲۹.۶۳

						۳.۴۹	
	BF	۲۹.۰۰	۱۵.۶۹	۱۴.۰۰	۲۹.۶۹	۱۹.۳۲b	۱۸.۰۵
	BG	۱۲.۰۰	۷.۰۶	۴.۰۴	۱۱.۱۰	۷.۵۲c	۲.۷۰ ۳۵.۸۸
Zn	GL	۳۲.۰۰	۶۹.۰۰	۵۱.۰۰	۱۲۰.۰۰	۷۶.۷۳a	۱۷.۶۹ ۲۳.۰۰
	NL	۵۵.۰۰	۷۴.۲۵	۴۵.۲۵	۱۱۹.۵۰	۷۶.۶۵a	۱۷.۵۹ ۲۲.۹۴
	BF	۲۹.۰۰	۶۰.۲۵	۵۹.۷۵	۱۲۰.۰۰	۷۶.۱۴a	۱۷.۲۳ ۲۲.۶۳
	BG	۱۲.۰۰	۲۳.۲۵	۴۹.۲۵	۷۲.۵۰	۶۵.۱۷b	۸.۰۰ ۱۲.۲۸

RL: پوشش مرتعی، NL: جنگل سوزنی برگ، BF: جنگل پهن برگ، BG: مقادیر پس‌زمینه خاک
حروف غیر مشترک در هر متغیر معنی‌داری در سطح پنج درصد

منابع

Abrahams, P. W. ۲۰۰۲. Soils : Their implications to human health. Science of the Total Environment, ۲۹۱, ۱ - ۳۲.

Christoforidis, A. Stamatis, N. ۲۰۰۹. Heavy metal contamination in street dust and roadside soil along the major national road in Kavala's region, Greece. Geoderma, ۱۵۱, ۲۵۷-۲۶۳.

Jackson, M. T., Sampson, J., & Prichard, H. M. ۲۰۰۷. Platinum and palladium variations through the urban environment : Evidence from ۱۱ sample types from Sheffield, UK. Science of the Total Environment, ۳۸۵, ۱۱۷ - ۱۳۱.

Li, X., Poon, C. S., & Liu, P. S. ۲۰۰۱. Heavy metal contamination of urban soil and street dusts in Hong Kong. Applied Geochemistry, ۱۶, ۱۳۶۱ - ۱۳۶۸.

Lincoln, J. D., Ogunseitan, O. A., Shapiro, A. A., & Saphores, J. D. M. ۲۰۰۷. Leaching assessments of hazardous materials in cellular telephones. Environmental Science and Technology, ۴۱, ۲۵۷۲ - ۲۵۷۸.

Marsan, F., Biasioli, M., Kralj, T., Gr man, H., Davidson, C. M., Hursthouse, A. S., et al. ۲۰۰۷. Metals in particle-size fractions of the soils of five European cities. Environmental Pollution, ۱۵۲, ۷۳ - ۸۱.

Pais I. J., Jones B. J. ۱۹۹۷. The hand book of trace elements, St. Lucie press. N. W., Boca Roton, Florida.

Pierzynski GM, Sims JT, Vance GF ۱۹۹۴ Soils and environmental quality. Boca Raton, Lewis.

Poggio, L., Vr aj, B., Schulin, R., Hepperle, E., & Ajmone Marsan, F. ۲۰۰۹. Metals pollution and human bioacces-sibility of topsoils in Grugliasco (Italy). Environmental Pollution, ۱۵۷, ۶۸۰ - ۶۸۹.

Sayadi, M. H., Sayyed, M. R. G. ۲۰۱۰. Comparative assessment of baseline concentration of the heavy metals in the soils of Tehran (Iran) with the comprisable reference data. Environ Earth Sci.

Schwartz, C., Fetzer, K. D., & Morel, J. L. ۱۹۹۵. Factors of contamination of garden soils by heavy metals. In R. Prost (Ed.), CD-Rom, Contaminated Soils, Third International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements, Paris.

Soriano, A., Pallaré s, S., Pardo, F., Vicente, B., Sanfeliu,T., Bech, J. ۲۰۱۱. Deposition of heavy metals from particulate settleable matter in soils of an industrialised area. Journal of Geochemical Exploration ۱۱۳:۳۶-۴۴.

Yaylal -Abanuz, G. ۲۰۱۱. Heavy metal contamination of surface soil around Gebze industrial area, Turkey. Microchemical Journal ۹۹, ۸۲-۹۲.

Abstract

In order to evaluate the amount of soil heavy metals increase which is originated from atmospheric and airborne pollution, soil samples were taken from ۱۱۶ sites by using squared grid sampling with ۲۵۰ meters interval distance. Total concentrations of seven metals, namely Cu,Cd, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn, were measured. Furthermore, natural local background (NLB) of above-mentioned metals was measured by taking ۱۲ random samples taken from a depth of one meter. Results showed that industrial activities and road transports released heavy metals into the atmosphere. These heavy metals were spread around the region and were added to soil by deposition processes. Mean comparison revealed that the amount of surface soil lead, cadmium, nickel, zinc, copper

and manganese compare to soil background concentrations were significantly increased ($p < ۰.۰۵$) while increased concentration of iron was insignificant. The enrichment factor of Pb was greater than that of other elements.

تاثیر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات مورفولوژیک ارقام مختلف گندم

نیلوفر تیمورپور [۱]، مسلم ثروتی [۲]، بهنام ذالی ورگهان [۳] و حسن مهدوی‌کیا [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج دانشگاه تهران،۲- استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب ارومیه،۳-دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شهید چمران اهواز،
۲- استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب دانشگاه ارومیه

چکیده
استرس شوری یکی از فاکتورهای مهم در کاهش رشد گیاه بوده و کشاورزی در خاک‌های شور از معضلات مهم در کشور می‌باشد. این مطالعه با ۶ رقم خلیج، کویر، چمران، اینیا، شیراز و قدس با ۵ سطح شوری (۰ ، ۲، ۴، ۷، ۱۰ dS/m) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد با افزایش شوری، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت که بین ارقام از نظر مقاومت به تنش شوری تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. همچنین با افزایش شوری کلیه صفات اندازه‌گیری شده (تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله، وزن دانه، وزن خشک، حجم ریشه و ارتفاع بوته) به طور معنی‌داری کاهش یافت. در مجموع، با توجه به اثرات منفی کمتر کلرید سدیم روی ویژگی‌های مورفولوژیک رقم‌های خلیج و کویر نسبت به ارقام دیگر به شوری متحمل‌تر بوده و به نظر می‌رسد برای کشت در خاک‌های شور متناسب‌تر باشند.
واژه‌های کلیدی: تنش شوری، ویژگی‌های مورفولوژیک، سدیم کلرید

مقدمه
در آسیا بعد از شوروی سابق، چین، هند و پاکستان، ایران بیشترین سطح خاک‌های شور را دارا است. وسعت اراضی تحت تاثیر شوری در ایران حدود ۱۵ میلیون هکتار است که نزدیک به ۱۱ درصد مساحت کشور را در بر می‌گیرد. برای استفاده بهینه از خاک‌های مناطق شور، کنترل شوری از طریق کشت گیاهان و ارقام مقاوم به شوری، یکی از راهکارهای اساسی می‌باشد، زیرا اصلاح خاک‌های شور به زمان بیشتری احتیاج دارد و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. بنابراین دست‌یابی به ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ولی قبل از شروع و اجرای هر برنامه اصلاحی در جهت شناسایی ارقام و ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش شوری، شناسایی خصوصیات منعکس کننده مقاومت به شوری در گیاهان و ژنوتیپ های آنها مهم خواهد بود (پساراکلی ۱۹۹۴). وجود تنش شوری و اقلیم خشک و نیمه‌خشک در برخی خاک‌های کشور، لزوم توجه به تنش‌های یونی و اسمزی را آشکار می‌سازد. تفاوت بین گونه‌های مختلف از جنبه اثرپذیری از تنش اسمزی که از بارندگی کم حاصل می‌گردد؛ با تنش ناشی از وجود یون‌ها در خاک، در انتخاب گونه مناسب بر اساس سرشت خاکی و اقلیمی حائز اهمیت خواهد بود (آکسو و همکاران ۲۰۰۵). تحقیقات نسبتاً زیادی که بر روی گیاهان زراعی مختلف انجام شده نشان می‌دهد که با افزایش شوری طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و همچنین وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (اسمیرنوف ۱۹۹۸). تحقیقات بر روی صفت مقاومت به شوری نشان داده است که این صفت ساده و منفرد نبوده و بایستی در برنامه‌های اصلاح برای مقاومت به شوری، صفات ثانویه مختلفی که با تنش شوری ارتباط تنگاتنگی دارند را مورد بررسی قرار داد تا به نتایج دقیق و جامع تری دست یافت. با توجه به ویژگی‌های روش کشت هیدروپونیک، مشاهده شده است که مشکلات ناشی از مطالعه اثر شوری در مزرعه و شرایط طبیعی در روش هیدروپونیک وجود ندارد. از شاخص های ارزیابی مقاومت به شوری، می توان به شاخص‌های جوانه‌زنی، سبز شدن، وزن خشک بخش هوایی و وزن خشک ریشه، صفات مربوط به برگ، گلدهی و عملکرد دانه اشاره نمود (همانترانجان ۱۹۹۸). در اینه راستا گندم غذای اصلی مردم را در بسیاری از کشورهای جهان تشکیل می‌دهد. با مصرف نان حاصله از گندم ۶۱ تا ۷۸ درصد کالری و ۷۸ تا ۹۳ درصد پروتئین دریافتی انسانها تأمین می‌شود و با توجه به رشد جمعیت کشور و جهان و کمبود کنونی غذا در سطح دنیا، بررسی تمامی راه‌کارهایی که سبب افزایش تولید و استفاده بهینه از گندم تولید شده می‌گردد، از موضوعات مهم و قابل توجه می‌باشد (گنجعلی و همکاران ۲۰۰۸). میرمحمدی میبدی و قره یاضی (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که در شرایط تنش شوری کاهش تقسیم و طویل شدن سلولی اتفاق می‌افتد که باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد که در نهایت موجب کاهش وزن ساقه و کاهش ماده خشک می‌شود. ریشه‌ها اولین اندام گیاه هستند که آثار تنش شوری را تجربه می‌کنند و پس از آن اندام‌های هوایی تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرند. گزارش شده که ریشه‌ها در مواجهه با تنش‌های مختلف محیطی، از جمله تنش‌های خشکی و شوری، نقش مهمی در بقا و عملکرد گیاهان زراعی ایفا می‌کنند. تحقیق حاضر با هدف مقایسه ویژگی‌هایی نظیر ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد، تعداد پنجه، طول سنبله، حجم و وزن خشک ریشه ۶ رقم گندم در پاسخ به سطوح مختلف شوری انجام گردید.

مواد و روش‌ها
این مطالعه با ۶ رقم خلیج، کویر، چمران، اینیا، شیراز و قدس با ۵ سطح شوری (۰ ، ۲، ۴، ۷، ۱۰ dS/m) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه داوودی با مختصات جغرافیایی X=۵۸۹۵۵۵ و Y=۴۸.۲۸۲۹ واقع در جاده تبریز و خسروشهر در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد.

در ابتدا تعداد ۱۲ بذر از هر رقم درگلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر کاشته شد و در مرحله ۳ برگی تعداد بوته‌ها به ۵ عدد کاهش یافت. برای تهیه محلول‌های شوری از نمک NaCL استفاده شد. در تیمار شاهد، گیاهان در کل دوره رشد با آب غیرشور آبیاری شدند. در گلدان‌های تحت تنش شوری گیاهان تا مرحله سبز شدن با آب غیر شور آبیاری شدند و پس از آن به منظور جلوگیری از بروز تنش شوری تیمار شوری به صورت تدریجی اعمال شد. بدین صورت که در اولین مرحله اعمال تیمار، همه گلدان‌ها بجز شاهد با آب دارای هدایت‌الکتریکی ۲ dS/m آبیاری شدند و در نوبت دوم گلدان‌های شاهد با آب غیرشور و تیمار ۲ dS/m با این آب آبیاری شدند و برای آبیاری بقیه گلدان‌ها از آب دارای هدایت الکتریکی ۴ dS/m استفاده گردید. در نوبت سوم نیز گلدان‌های دارای تیمار ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر با آب دارای هدایت‌الکتریکی مشابه به ترتیب آبیاری شدند و برای بقیه گلدان‌ها از آب دارای هدایت‌الکتریکی ۷ dS/m استفاده شد. این روند برای اعمال تیمار ۱۰ dS/m نیز تکرار شد. در انتهای فصل رشد نسبت به اندازه‌گیری صفات مورد نظر مانند طول سنبله، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در بوته و همچنین برخی صفات رشدی مانند ارتفاع بوته، حجم ریشه اقدام گردید. برای اندازه‌گیری وزن و حجم ریشه، پس از خشک‌شدن کامل بوته‌ها نسبت به آبیاری مجدد گلدان اقدام گردید تا خاک نرم شود. سپس با شستشوی تدریجی خاک گلدان، نسبت به استخراج ریشه از خاک اقدام شد. ریشه‌ها مجدداً در آب طی دو مرحله شستشو گردیدند. حجم ریشه قبل از قراردادن آن در آون از طریق تفاضل حجم اولیه آب موجود قبل و بعد از غوطه‌ور نمودن در استوانه مدرج محاسبه گردید.

برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه، ریشه‌ها در آون برای مدت ۴۸ ساعت و دمای ۷۲ درجه سلسیوس قرار گرفتند و پس از آن نسبت به توزین ریشه اقدام گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۶ صورت گرفت و از آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ میانگین مربعات برخی صفات مورفولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد ۶ رقم گندم در سطوح مختلف شوری و جدول ۲ مقایسه میانگین برخی صفات مورفولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد ۶ رقم گندم و سطوح مختلف شوری را نشان می‌دهند.

جدول ۱-میانگین مربعات برخی صفات مورفولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد ۶ رقم گندم در سطوح مختلف شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن دانه در بوته	وزن خشک ریشه	حجم ریشه
رقم	۵	۶۷/۱۵۹**	۸۳/۱۶**	۶۷/۲۰۷**	۴/۰**	۲۲/۰**	۴۹/۱۰**
شوری	۴	۲۳/۱۹۹۸**	۳۳/۷۳**	۴۱/۵۴۳**	۶۳/۰**	۳۸/۰**	۳۳/۳۷**
شوری*رقم	۲۰	۶۷/۱۵۹**	۱/۵*	۹۸/۳۱*	۰۹/۰*	۰۷/۰*	۴۹/۰**
خطا	۱۰۰	۵/۱۷	۱/۴*	۵۶/۱۱	۰۶/۰	۰۴/۰	۲۱/۰
درصد CV		۴/۲۲	۷/۱۷	۵/۱۴	۲/۱۳	۸/۱۲	۵/۱۴

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد است

جدول ۲-مقایسه میانگین برخی صفات مورفولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد ۶ رقم گندم و سطوح مختلف شوری

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن دانه در بوته (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)
سطوح شوری (dS/m)						
شاهد	۲/۴۰^{a}	۴۱/^{a}	۱۱۵/^{a}	۰۴/^{a}	۰۳۷/^{a}	۳۱/^{a}
۲	۵/۳۰^{b}	۷/۳^{b}	۷۲/^{b}	۰۲/^{b}	۰۲۷/^{b}	۲۶/^{b}
۴	۶/۲۷^{c}	۳/۱^{c}	۷۵/^{c}	۰۲/۱۶^{c}	۰/۲^{c}	۱/۷^{c}
۷	۴/۲۲^{d}	۲/۲^{d}	۲/۲^{d}	۰۸/۰^{d}	۰/۱۶^{d}	۱/۲^{d}
۱۰	۱/۱۴^{e}	۰^{e}	۰/۹^{e}	۰/۹^{e}	۰/۱^{e}	۰/۴^{e}
رقم						
خلیج	۶/۳۰^{a}	۲/۳^{b}	۹^{a}	۰۳۵/^{a}	۰۳۳/^{a}	۱/۳^{a}
کویر	۵/۲۹^{b}	۵/۳^{a}	۶^{b}	۰۳۱/^{a}	۰۳۲/^{a}	۷/۲^{b}
چمران	۸/۲۳^{d}	۹/۱^{c}	۷^{b}	۰۱۲/^{c}	۰۱۹/^{b}	۳/۱^{f}
اینیا	۹/۲۵^{c}	۵/۱^{d}	۴^{c}	۰۲۵/^{b}	۱/۰^{d}	۷/۱^{d}
شیراز	۱/۲۱^{e}	۱^{f}	۷^{b}	۰۱۴/^{c}	۰۱۴/^{c}	۵/۱^{e}
قدس	۸/۱۹^{f}	۳/۱^{e}	۳^{c}	۰۲۷/^{b}	۰۱۵/^{c}	۱/۲^{c}

نتایج جدول ۲ موید این مطلب است که تاثیر همه سطوح شوری بر ویژگی‌های مورد بررسی حداقل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. از نظر رقم نیز رقم خلیج بغیر از سنبله در تمامی ویژگی‌های مورفولوژیک نسبت به سایر رقم‌ها مقاوم‌تر است و به‌عنوان رقم مقاوم معرفی می‌گردد. رقمکویر از بعد از رقم خلیج مقام دوم را به خود اختصاص داد. سایر ارقام نسبت به شوری دارای حساسیت بوده و توصیه می‌گردد در اراضی با EC زیر ۴ دسی‌زیمنس بر متر کشت گردند.

همچنین تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به شاهد می‌گردد. کاهش بیشتر عملکرد دانه در شرایط تنش شوری در ارقام حساس قدس، اینیا، کارچیا و چمران در مقایسه با رقم خلیج به علت مقادیر بالاتر یون سدیم در برگ آن‌ها می‌باشد، که در این صورت میزان عملکرد دانه به طور قابل توجهی تحت تأثیر اثرات منفی ویژه یون سدیم کاهش یافت. مونس و تستر (۲۰۰۸) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش نمودند.

با گذشت زمان میزان تجمع ماده خشک به دلیل افزایش رشد و تولید مواد فتوسنتزی افزایش یافت، به طوری که در ۸۵ روز پس از سبز شدن برای تمامی تیمارها به حداکثر میزان خود رسید. بعد از گذشت این زمان، میزان تجمع ماده خشک تحت تأثیر شوری در تمامی تیمارها به‌دلیل زرد شدن اندام‌های رویشی و به ویژه برگ‌ها کاهش یافت که سایرام و همکاران (۲۰۰۲) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش نموده‌اند.

وزن دانه در بوته با افزایش تنش شوری کاهش یافت و بیشترین و کمترین وزن دانه در بوته به ترتیب در شرایط شاهد و شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. وزن دانه در بوته با افزایش تنش شوری کاهش یافت و بیشترین و کمترین وزن دانه در بوته به ترتیب در شرایط شاهد و شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. در پژوهشی توسط فرانکوئیس و همکاران (۱۹۹۴) در خصوص تأثیر شوری بر رشد و اجزای عملکرد مشخص گردید که شوری مداوم در طول فصل رشد، به طور معنی‌داری موجب کاهش رشد و اجزای عملکرد گندم می‌شود. آن‌ها در این پژوهش مهم‌ترین دلیل کاهش وزن دانه در بوته و عملکرد را تأثیر سوء شوری بر دوره پرشدن دانه عنوان و اشاره شده است که بر اثر شوری طول دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد و به تولید دانه‌هایی با وزن کمتر منجر می‌شود که در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال دارد.

با افزایش سطوح شوری کلرور سدیم سمیت یونی ایجاد کرده و باعث کاهش جوانه‌زدن شده است. علت کاهش سرعت و درصد جوانه زنی با افزایش شوری را می‌توان به حضور بیش از حد کاتیون‌ها و آنیون‌ها نسبت داد که علاوه بر ایجاد مسمومیت با توجه به قابل انحلال بودن آنها در آب، پتانسیل آب را نیز کاهش داده است. بطوری‌که علی رغم وجود آب در اشغال یون‌های موجود قرار می‌گیرد، گیاه قادر به جذب آب نبوده و با نوعی کمبود آب مواجه می‌شود. سینک (۲۰۰۰) نیز چنین نتیجه‌ای را در مطالعات خود گزارش نموده بودند.

با افزایش سطح شوری تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر بیشترین کاهش در کلیه صفات اندازه‌گیری شده به ویژه اجزای عملکرد مشاهده شد به طوری که در این سطح شوری عملکردی حاصل نشد .بعلاوه رقم خلیج در بین ارقام مورد بررسی دارای بیشترین وزن دانه در بوته بود که یک عامل مهم در میزان تحمل به شوری این رقم به چگونگی توسعه سیستم ریشه‌ای آن برمیگردد. به طوری که این رقم حجم و وزن خشک ریشه بالاتری نسبت به دیگر ارقام داشت. به طور کلی، ارقام مقاوم به شوری، نسبت به ارقام حساس، از ریشه های حجیم‌تر و طویل‌تر برخوردار می‌باشند. همچنین ارتفاع بوته و اجزای عملکرد نیز در این رقم بیشتر از دیگر ارقام بود.

منابع

Francois L.E., Grieve M.C., Mass V.E., Scott M.L. ۱۹۹۴. Time of salt stress affects grown and yield components of irrigated wheat. Agronomy journal, ۸۶:۱۰۰-۱۰۷.

Ganjali A., Porsa H. and Hojat S. ۲۰۰۸. Genotype diversity of root and shoot characteristics of pea seedlings (Cicer arietinum L.) in hydroponics and greenhouse. Iranian Journal of Field Crops Research, ۱:۱۴۳-۱۵۵.

Hemantaranjan A. ۱۹۹۸. Advances in plant physiology. Pawan Kumar Scientific Publisher (India). PP: ۳۱۸-۳۹۴.

Mirmohammadi maebodi S. E. M. and Ghareyazi B. ۲۰۰۲. Aspects of physiological and breeder in salt stress of crops. Plant cell and Environment, ۲۵:۲۳۹-۲۵۰.

Munns R. and Tester M. ۲۰۰۸. Mechanisms of Salinity Tolerance. Annual Review of Plant Biology, ۵۹: ۶۵۱-۶۸۱.

Okcu G., Kaya M.D., Atak M. ۲۰۰۵. Effects of salt and drought stresses on germinationand seedling growth of pea (Pisum Sativum L.). Turk. J. Agric, ۲۹: ۲۳۷-۲۴۲.

Pessarakli M. ۱۹۹۴. Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker, Inc. New York. Pp:۱-۳۳.

Sairam R.K., Rao K.V. and Srivastava G.C. ۲۰۰۲. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Sci, ۱۶۳:۱۰۳۷-۱۰۴۶.

Singh AK .۲۰۰۰. The physiology of salt tolerance in four genotypes of chickpea during germination. J. Agric. Sci. Technol. ۶: ۸۷-۹۳.

Smirnoff N. ۱۹۹۸. Plant resistance to environmental stress. Current Opinion in Biotechnology, ۹(۲): ۲۱۴-۲۱۹.

Abstract

Salinity stress is considered as one of the major factors that reduce plant growth and farming on saline soil is very difficult. This experiment with ۶ cultivars Khalij, Kavir Chamran, Inia, Shiraz and Ghods in ۵ salinity levels (۰, ۲, ۴, ۷ and ۱۰ dS/m NaCl), were conducted by factorial analysis in a completely randomized design with three replications in a controlled environment of greenhouse during ۲۰۱۳-۲۰۱۴. The results revealed that with increasing salt concentration, the percentage of germination was reduced. In terms of resistance to salt stress, there was significant difference at ۵% probability level between cultivars. The results showed that increasing salinity decreased parameters (number of grain in spike, number of spike, grain weight in per plant, dry weight and Plant height significantly. In addition, according to the lower negative effects of sodium chloride on morphological characteristics of Khalij and Kavir cultivares, so it seems that these cultivars were more tolerant to salinity and appropriate to sowing in salt soils compared to others.

بررسی اثر غرقاب بر میزان سولفات قابل دسترس در خاک‌ها

هانیه سپهوند [۱]، محمد فیضیان [۲]
۱-دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک، دانشگاه لرستان، ۲- استادیار علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

چکیده
سولفور یکی از فراوانترین عناصر زمین است و تبدیلات آن اهمیت ژئوشیمیایی، پدولوژیکی، بیولوژیکی و اکولوژیکی بسیاری دارد. در خاکها و آبهای هوازی تبدیلات عمده آن شامل: اکسیداسیون سولفور، سولفیدها و سولفور آلی متصل به سولفاتها و احیای سولفات و همچنین وارد شدن سولفور به درون گیاه و بافتهای میکروبی می باشد. هدف این تحقیق بررسی شکلهای سولفات و تغییر آنها پس از یک مرحله غرقاب می باشد. سه نمونه خاک با کاربریهای متفاوت انتخاب شدند. همه خاکها از جمله خاکهای آهکی بودند. مقدار دو کیلوگرم از نمونه ها در سه تکرار درون گلدانها ریخته شدند و به مدت شش هفته به حالت غرقاب نگهداشته شدند. سپس مقدار سولفات قابل دسترس آنها به روش کدورت سنجی اندازه گیری شد. کاهش قابل توجه در مقدار سولفات خاکها پس از شش هفته غرقاب مشاهده شد.

واژه های کلیدی: سولفات، غرقاب، احیا، تبدیل

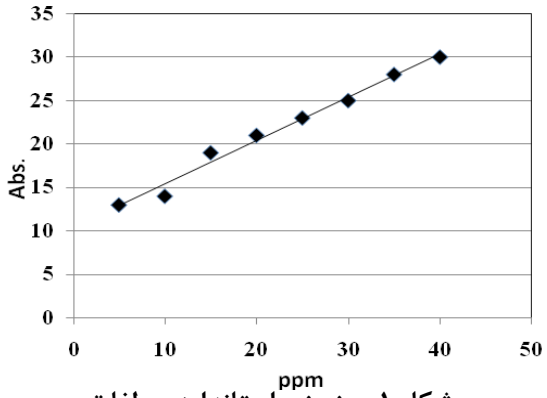
مقدمه
گوگرد به شکل سولفات از خاک و همچنین به شکل SO_2 جذب می‌شود. این عنصر در ساختار اسیدهای آمینه سیستئین ، متیونین و در نتیجه در ساختار پروتئینها شرکت می‌کند. گوگرد عنصر ساختاری چندین کوآنزیم و گروه پروستتیک است، مثل فردوکسین و ویتامین B. گوگرد در کانیهایی مانند پیریت و یا ژیپس وجود دارد. سولفاتها مانند نیتراتها ، پس از جذب در گیاه احیا می‌شوند. در احیای گوگرد ، ابتدا گوگرد بوسیله ATP فعال می‌گردد.
نقش گوگرد در گیاهان بطور عمده ساخت پروتیین , روغن و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی است .نتایج آزمایشها نشان داده که اگر گوگرد به همراه مواد آلی و با کتریهای تیوباسیلوس با روش صحیحی جایگذاری شود و رطوبت نیز در حد مطلوب باشد میتواند در حد ۶۰ % عملکرد محصولات کشاورزی را افزایش دهد.
برای تبدیل گوگرد به سولفات باید شرایط اکسیداسیون در خاک مهیا باشد. برای تبدیل گوگرد به سولفات مهیا کردن چهار شرط (رطوبت-مواد آلی- جایگذاری عمقی و میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد) الزامی است. از سوی دیگر چون خاکهای کشاورزی کشور آهکی و شور هستند و آب آبیاری نیز محتوی بی کربنات فراوان است, بنابراین در اولویت قرار دادن ساخت انواع کودهای سولفاتی مخصوصا اوره با پوشش گوگردی, سولفات آمونیوم, فسفات سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم که دارای خاصیت اسید زایی نیز هستند توسط شرکت ملی صنایع پتروشیمی و نیز بخش خصوصی الزامی است.
گوگرد از جمله عناصری است که وضعیت آن در شرایط غرقاب تغییر می کند. هنگامی مزارع برنج قبل از درو، زهکشی می شوند، پتانسیلهای اکسایشی-کاهشی در آنها افزایش می یابد. غلظتهای Fe^{2+} و Mn^{2+} کاهش می یابد و نیتروژن، گوگرد و کربن اکسیده می شوند. اگر این خاکها به حالت غرقابی درآیند، واکنشها معکوس می شوند. یک نوع دیگر قابل توجه از خاکهای غرقابی، خاکهای اسید سولفات هستند که دارای مقادیر قابل توجهی از سولفورهای آهن دو ظرفیتی هستند. اگر این خاکها زهکشی شوند، سولفیدها به اسید سولفوریک و یون اسیدی اکسید می شوند. در چنین وضعی قدرت اسیدی خاک به pH= ۲ یا کمتر تنزل می یابد که برای گیاهان کاملاً سمی است و در شرایط هوازی می‌توان آن را با اجرای یک برنامه جامع آبشویی و آهک دهی اصلاح کرد.
هدف از این تحقیق بررسی وضعیت یون سولفات و تغییر آن، پس از طی یک مرحله غرقاب، در چند نوع خاک مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها
سه نمونه خاک از افق سطحی (۰ تا ۳۰ سانتی‌متری) از سه منطقه دارای کاربری های متفاوت شامل خاک زراعی تحت کشت گندم (S_1)، خاک شالیزار (S_2) و خاک جنگلی (S_3)، انتخاب و پس از خشک کردن در هوا و عبور از الک ۲ میلی‌متری، مقادیر pH آنها در گل اشباع به ترتیب، ۸/۷، ۵/۷و ۴/۷ به دست آمد.
از نمونه های خاک به مقدار دو کیلوگرم توزین و در گلدانهای پلاستیکی با سه تکرار ریخته شد. گلدانها تا مرحله اشباع آبیاری شدند و به مدت شش هفته به حالت اشباع در آزمایشگاه نگهداری شدند.
پس از پایان شش هفته، خاکهای قبل از اشباع و همچنین نمونه خاکهای پس از اشباع، برای تعیین مقدار سولفات موجود در آنها مورد آزمایش قرار گرفتند.

روش اندازه‌گیری سولفات:

در این تحقیق برای تعیین مقدار سولفات خاکها از روش کدورت سنجی استفاده شد. در این روش ابتدا عصاره خاک با اضافه کردن ۲۵ میلی لیتر محلول کلرید کلسیم ۱۵/۰ % و تکان دادن به مدت ۳۰ دقیقه و صاف کردن به دست آمد. سپس دو محلول NaCl-HCl(۶۰ گرم NaCl و ۵ میلی لیتر HCl غلیظ با آب مقطر به حجم ۲۵۰ میلی رسانده شد) و گلیسرول-اتانول (با نسبت ۲:۱) تهیه شدند. از سولفات پتاسیم نیز برای تهیه استانداردهای سولفات مورد نیاز برای اندازه گیری سولفات استفاده شد. سپس مقدار دو میلی لیتر از عصاره خاک با پنج میلی لیتر NaCl-HCl و ده میلی لیتر محلول گلیسرول-اتانول در بالن ۲۵ میلی لیتر به حجم رسانده شد و در نهایت برای ایجاد کدورت در محلول، ۱۵/۰ گرم کلرید باریم اضافه شد و به مدت چند دقیقه تکان داده شد. میزان کدورت محلولها که بیانگر مقدار سولفات موجود در نمونه هاست، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد.

استانداردهایی با غلظتهای ۵ تا ۴۰ میلی گرم بر لیتر سولفات تهیه و در ابتدا در طول موج ۴۲۰ نانومتر، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شدند. سپس محلول‌های تهیه شده نیز در همان طول موج قرائت شدند. منحنی استاندارد به دست آمده در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- منحنی استاندارد سولفات

نتایج و بحث

در این مطالعه مقدار سولفات سه نمونه خاک که هر سه از جمله خاکهای آهکی به شمار می روند، با کاربریهای متفاوت مورد بررسی قرار گرفت و مقدار یون سولفات با استفاده از روش کدورت سنجی به دست آمد. در جدول ۱ مقادیر قابل جذب سولفات در دو حالت قبل از اشباع و پس از اشباع، آورده شده است.

جدول ۱- مقادیر سولفات قابل جذب، قبل و پس از اشباع در نمونه های خاک (ppm)

نمونه خاک	$SO_4^{=}$ (mg/l)	
	قبل از اشباع	پس از اشباع
S_1	۳/۱۴	۹/۱
S_2	۵/۱۰	۰۶/۰
S_3	۵۳/۲۵	۲۵/۱۲

نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین مقدار سولفات پیش از غرقاب و پس از غرقاب در خاک شالیزار موجود است. که این نتیجه می تواند به این دلیل باشد که خاک شالیزار به مدتهای طولانی تحت شرایط غرقاب بوده و مقدار سولفات محلول بیشتری تحت شرایط بیهوازی در آن تولید شده است.

همچنین کاهش قابل ملاحظه مقدار سولفات در خاکها، پس از شش هفته غرقاب، در مقادیر به دست آمده به وضوح نشان داده شده است. فرم پایدار سولفات در شرایط کاهشی، سولفید هیدروژن است که به سهولت محلول است و در شرایط غیر اسیدی به صورت HS^- در می آید. واکنش احیای سولفات به صورت زیر است:

$$\frac{1}{4}\text{`}CH_2O\text{'} + \frac{1}{8}SO_4^{2-} + \frac{1}{8}H^+ = \frac{1}{4}CO_2(g) + \frac{1}{8}HS^-$$

سینتیک سولفات قابل جذب در شرایط بیهوازی به خصوصیات خاک بستگی دارد. در خاکهای خنثی و قلیایی غلظتهای بیش از ۱۵۰۰ ppm سولفات ممکن است در طی شش هفته غرقاب به صفر کاهش پیدا کند. اگرچه مقادیر زیاد H_2S در خاکهای غرقاب، دریاچه ها و رودخانه ها تولید می شود، غلظت H_2S محلول در آب ممکن است بسیار کم باشد به طوری که از نظر شیمیایی قابل

تشخیص نباشد که دلیل آن این است که عمدتاً سولفیدها به صورت FeS رسوب می کنند. به همین دلیل محلول خاکهای غرقاب بـه ندرت محتوی بیش از H_2S ppm۱/۰ هستند (هاچینسون ۱۹۵۷ و IRRI ۱۹۶۵).

آلاخ و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که در شرایط غرقابی گوگرد در شکل متصل به مواد آلی افزایش نشان می‌دهد و در اشـکال سولفور-سولفات کاهش نشان می دهـد. آنهـا گـزارش کردنـد کـه در شـرایط غرقـابی، گـوگرد بیشـتر در بخـش آلـی وارد می‌شود. در خاکهای اسیدی، در شرایط غرقاب گزارش شده است که در ابتدا مقادیر سولفات به دلیل افزایش pH، افزایش مـی یابـد و پـس از آن در طول زمان سطوح سولفات کاهش می‌یابد (پونامپروما،۱۹۸۴).

منابع

Aulakh M.S., Wassmann R. and Rennenberg, H. ۲۰۰۱. Methane emission from rice fields: quantification, mechanisms, role of management, and mitigation options. Adv. Agron. ۷۰, ۱۹۳-۲۶۰.

Hutchinson G. E. ۱۹۵۷. "A Treatise on Limnology," Vol. ۱. Wiley, New York.

IRRI. ۱۹۶۵. Annu. Rep Int. Rice Re, Inst., Los Bafios, Philippines.

Ponnamperuma FN. ۱۹۸۴. Effects of flooding on soils. In : Kozlowski T, editor. ۵۱۰ Flooding and plant growth. New York : Academic Press, P: ۹-۴۵.

Abstract

Sulfur is one of the most abundant elements on earth, and its transformations are of great geochemical, pedological, biological, and ecological interest. In aerated soils and waters the main transformations are: the oxidation of elemental sulfur, sulfides, and organic sulfur compounds to sulfate, and the reduction of $SO^{2-}$and incorporation of sulfur into plant and microbial tissues. The aim of this study is evaluate the sulfate forms and its changes during one period of submergence. Three soil samples with different land use were selected. All the soils were of calcareous soils. The triplicate samples put into pots and kept in submergence condition for six weeks. Then the available amount of sulfate were measured with turbidometric procedure.The considerable decrease in the sulfate amount of soils after ۶ weeks of submergence has been observed.

تاثیر براده آهن و سولفات آهن بر دسترسی زیستی آرسنیک در خاک های آلوده اطراف معدن زرشوران

سجاد شاهمرادی [۱]، مجید افیونی [۲]، محمدعلی حاج عباسی [۲]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- استاد دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
هدف این مطالعه بررسی کارایی براده آهن و سولفات آهن بر کاهش دسترسی زیستی آرسنیک در خاک های‌آلوده اطراف معدن زرشوران در قالب یک آزمایش گلخانه‌ای بود. براده آهن و سولفات آهن به خاک اضافه شدند و بعد از یک ماه انکوباسیون تحت کشت گیاه آفتابگردان قرار گرفتند. با اعمال تیمار براده آهن و سولفات آهن به خاک، آرسنات محلول و تبادلی نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. کاربرد سولفات آهن و براده آهن در خاک سبب کاهش معنی‌دار غلظت آرسنیک ریشه و شاخساره و افزایش وزن خشک شاخساره نسبت به شاهد شد. نهایتاً براده آهن به واسطه قیمت مناسب، افزایش وزن خشک و کاهش غلظت آرسنیک در بافت‌های گیاهی به عنوان جاذب مناسب جهت تثبیت آرسنیک در خاک انتخاب شد.
کلمات کلیدی: زرشوران، آرسنیک، براده آهن، سولفات آهن

مقدمه
یکی از عوامل مهم آلودگی فلزات سنگین به ویژه آرسنیک در خاک، معدن‌کاری می‌باشد. اگرچه معدن‌کاری مواد لازم برای پیشرفت بشر را فراهم می‌کند، اما از طرفی با افزایش آلودگی‌های زیست محیطی امکان حیات و استفاده از محیط زیست سالم را به خطر می اندازد. به همین جهت در برخی از کشورها با بررسی تاثیرات عملیات معدن‌کاری، استانداردها و راه‌کارهایی برای حذف و تثبیت آلاینده‌های حاصل از این عملیات در نظر گرفته شده است(Kim et al., ۲۰۰۳). یکی از مناسب‌ترین راه‌کارها، تثبیت فلزات سنگین به خصوص آرسنیک در خاک‌های آلوده شده اطراف معادن با استفاده از ترکیبات مختلف آهن است (Kim et al., ۲۰۰۳). در طی ۱۰۰ سال گذشته بهره‌برداری نادرست و زه‌آب‌های خروجی از معدن طلا زرشوران در جنوب استان آذربایجان غربی سبب افزایش تجمع فلزات سنگین مانند آرسنیک، کادمیم، روی و سرب در خاک‌های منطقه زرشورن و همچنین افزایش چشمگیر بیماری سرطان پوست در این منطقه شده است(Karimi et al., ۲۰۰۹). یانگ کیم و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که غلظت آرسنیک در خاک‌های اطراف معادن میونگ‌بونگ و دادوک در کره جنوبی به ترتیب برابر ۶۶۷۰ و ۵۶۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و با اعمال تیمار سولفات آهن به این خاک‌ها و عصاره‌گیری متوالی از آنها غلظت آرسنیک قابل استخراج با استات سدیم ۵% به ترتیب ۸۰ و ۷۰ درصد کاهش یافت (Kim et al., ۲۰۰۳). بنابراین هدف این پژوهش بررسی کارایی براده اهن و سولفات آهن بر روی تثبیت آرسنیک در خاک های اطراف معدن زرشوران بود.

مواد و روش‌ها
در این پژوهش نمونه خاک از اطراف معدن طلا زرشوران شهرستان تکاب در استان استان آذربایجان غربی انتخاب گردید و نمونه‌برداری از عمق ۰ الی ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. پس از نمونه برداری خاکها جهت آنالیزهای فیزیکوشیمیایی از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد و خصوصیات خاک به روش استاندارد تعیین شد (Westerman., ۱۹۹۰). پ-هاش و هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع، ماده آلی با روش والکی و بلک، ظرفیت تبادل کاتیونی با روش استات آمونیوم، بافت با روش پیپت و غلظت آرسنیک با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (جدول ۱). تیمار سولفات آهن محصول شرکت Merc آلمان بود و براده آهن نیز از کارگاه‌های تراشکاری اصفهان تهیه شد. تیمارهای سولفات آهن و براده آهن(به ترتیب حاوی ۳۹ و ۱۱۸ میلی‌مول آهن سه ظرفیتی) در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار به خاک اضافه شدند. خاک درون گلدان‌ها قبل از کشت گیاه(آفتابگردان) به مدت یک ماه در رطوبت ۸۰ درصد ظرفیت زراعی نگهداری شدند. پس از پایان دوره ۶۰ روزه رشد آفتابگردان، نمونه‌برداری از گیاه و خاک انجام شد. شکل محلول و قابل تبادل آرسنیک در نمونه‌های خاک به ترتیب به وسیله آب مقطر و محلول ارتو فسفات سدیم ۱/۰ مولار عصاره‌گیری شد (Kim et al., ۲۰۰۳; Sparks et al., ۱۹۹۶). پس از برداشت، تجزیه نمونه‌های گیاهی به روش هضم تر (Harborne,. ۱۹۹۸) انجام شد. غلظت آرسنیک در نمونه‌های عصاره‌گیری شده با استفاده از دستگاه جذب‌اتمی اندازه‌گیری شد. پردازش داده‌ها با نسخه ۹ نرم افزارآماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD (p ۰۵/۰) انجام شد.

نتایج و بحث
غلظت آرسنیک در خاک مورد مطالعه برابر ۲۵۶۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و طبق استانداردهای کیفیت منابع خاکهای ایران، غلظت این عنصر در محدوده خطر فوری قرار داشت. با اعمال تیمار براده آهن و سولفات آهن به خاک، آرسنات محلول نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. میزان آرسنیک استخراج شده با ارتوفسفات سدیم روی مکان‌های تبادل آنیونی خاک‌های تیمار شده با براده آهن و سولفات آهن نیز نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (جدول ۲). احتمالا علت کاهش آرسنات محلول در خاکهای تیمار شده با براده آهن و سولفات آهن پیوند الکترواستاتیک بین آرسنات و اکسیدهای آهن و رسوب آرسنیک به شکل آرسنات آهن(Scorodite) بود. کاهش آرسنیک استخراج شده با ارتوفسفات سدیم در خاک حاوی براده آهن نسبت به تیمار شاهد نشان دهنده

این بود آرسنیک توسط مکانیسم پیوند الکترواستاتیک، به طور اختصاصی و غیر بازگشت به فاز محلول بود. اما در مورد خاک حاوی سولفات آهن کاهش آرسنیک استخراج شده با ارتوفسفات سدیم نشان‌دهنده این است که مقداری از آرسنات‌های تبادلی نیز وارد فاز محلول شده و سپس با آهن رسوب کرده است. کاربرد سولفات آهن و براده آهن در خاک سبب کاهش معنی‌دار غلظت آرسنیک ریشه و شاخساره و افزایش وزن خشک شاخساره نسبت به شاهد شد(جدول ۳). پایووک و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که سمیت آرسنیک جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاه را مختل می‌سازد و اختلال در جذب عناصر غذایی در گیاه، عامل اصلی کاهش عملکرد است (P iv ke et al., ۲۰۰۱). نهایتاً براده آهن (حاوی ۱۱۸ میلی‌مول Fe^{+3}) به واسطه قیمت مناسب، افزایش وزن خشک و کاهش غلظت آرسنیک در بافت‌های گیاهی به عنوان جاذب مناسب جهت تثبیت آرسنیک در خاک انتخاب شد.

جدول۱- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک زرشوران

منقطه	رس %	سیلت %	شن %	ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol(+)/kg)	ماده آلی %	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	آرسنیک ($mg.kg^{-1}$)
زرشوران	۷/۲۵	۴۵	۳/۲۹	۳/۱۵	۵/۱	۷/۱	۸/۷	۲۵۶۹

جدول۲- غلظت آرسنیک محلول و تبادلی(میلی‌گرم بر کیلوگرم) و pH خاک شاهد و تیمار شده

تیمار	آرسنیک محلول	آرسنیک تبادلی	pH
شاهد (بدون جاذب)	b۲/۹	a ۳۶.۸	a ۷.۷
براده آهن(۱۱۸)	a ۵/۱	c ۱۵.۷	a ۷.۷
سولفات آهن(۳۹)	a ۴/۱	b ۲۱.۸	b ۷.۳۲

جدول۳- غلظت آرسنیک و وزن خشک ریشه و شاخساره گیاه آفتابگردان رشد یافته در خاکهای تیمار شده

تیمار	ارسنیک ($mg.kg^{-1}$)		وزن خشک ($g.pot^{-1}$)	
	ریشه	شاخساره	ریشه	شاخساره
شاهد (بدون جاذب)	a ۳۶۵	a ۲/۸	a ۵۱/۰	b ۷۲/۰
براده آهن(۱۱۸)	c ۲۹۰	c ۲/۳	a ۴۱/۰	a ۹۸/۰
سولفات آهن(۳۹)	b ۳۲۲	¾ b	a ۴۴/۰	a ۰۳/۱

منابع

J. Y. Kim, A. P. Davis, K. W. Kim. ۲۰۰۳. Stabilization of available arsenic in highly contaminated mine tailings using iron, Environ. Sci. Tec. ۳۷:۱۸۹-۱۹۵.

Karimi, N., S. M. Ghaderian, H. Maroofi and H. Schat .۲۰۰۹. Analysis of arsenic in soil and vegetation of a contaminated area in Zarshuran, Iran. *J. Phytoremediat.* ۱۲: ۱۵۹-۱۷۳.

Harborne, J. B. ۱۹۹۸. Phytochemical methods A Guide to modern techniques of plant analysis. springer.

Westerman, R. L. ۱۹۹۰. Soil testing and plant analysis. Soil.Sci.Soc.Am. Inc.

Sparks, D. L., A. Page, P. Helmke, R. Loeppert, P. Soltanpour, M. Tabatabai, C. Johnston and M. Sumner. ۱۹۹۶. Methods of soil analysis. Part ۳-Chemical methods. Soil Sci. Soc. Am.Inc.

P iv ke, A. E. and L. K. Simola .۲۰۰۱. Arsenate Toxicity to Pisum sativum: Mineral Nutrients, Chlorophyll Content, and Phytase Activity. Ecotox. Environ. Safety. ۴۹:۱۲۱-۱۱۱.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of iron filings and ferric sulfate to reduce bioavailablity of arsenic in soils around Zarshuran mine in the form of a pot experiment. Iron filings and ferric

sulfate were added to the soil, and after a month of incubation were cultivated sunflower. In the soil treated with iron filings and ferric sulfate, water-soluble and exchangeable arsenate decreased compared to the control. Application of ferric sulfate and iron filings in the soil significantly decreased concentrations of arsenic in root and shoot and increased dry weight compared to control. Finally iron filings by suitable prices, increasing dry weight and decreasing concentrations of arsenic in plant were selected the best sorbent.

تاثیر کشت نهال‌های پسته بر شکل‌های شیمیایی پتاسیم در برخی از خاک‌های آهکی رفسنجان

سمانه زاده پاریزی [۱]، احمد تاج آبادی پور [۲] و عیسی اسفندیارپور بروجنی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ۲- دانشیار بخش علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان

چکیده
پتاسیم به چهار شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی در خاک وجود دارد که قابلیت استفاده آن‌ها برای گیاه متفاوت است. این تحقیق به منظور بررسی شکل‌های شیمیایی پتاسیم و تاثیر کشت نهال‌های پسته بر روی آن‌ها انجام گردید. برای این منظور استخراج شکل‌های شیمیایی پتاسیم توسط عصاره‌گیرهای استات‌آمونیوم مولار، اسیدنیتریک مولار جوشان و آب مقطر در ۲۰ نمونه خاک آهکی منطقه رفسنجان قبل و بعد از کشت صورت گرفت. قبل از کشت، مقادیر پتاسیم محلول بین ۵۸-۱۴، تبادلی بین ۴۹۳-۲۳۸ و غیرتبادلی ۹۲۲-۶۸۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک متغیر بود.نتایج نشان داد که بین پتاسیم محلول قبل و بعد از کشت اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما شکل‌های تبادلی و غیرتبادلی قبل و بعد از کشت دارای اختلاف معنی‌داری شدند. بنابراین در نظر گرفتن شکل‌های پتاسیم در توصیه کودی می‌تواند بسیار مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، پسته، شکل‌های شیمیایی، عصاره‌گیر شیمیایی

مقدمه
پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغی و سومین کالای صادراتی ایران می‌باشد. تغذیه مناسب گیاه وفراهمی عناصر غذایی از جمله پتاسیم دررشدبهینه پسته
نقش مهمی دارد. برای آنکه بتوانیم عناصرموردنیازگیاه رافراهم کنیم بایدارزیابی صحیح ودقیقی ازفراهمی عناصرداشته باشیم(خوش‌گفتارمنش، ۱۳۸۶).
وضعیت یک عنصر در خاک را نمی‌توان تنها با مقدار آن مشخص نمود، چرا که عناصر در اشکال و وضعیت‌های متفاوتی یافت می‌شوند که تبدیل از یک شکل به شکل دیگر سبب ایجاد نظامی پویا در خاک می‌شود. مقدار کل پتاسیم در خاک کمتر از ۱/۰ تا بیش از ۴ درصد متغیر است. این مقدار پتاسیم در دو شکل کلی پتاسیم فعال (تبادلی و محلول) و پتاسیم ذخیره (تثبیت شده و ساختمانی) وجود دارد که در تعادلی پویا با یکدیگر قرار دارند (Sparks, ۲۰۰۰)،به‌گونه‌ایکه باجذب پتاسیم محلول خاکت وسط گیاهان ویاکاهش غلظت آنبه‌وسیله آبشویی،پتاسیم ازفازتبادلی واردفازمحلول شده وکاهش غلظت راجبران می‌کند. لیکن مقدارذخیره پتاسیم به اندازه‌ای نیست که بتواندنیازگیاهان رادرفصل رشدتأمین نمایدلذابایدبه‌وسیله سایرشکل‌های تبادلی وبه سختی تبادلی ویاباافزودن کود تأمین شود.(Simard and Zizka, ۱۹۹۴)
رفتار هر بخش تحت تاثیر اثر کشت متفاوت بوده و بسته به نوع و خصوصیات خاک و گیاه و شرایط اقلیمی ممکن است کاهش یا افزایش یابند. درواقع عصاره‌گیرها ابزاری برای استخراج مقدار کل و اشکال مختلف عناصر هستند. از آنجایی که تاکنون مطالعه‌ای روی اثر کشت بر شکل‌های مختلف پتاسیم در شهرستان رفسنجان انجام نشده است، این تحقیق با هدف مقایسه اشکال پتاسیم در خاک قبل و بعد از کشت نهال‌های پسته، در برخی از خاک های این منطقه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان انجام شد. از مناطق مختلف پسته‌کاری شهرستان رفسنجان، ۱۰۰ نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد. در نمونه‌های جمع‌آوری شده خصوصیات بافت، آهك و پتاسیم قابل استفاده خاک اندازه‌گیری گردید و در نهایت ۲۰ نمونه خاك که دارای دامنه‌ی وسیعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بودند برای آزمایش گلخانه‌ای انتخاب شد. در خاک‌های انتخاب‌شده، مقادیر شکل‌های شیمیایی پتاسیم اندازه‌گیری شد. بعد از جوانه زدن بذرها، تعداد ۸ بذر (رقم بادامی ریز زرند) در هر گلدان در عمق ۳ سانتی‌متری کشت و گلدان‌ها با آب مقطر آبیاری و رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی رسانده شد. شش هفته پس از کشت، تعداد نهال‌ها در هر گلدان به پنج بوته کاهش یافت. در پایان دوره‌ی رشد (۷ ماه پس از کشت) نهال‌ها از محل طوقه قطع شدند.به منظور استخراج پتاسیم خاک و تعیین شکل‌های شیمیایی، پس از برداشت گیاهان، خاک گلدان‌ها به دقت از ریشه‌های گیاه جدا و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری با روش‌های ذکر شده در جدول ۱ عصاره‌گیری شدند و در نهایت غلظت پتاسیم عصاره‌ها به وسیلهی دستگاه فلیم فتومتر اندازهگیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SPSSو مقایسه میانگین‌داده‌ها با آزمون T در سطح پنج درصد انجام گردید.

جدول ۱- مشخصات روش‌های عصاره‌گیری استفاده در آزمایش

نام عصاره‌گیر	نسبت خاک به عصاره‌گیر	زمان به تعادل رسیدن
استات آمونیوم مولار خنثی	۱:۲۰	۳۰ دقیقه
آب مقطر	۱:۵	۳۰ دقیقه
اسیدنیتریک مولار جوشان	۱:۱۰	۲۵ دقیقه

نتایج و بحث

میانگین مقادیر پتاسیم عصاره‌گیری شده از خاک‌ها توسط عصاره‌گیرهای مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود عصاره‌گیرهای به کار برده شده مقادیر متفاوتی از پتاسیم را از خاک خارج کرده‌اند. پتاسیم قابل جذب که به وسیله استات آمونیوم مولار خنثی از خاک استخراج می‌شود از متداول‌ترین روش‌ها برای ارزیابی توانایی خاک در تامین نیاز گیاه به پتاسیم در بسیاری از خاک‌ها است. در این روش مجموع پتاسیم تبادلی و محلول در آب اندازه‌گیری می‌شود. پتاسیم قابل استخراج به‌وسیله اسیدنیتریک جوشان بیانگر پتاسیم استخراج‌شده از داخل ساختمان کانی‌ها و مواضع و حفره‌های بین‌لایه‌ها می‌باشد. این بخش از پتاسیم در مقایسه با پتاسیم محلول و تبادلی در مقادیر کمتر اما طولانی‌تری توسط گیاه می‌تواند برداشت شود.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود از لحاظ عددی میزان پتاسیم محلول قبل و بعد از کشت تغییری نکرده است در حالی که پتاسیم تبادلی افزایش و غیرتبادلی کاهش یافته است که با نتایج تجزیه‌های آماری نیز همخوانی داشت به عبارتی بین شکل محلول قبل و بعد از کشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت در حالی که شکل‌های تبادلی و غیرتبادلی قبل و بعد از کشت دارای اختلاف معنی‌دار شدند. پتاسیم تبادلی از تفاضل آب مقطر از استات آمونیوم مولار خنثی حاصل می‌شود. طی کشت گیاه مقدار این شکل از پتاسیم از ۲۳۹ به ۲۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت. این افزایش ممکن است مربوط به پدیده تثبیت پتاسیم باشد. در خاک‌های خشک میزان تثبیت پتاسیم بیشتر از زمانی است که خاک‌ها تحت تاثیر کشت و عمل تر و خشک شدن قرار می‌گیرند. در اثر آبیاری رس‌های رشته‌ای خاک به کانی‌های قابل انبساط تبدیل می‌شوند که آزادسازی پتاسیم را افزایش می‌دهد. حسین پور و کلباسی (۱۳۸۰) بیان کردند که میزان تثبیت پتاسیم در خاک‌ها علاوه بر نوع کانی‌ها و بار آن‌ها به میزان رطوبت و pH خاک و غلظت سایر یون‌ها بستگی دارد. شهبازی و همکاران (۱۳۸۶) طی پژوهشی به منظور بررسی اثر رژیم های رطوبتی مختلف بر پتاسیم تبادلی خاک‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف زراعی ایران مشاهده کردند کهمیانگین پتاسیم تبادلی بعد از اعمال ۱۰ و ۲۰ سیکل خشک و مرطوب شدن، به ترتیب ۵/۱۷ و ۲/۱۹ میلی گرم در کیلو گرم افزایش یافت.

میزان پتاسیم غیرتبادلی خاک نیز در اثر کشت از ۶۸۳ به ۵۷۰میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش یافت. این نتیجه نشان می‌دهد که تا حدودی پتاسیم مورد نیاز گیاه از بخش ذخیره رس‌های خاک تامین شده است. تر و خشک شدن خاک به دفعات زیاد از یک سو و جذب پتاسیم توسط نهال‌های پسته از سوی دیگر سبب شده که آزادسازی پتاسیم تثبیت شده از فضای بین لایه‌ای کانی‌های خاک تشدید شود. این نتایج با یافته‌های جعفری و باقرنژاد (۱۳۸۶) مطابقت دارد.

جدول ۲- میانگین مقادیر پتاسیم عصاره‌گیری شده (میلی‌گرم در کیلوگرم) از خاک‌ها توسط عصاره‌گیرهای مختلف (قبل و بعد از کشت)

نام عصاره‌گیر	میانگین پتاسیم استخراج شده قبل از کشت	میانگین پتاسیم استخراج شده بعد از کشت
استات آمونیوم مولار	۲۵۳ a	۲۸۵ b
آب مقطر	۱۴ a	۱۵ a
اسیدنیتریک جوشان	۹۳۶ a	۸۵۵ b
پتاسیم تبادلی [۱]	۲۳۹ a	۲۷۰ b
پتاسیم غیرتبادلی [۲]	۶۸۳ a	۵۷۰ b

۱- حاصل از تفاضل آب مقطر از استات آمونیوم مولار خنثی ۲- حاصل از تفاضل استات آمونیوم از اسیدنیتریک جوشان

T میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف در سطح ۰۵/۰ آزمون تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه نشان داد که کشت گیاه بر مقادیر شکل‌های شیمیایی پتاسیم تاثیرگذار بوده و همچنین رفتار هر بخش تحت اثر کشت متفاوت بود. در اثر پدیده تر و خشک شدن خاک، بین مقادیرپتاسیم محلول قبل و بعد از کشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت در حالی‌که مقدار پتاسیم تبادلی خاک بعد از کشت افزایش و غیرتبادلی کاهش پیدا کرد.

منابع

جعفری، س. و باقرنژاد، م. ۱۳۸۴. ارزیابی تغییرات برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اراضی زراعی (تحت کشت نیشکر و تناوبی) و بکر منطقه هفت تپه‌ی خوزستان. مجله‌ی علمی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، جلد بیست و هشتم، شماره ۱، صفحه‌های ۱۶۵ تا ۱۸۲.

حسین‌پور، ع . ر. و کلباسی، م. ۱۳۸۰. تثبیت پتاسیم و ویژگی‌های بار الکتریکی رس خاک در شماری از خاک‌های مناطق مرکزی و شمال ایران. مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی(علوم آب و خاک)، سال هفتم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۷۹ تا ۹۳.

خوش‌گفتارمنش، ا. م. ۱۳۸۶. ارزیابیوضعیتتغذیه‌ایگیاهومدیریتبهینهکودی. مرکزنشردانشگاهصنعتیاصفهان.

شهبازی، ک.، توفیقی، ح. و سیادتی، م. ۱۳۸۶. اثر رژیم‌های رطوبتی مختلف بر پتاسیم تبادلی خاک. مجله‌ی علوم کشاورزی ایران، جلد سی و هشتم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۱۶۱ تا ۱۷۱.

SimardR.R., and Zizka J. ۱۹۹۴. Evaluation plant available potassium with strontium chlorid. Communications in Soil Science and Plant Analys, ۲۵: ۱۷۷۹-۱۷۸۹.

Sparks D.L. ۲۰۰۰. Bioavailibility of potassium, In M.E. Sumner (ed.), Handbook of Soil Science. CRC Press, Boca Raton, FL.

Abstract

Soil potassium exists in four forms: soluble, exchangeable, non-exchangeable and structural with differing usage forplants.This study was done to evaluate different chemical forms of potassium and effect of pistachio seedling planting on these forms.Todetermin of chemical forms of potassium in ۲۰ calcareous soils of Rafsanjan before and after planting,۱ M NH_4OAc and boiling ۱ M HNO_3 andwaterwere used. Beforeplanting, the quantity of solublepotassium varied from۱۴ to ۵۸, exchangeable between ۲۳۸-۴۹۳, andnon-exchangeable between ۶۸۲-۹۲۲ mg kg^{-1}soil.The results showedno significantdifferencebetween thesoluble potassiumbefore and after theplanting. However, there was a significant difference betweenexchangeandnon exchangeablepotassium before and afterplanting. Therefore,considering the forms ofpotassiumcan be veryuseful in recommending the fertilizer.

مطالعه ارتباط کادمیم خاک، برگ، پوست نرم و میوه پسته در باغ‌های دارای غلظت فسفر قابل جذب بالا و شوري‌های متفاوت

رضا عسکری حسن آبادی [۱]، سیدجواد حسینی فرد [۲]، مژده حیدری [۱]، فاطمه صابرماهانی [۳]، محمد رضا نیکویی دستجردی [۱]
۱- کارشناس‌ارشد شیمی موسسه تحقیقات پسته کشور رفسنجان، ۲- استادیار پژوهش خاکشناسی موسسه تحقیقات پسته کشور رفسنجان ۳- استادیار شیمی دانشگاه پیام نور کرمان

چکیده
مساله نگران کننده، مصرف کودهای فسفره آلوده به کادمیم و برخی فلزات سنگین دیگر نظیر نیکل، سرب و جیوه می باشد. بنابراین استفاده طولانی مدت از کودهای فسفره مقادیر قابل توجهی کادمیم را به خاك اضافه خواهد کرد. به طور کلی تجمع زیستی کادمیم در محصولاتی مانند گندم، برنج، جغندرقند و پسته خطر جدی برای بازاریابی داخلی و بین المللی دارد. بنابراین با آگاهی بیشتر از اثر خاک های آلوده روی سلامتی انسان و حیوان و سرنوشت عناصر سنگین در خاک ها و توسعه تکنولوژی مکان های آلوده مورد بررسی محققان گرفته است. در این تحقیق در مناطق مختلف رفسنجان باغ‌های در مناطق پسته‌کاری نوق (۹ باغ)، انار (۸ باغ)، حومه غربی (۶ باغ)، حومه شرقی (۵ باغ) و کشکوئیه (۳ باغ) انتخاب شدند دراین باغ ها، نمونه برداری خاک از اعماق ۴۰-۰، ۸۰-۴۰ و ۱۲۰-۸۰ سانتیمتری خاک، برگ و میوه درختان پسته انجام گرفت. در نمونه های خاک قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع، غلظت فسفر و کادمیم قابل جذب اندازه‌گیری شد. در نمونه‌های برگ غلظت فسفر و کادمیم و در نمونه های پوست نرم و میوه پسته غلظت کادمیم اندازه‌گیری گردید. نتایج بدست آمده نشان داد بین تغییرات غلظت کادمیم قابل جذب با تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (شوری) در مناطق مختلف مورد مطالعه هماهنگی وجود دارد. همچنین بین غلظت فسفر و کادمیم قابل‌جذب در عمق‌های مختلف خاک و بین کادمیم موجود در برگ با پوست نرم و میوه در مناطق مورد مطالعه همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد وجود دارد.

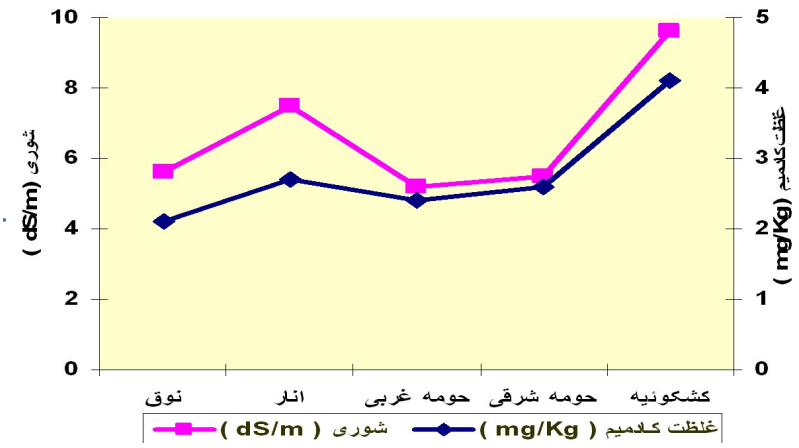
کلمات کلیدی: پسته، خاك، برگ، میوه، شوری، فسفر و کادمیم

مقدمه
یکی از راههای ورود عناصر سنگین به زمین‌های کشاورزی از طریق مصرف کودهای شیمیایی می باشد. در بین عناصر موجود در کودهای شیمایی، کادمیم مهمترین و قابل توجه‌ترین آن‌ها محسوب می شود (Ayuso *et.al,* ۲۰۰۷). بنابراین مصرف بی رویه کودهای فسفره از جمله مواردی است که باعث تجمع کادمیم درخاک وگیاه می گردد(Prasad *et.al*,۲۰۰۶).
باغداران معمولا از کودهای فسفره در باغ‌های پسته استفاده می‌کنند. این کودها عمدتاً بدون توجه به نیاز خاک و درختان استفاده شده است(Bernstein *et.al*,۱۹۷۴ و Delgado, ۱۹۹۷). از طرفی وجود عناصر آلاینده مانند کادمیم در کودهای فسفره احتمال آلودگی خاک و به دنبال آن گیاه و محصول تولیدی را بالا می‌برد. کود های فسفاته با مقادیر بالای کادمیم می توانند برذخیره کادمیم در خاک ها و محصولات تاثیر گذار باشند (کریمیان، ۱۳۷۳). در این تحقیق برخی از باغات پسته دارای غلظت بالای فسفر خاک، از نظر غلظت کادمیم در خاک، برگ درختان و میوه پسته مورد بررسی قرار گرفتند.

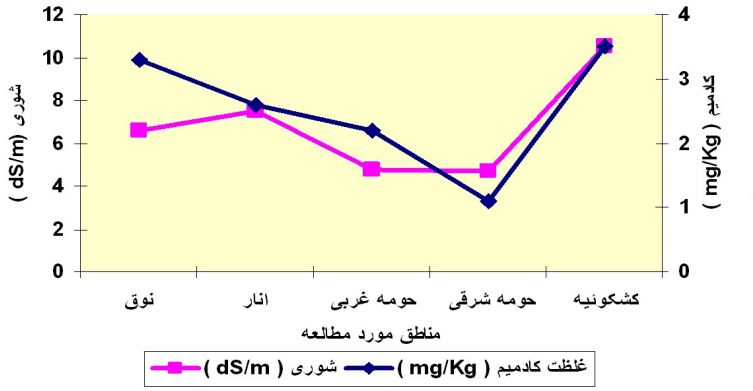
مواد و روش‌ها
با توجه به بانک اطلاعاتی موجود در موسسه تحقیقات پسته کشور تعداد ۳۱ باغ که میانگین غلظت فسفر قابل‌جذب خاک در آن‌ها بیشتر از ۲۰ میلي‌گرم بر کیلوگرم بود، در مناطق مختلف رفسنجان انتخاب شد. باغ‌های انتخابی درمناطق پسته‌کاری نوق (۹ باغ)، انار (۸ باغ)، حومه غربی (۶ باغ)، حومه شرقی (۵ باغ) و کشکوئیه (۳ باغ) واقع شده‌اند. دراین باغ ها، نمونه برداری از اعماق ۴۰-۰، ۸۰-۴۰ و ۱۲۰-۸۰ سانتی‌متری خاک، برگ و میوه درختان پسته انجام گرفت. در نمونه‌های خاک قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع با دستگاه EC متر (مدل *Genway* ۴۵۲۰)، غلظت فسفر و کادمیم قابل جذب اندازه‌گیری شد. در نمونه‌های برگ غلظت فسفر و کادمیم و در نمونه های پوست نرم و میوه پسته غلظت کادمیم اندازه‌گیری گردید. برای اندازه گیری کادمیم قابل جذب در نمونه‌های خاک از عصاره گیر DTPA استفاده شد[۸]. اندازه گیری کادمیم موجود در برگ، پوست نرم پسته و میوه با استفاده از روش هضم با مایکروویو انجام گرفت و توسط دستگاه پلاسمای جفت شده القایی (*ICP* مدل *DV* ۷۰۰۰ *optimum*) اندازه گیری شد. غلظت فسفر قابل جذب نیز با استفاده از روش اولسن وتوسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل *Cecil* ۳۰۴۱) در طول موج ۸۸۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. در نهایت اثر شوری و غلظت فسفر بر غلظت کادمیم قابل جذب خاک، برگ و میوه مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

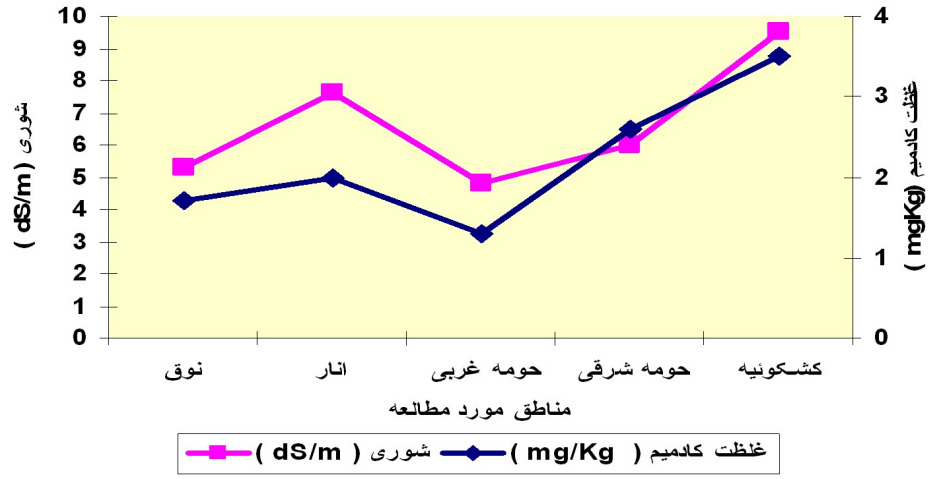
نتایج نشان داد گرچه تغییرات غلظت کادمیم قابل جذب با تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (شوری) در مناطق مختلف مورد مطالعه هماهنگ است (شکل ۱)، اما از نظر آماری بین شوری عمق‌های مختلف خاک با غلظت کادمیم قابل جذب، همبستگی معنی داری در سطح ۵ درصد وجود ندارد. از آنجاییکه غلظت کلر محلول در خاک های شور بالاست، تشکیل جفت یون $CdClO_2$ باعث می شود غلظت کادمیم در محلول خاک افزایش یابد (Channey, ۲۰۰۱). همچنین در خاک های شور که غلظت یون کلر بیش از ۱۰ میلی مول می باشد، حلالیت کادمیم افزایش می یابد (Sillanppa, ۱۹۹۲).



شکل (الف)



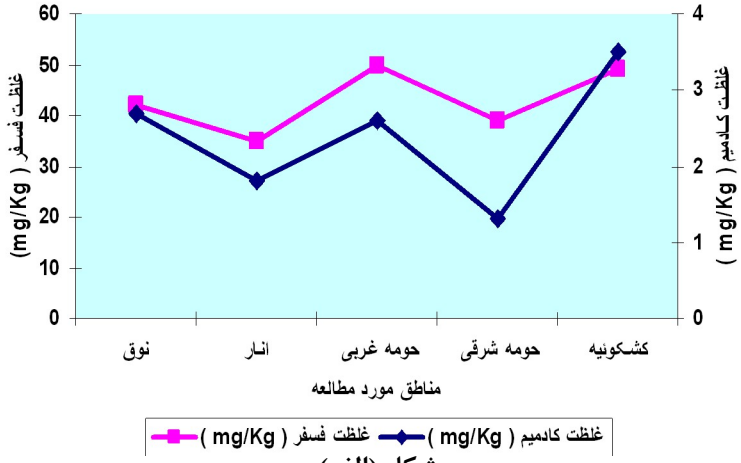
شکل(ب)



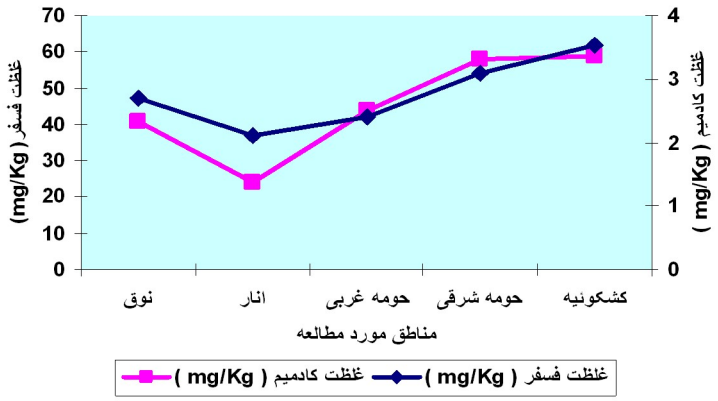
شکل(ج)

شکل ۱ - روند تغییرات میانگین قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (شوری) و غلظت کادمیم قابل جذب خاک در مناطق مورد مطالعه (الف- عمق ۴۰- ۰ ب- عمق ۸۰- ۴۰، ج- عمق ۱۲۰-۸۰ سانتی‌متری خاک)

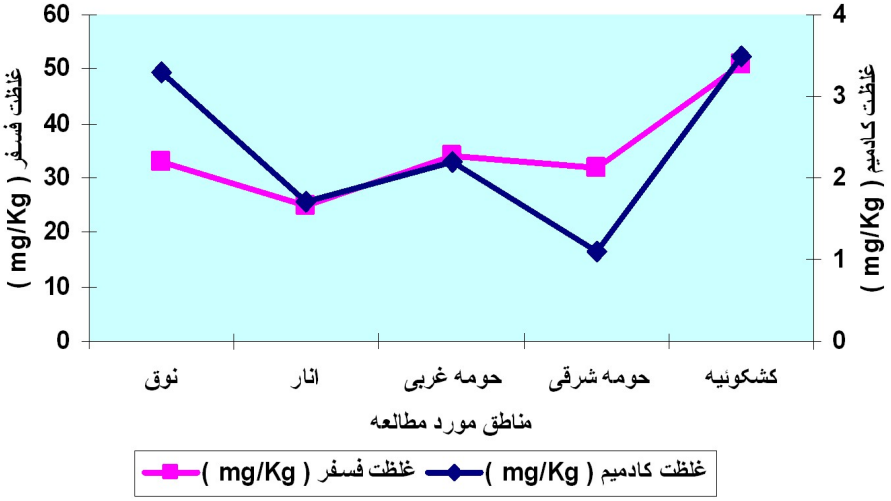
همچنین بین غلظت فسفر و کادمیم قابل‌جذب در عمق‌های مختلف خاک و در مناطق مورد مطالعه همبستگی مثبت و معنـی دار در سطح ۱ درصد (R=۰.۹۹) وجود دارد و با افزایش غلظت فسفر، غلظت کادمیم قابل جذب در خاک افزایش پیدا مـی کنـد (شـکل ۲).



شکل (الف)



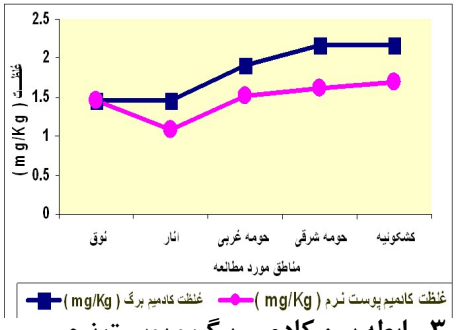
شکل(ب)



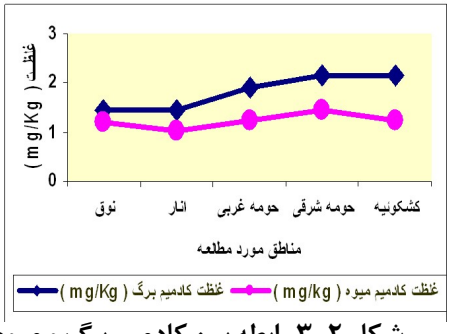
شکل(ج)

شکل ۲- رابطه میانگین غلظت فسفر و کادمیم قابل جذب خاک در مناطق مورد مطالعه (الف- عمق ۴۰-۰ ب- عمق ۸۰-۴۰، ج- عمق ۱۲۰-۸۰ سانتی‌متری خاک)

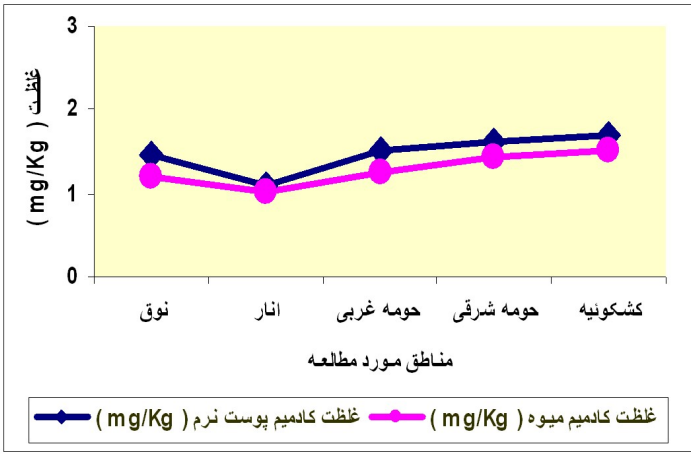
بین کادمیم موجود در برگ با پوست نرم و میوه همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱درصد (R=۰.۹۹) وجود دارد. با افزایش یا کاهش مقدار کادمیم در برگ مقدار آن در پوست نرم و میوه افزایش یا کاهش می یابد (شکل ۳).



. شکل ۱-۳ رابطه بین کادمیم برگ و پوست نرم



شکل ۲-۳ رابطه بین کادمیم برگ و میوه پسته



. شکل۳-۳ رابطه بین کادمیم پوست نرم و میوه پسته

نتایج نشان داد با افزایش یک میلي‌گرم بر کیلوگرم فسفرقابل جذب خاك در عمق های ۴۰-۰ و ۸۰-۴۰ سانتی متری به ترتیب به مقدار ۰۳۶/۰ و ۰۲۵/۰ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیم به خاک اضافه می شود. همچنین با افزایش یک میلی گرم بر کیلوگرم فسفر قابل جذب خاک به ترتیب به مقدار ۰۱۱/۰، ۰۰۸/۰، ۰۰۵/۰ میلي‌گرم بر کیلوگرم کادمیم به برگ، پوست نرم و میوه پسته افزوده می گردد.

با توجه به ارتباط غلظت فسفر و کادمیم قابل جذب خاک و همچنین ارتباط غلظت کادمیم با شوری، استفاده از کود های فسفره به ویژه در خاک های شور باید براساس تجزیه خاک انجام شود و آگاهي‌های عمومی و فنی کشاورزان از خسارات ناشی از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی فسفره به محیط زیست افزایش یابد. تدوین و اجرای ضوابط واستانداردهای مناسب برای تولید، واردات، توزیع و استفاده از کودهای شیمیایی می تواند از جمله اقدامات مدیریتی مهم قلمداد شود.

منابع

-کریمیان، ن. ۱۳۷۳. پیامدهای زیاده‌روی در مصرف کودهای شیمیایی فسفری. خلاصه مقالات چهارمین کنگره علوم خاک ایران، صفحه ۲۱-۲۰.

E.A. Ayuso, A.G. Sanchez, J. Hazrad. ۲۰۰۷. Mater. ۱۴۷

K. Prasad, P. Gopikrishna, R. kala, T.P. Rao, G.R.K. Naidu. ۲۰۰۶. Talanta ۶۹, ۹۳۲.

L. Bernstein, L. E. Francois, and R. A. Clark. ۱۹۷۴. "Interactive Effects of Salinity and Fertility on Yields of Grains and Vegetables", Agron, J. ۴۱۲.

I. C. Delgado, A. J. Sanchez - Rayd. ۱۹۹۷. "Effect of Phosphorus on Growth and Nutrient Transport in Sunflower Plants in Saline Codition", Ohyton - Buenos - Aires ۱۱۷.

L. E. Sommers, A. L. Page, T. J. Logan and J. A. Ryan. ۱۹۹۱. optimum use of sewage sludge on agricultural land. Western Regional Resourrce Pub.، Colorado Collin، Co.

Channey، R.، Baker، A.، Malik، Y.، and Brown، J. ۲۰۰۱. "Phytoremediation of soil metals." J. Current Opinion in Biotech.، ۳۶، ۱۱۵-۱۲۱.

M. Sillanppa، H. Jansson. ۱۹۹۲. Status of cadmium، lead، cobalt and selenium in soils and plant of thirtycuntries. FAO soils Bulletin ۶۵. Rome. Italy.

Abstract

The concerning point is the use of phosphorus fertilizers contaminated with cadmium and other heavy metals like nickel, lead and mercury. Therefore long-term use of phosphorus fertilizers will add significant amounts of cadmium to the soil. Generally, biological concentration of cadmium in products such as wheat, rice, sugar beets and pistachios is a serious threat to domestic and international marketing. So with more knowledge of the effects of contaminated soils on human and animal health and the consequence of heavy metals in soils, development of technology in polluted areas has been studied by researchers. In this research in various areas of Rafsanjan pistachio orchards in areas Noogh (۹ Garden), Anar (۸ Garden), Western Suburbs (۶ Garden), Eastern Suburbs (۵

Garden) and Koshcooieh (۳ Garden) were selected. The gardens, soil sampling depths of ۰-۴۰, ۴۰-۸۰ and ۸۰-۱۲۰ cm of soil, leaves and fruits of pistachio trees were evaluated. Electrical conductivity of saturation extract of the soil samples, the concentration of soluble phosphorus and cadmium were measured. In Leaf samples of phosphorus and cadmium concentration and in the samples of skin soft fruit and nuts cadmium concentration was measured. The results showed that the concentration of cadmium absorbed by changes in soil electrical conductivity (EC) in different areas of study, there is harmony. Also between available phosphorus and cadmium uptake in different soil depths and between cadmium and leaves the skin soft and fruit in the study areas there was a significant positive correlation at ۱% level.

مطالعه اثر آلودگی نفت سفید بر روی خاک مزرعه

زهرا زید آبادی نژاد [۱]، مهدی حسن شاهیان [۲]
۱-گروه میکروبیولوژی واحد علوم تحقیقات سیرجان دانشگاه آزاد اسلامی سیرجان ایران، ۲- دانشگاه شهید باهنر کرمان دانشکده علوم گروه زیست شناسی

چکیده
نفت سفید یا کروزان یکی از منابع عمده آلودگی خاک می باشد. هدف این تحقیق ارزیابی پاسخ خاک مزرعه به آلودگی نفت سفید است. جهت درک اثر نفت سفید بر روی جمعیت میکروبی خاک مزرعه سه میکروکازم شامل بدون آلودگی، آلوده به نفت سفید و آلوده به نفت سفید همراه با مواد غذایی نیتروژن و فسفر طراحی شد. شاخص هایی همچون جمعیت باکتری های هتروتروف، جمعیت باکتری های تجزیه کننده، سنجش گردید. نتایج نشان داد که تعداد باکتری های هتروتروف در زمان ۱۲۰ روز افزایش قابل ملاحظه ای تنها در خاک همراه با ماده غذایی داشت. تعداد باکتری های تجزیه کننده نفت سفید الگوی افزایش تدریجی را در خاک مزرعه نشان داد. بالاترین کمیت باکتری ها در خاک مزرعه که همراه با افزودن مواد معدنی نیتروژن و فسفر بود مشاهده گردید. این نتیجه نشان دهنده این واقعیت است که مواد غذایی می تواند استرس ناشی از نفت سفید را به حداقل برساند.
کلمات کلیدی: آلودگی، تجزیه زیستی، خاک مزرعه، میکروکازم، نفت سفید

مقدمه
خاک های مزارع از لحاظ ماده آلی کربنی عمدتا در سطح مطلوبی قرار دارند (Wang et al., ۲۰۱۱). منظور از خاک مزرعه در این تحقیق زمین هایی است که گیاهان علفی یکساله و دوساله از قبیل گندم، جو، نخود و .. در آنها کشت می شود. با توجه به وجود پوشش گیاهی در آنها منبع کربن آلی از منشا گیاهی هر سال وارد این خاک ها می شود (Wang et al., ۲۰۱۱). اهمیت درک اثرات آلودگی های هیدروکربنی نفتی بر روی خاک مزارع از این جهت است که مشتقات نفتی متعددی می توانند بتدریج خاک های مزارع حاصلخیز را به خاک های غیر قابل کشت تبدیل کنند این امر بخصوص در مناطق زراعی که نزدیک به تاسیسات نفتی هستند و یا در مسیر لوله های انتقال نفت می باشند حایز اهمیت است (Ruberto et al., ۲۰۰۳). بنابراین با درک بهتر اثر الودگی مشتقات نفتی می توان تدابیر بهتری برای حذف و استفاده از پتانسیل درونی خاک جهت احیای آنها بهره برد. بیشتر تحقیقاتی که در زمینه خاک اثر الودگی نفتی بر روی خاک مزرعه انجام شده است با هدف اثر گذاری این الوگی بر روی بازدهی محصولات کشت شده در این خاکها بوده است.

مواد و روش ها
نمونه برداری
نمونه برداری تحت شرایط استریل انجام شد. ابتدا ۱۰ سانتی متر از سطح خاک برداشته شد و حدود ۳ کیلو گرم از خاک داخل ظروف استریل ریخته شد. نمونه های خاک تا انتقال به آزمایشگاه روی یخ نگهداری شدند و سپس در دمای ۴ C تا انجام آزمایشات بعدی قرار داده شدند (Alef and Nanniper ۱۹۹۵).

طراحی میکروکازم ها
میکروکازم به محیط کوچک آزمایشگاهی گفته می شود که شرایط مورد آزمایش در آن طراحی می شود. سه میکروکازم برای هر نوع خاک در ظروف شیشه ای با مشخصات ۵۰ cm طول، ۱۰ cm عمق و ۲۵ cm عرض جهت مطالعه تغییرات در جوامع میکروبی طراحی گردید. هر میکروکازم حاوی ۵۰۰ گرم خاک بود. میکروکازم ها درسه حالت میکروکازم خاک غیر آلوده [۱۷۹](با نام اختصاری N)، میکروکازم خاک آلوده به نفت سفید [۱۸۰] (با نام اختصاری P) و میکروکازم خاک آلوده به نفت سفید همراه با افزودن مواد غذایی [۱۸۱] (با نام اختصاری NP) در جدول ۳-۲ میکروکازم های طراحی شده آمده است. میکروکازم ها در تاریکی و دمای ۲۵ C به مدت ۱۲۰ روز انکوبه شدند. در فواصل زمانی هر دو روز یکبار خاک در میکروکازم ها با دست به هم خوردند تا شرایط بی هوازی ایجاد نگردد. در زمان های صفر، ۳۰ روز، ۶۰ روز، ۹۰ روز و ۱۲۰ روز نمونه گیری از میکروکازم ها انجام شد (Ives et al., ۱۹۹۶).

شمارش تعداد کل هتروتروف ها و تجزیه کننده ها در خاک با روش سریال رقت (CFU[۱۸۲])
ابتدا ۱۰ گرم از خاک های هر میکروکازم در ۱۰۰ میلی لیتر از بافر فسفات نمکی (PBS[۱۸۳]) حل شد. سپس درون لوله های آزمایش میزان ۹ میلی لیتر بافر PBSریخته شد. برای شمارش هتروتروف ها رقت 10^{-5} و 10^{-6} در لوله های آزمایش تهیه گردید و ۱۰۰ میکرولیتر از این رقت در پلیت های نوترینت آگار کشت سفره ای داده شد. برای شمارش تجزیه کننده ها رقت 10^{-3} و 10^{-2}

---
[۱۷۹] - Non pollutant
[۱۸۰] - Polluted soil
[۱۸۱] - Nutrient polluted soil
[۱۸۲] - Clony forming unit
[۱۸۳] - Phosphate Buffer Saline

۱۰تهیه شد و ۱۰۰ میکرولیتر از این رقت در پلیت های بوشنل هاس آگار حاوی ۱٪ نفت سفید به عنوان تنها منبع کربن کشت سفره ای داده شد. پس از انکوباسیون در دمای ۳۰ C، شمارش کلنی ها انجام شد و طبق فرمول زیر تعداد کلنی در هر گرم خاک محاسبه شد: (Okerentugba et al., ۲۰۰۳)

Cfu/gram= × عکس رقت × میانگین تعداد کلنی های شمارش شده ۱۰۰

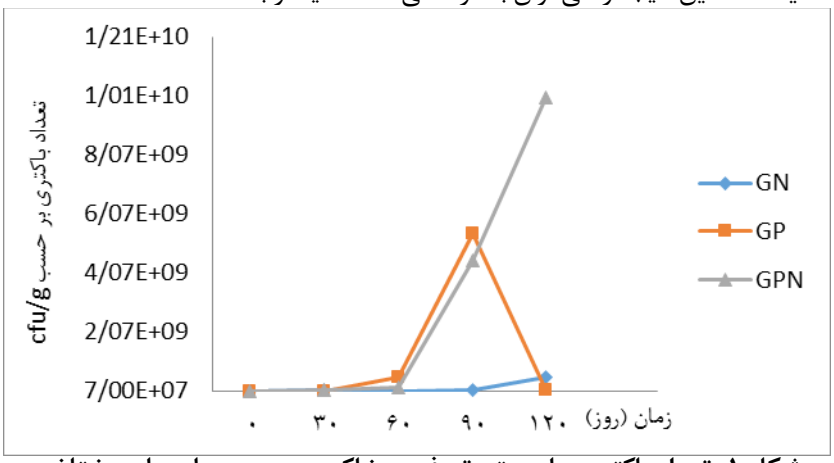
شمارش تعداد کل هتروتروف ها و تجزیه کننده ها در خاک با روش MPN[۱۸۴]

ابتدا ۱۰ گرم از خاک های آلوده در ۱۰۰ میلی لیتر از بافر فسفات نمکی(PBS) حل شد. سپس درون لوله های آزمایش میزان ۹ میلی لیتر بافر PBS ریخته شد. برای شمارش هتروتروف ها رقت های 10^{-1} تا 10^{-5} در لوله های آزمایش تهیه گردید و در میکروپلیت های ۲۴ خانه میزان ۱۵۰۰ میکرولیتر محیط نوترینت براث تحت شرایط استریل ریخته شد. از رقت های 10^{-3} تا 10^{-5} تهیه شده، میزان ۱۰۰ میکرولیتر درون محیط کشت تلقیح گردید. برای شمارش تجزیه کننده ها رقت های 10^{-1} تا 10^{-3} در در لوله های آزمایش تهیه گردید و در میکروپلیت های ۲۴ خانه میزان ۱۵۰۰ میکرولیتر محیط بوشنل هاس براث حاوی ۱٪ نفت سفید به عنوان تنها منبع کربن، تحت شرایط استریل ریخته شد. از رقت های تهیه شده ، میزان ۱۰۰ میکرولیتر درون محیط کشت تلقیح گردید. هر رقت دارای ۳ تکرار بود و MPN به صورت ۳ تایی انجام شد. میکروپلیت های جهت شمارش هتروتروف ها به مدت ۷ روز و میکروپلیت های جهت شمارش تجزیه کننده ها به مدت ۲۱ روز در دمای ۳۰ C انکوبه شدند و پس از گذشت دوره انکوباسیون، ایجاد کدورت در مقایسه با شاهد به عنوان شاخص مثبت آزمایش MPN به حساب آمد و با استفاده از نرم افزار MPN calculator version ۲۳ تعداد باکتری ها در هر گرم خاک محاسبه گردید. (Wrenn and Venosa, ۱۹۹۶).

نتایج و بحث

کمیت باکتری های هتروتروف به روش سریال رقت در خاکهای مورد مطالعه

خاک های مورد تیمار از لحاظ تغییر در جمعیت باکتری های هتروتروف با روش سریال رقت مورد بررسی قرار گرفتند با گذشت زمان تیمار از زمان صفر تا زمان ۱۲۰ روز سیر افزایشی در باکتری های هتروتروف مشاهده می شود. بالاترین تعداد باکتری های هتروتروف خاک مزرعه در روز ۱۲۰ با ارزش 10^{8} × ۱ می باشد (شکل ۱). اما یک کاهش قابل ملاحظه در جمعیت هتروتروف های خاک الوده در روز ۱۲۰ دیده شد. این نتیجه را می توان به اثر سمی نفت سفید ارتباط داد.

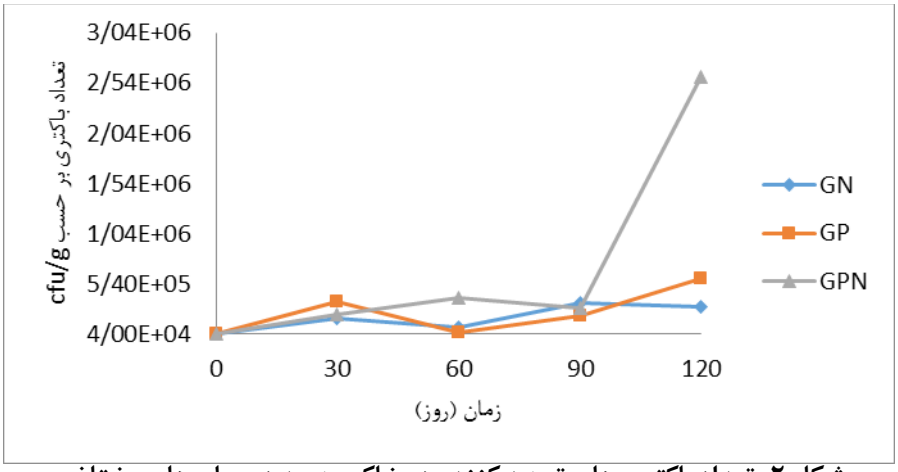


شکل ۱: تعداد باکتری های هتروتروف در خاک مزرعه در زمان های مختلف

کمیت باکتری های تجزیه کننده به روش سریال رقت در خاکهای مورد مطالعه

باکتری های تجزیه کننده نفت سفید در تیمارهای میکروکازم حاوی خاک مزرعه با روش کشت در محیط اختصاصی حاوی نفت سفید بعنوان تنها منبع کربن و انرژی تعین کمیت شدند. تعداد باکتری های تجزیه کننده در کلیه حالات سیر یکسان افزایشی تا روز ۱۲۰ تیمار دارد. اما یک افزایش قابل ملاحظه در خاک همراه با ماده غذایی در روز ۱۲۰ در شکل ۲ دیده می شود. این افزایش قابل توجه را می توان به اثر کمکی و تقویتی مواد غذایی نسبت داد، زیرا یکی از مهمترین اتفاقاتی که در خاک پس از الودگی نفتی ایجاد می شود فقر نیتروژن و فسفر است که با تامین این مواد اثر استرس نفتی در خاک کاهش می یابد (شکل ۲).

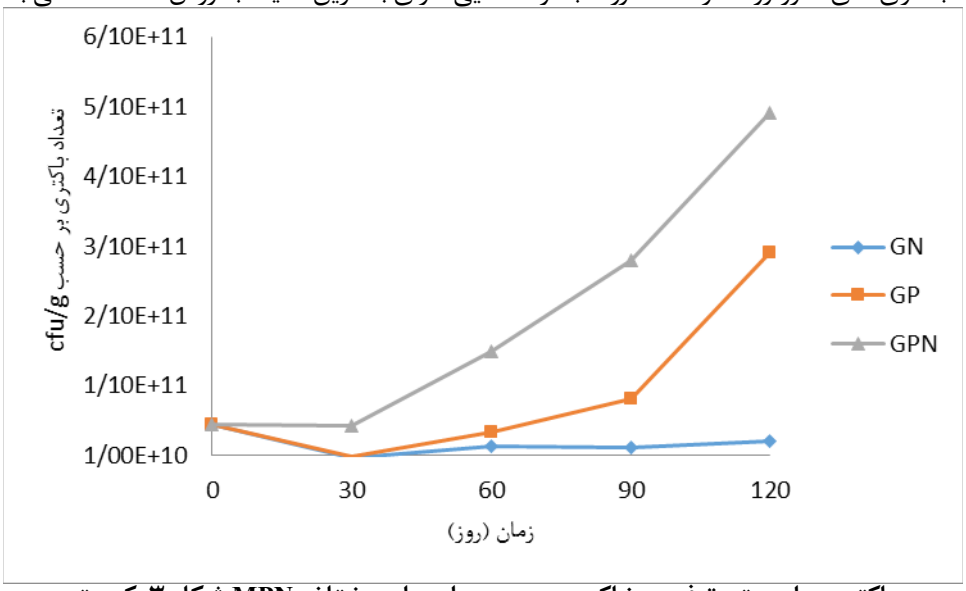
[۱۸۴] - Most Probable Number



شکل ۲: تعداد باکتری های تجزیه کننده در خاک مزرعه در زمان های مختلف

کمیت حداکثر احتمالی (MPN) باکتری های هتروتروف در میکروکازم های مورد مطالعه

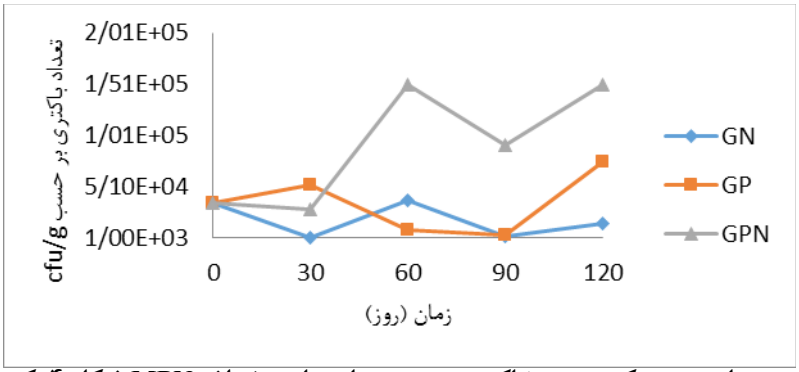
نتایج حاصل از از تعیین کمیت حداکثر احتمالی باکتری های هتروتروف خاک مزرعه در شکل (۳) آمده است. . از این نمودار اینطور می توان نتیجه گرفت که در کلیه میکروکازم ها سیر افزایشی در تعداد باکتری های هتروتروف تا انتهای آزمایش دیده می شود. اما کمیت باکتری های هتروتروف در خاک مزرعه با مواد غذایی دارای بالاترین کمیت با ارزش ۱۰×۶^{۱۱} می باشد.



باکتری های هتروترف در خاک مزرعه در زمان های مختلف MPN شکل ۳: کمیت

کمیت حداکثر احتمالی (MPN) باکتری های تجزیه کننده در میکروکازم های مورد مطالعه

با استفاده از نفت سفید بعنوان منبع کربن و کدورت بعنوان شاخص مثبت کمیت باکتری های تجزیه کننده نفت سفید شامل باکتری های قابل کشت و غیر قابل کشت در میکروکازم های مورد بررسی معین گردید. همانطور که در شکل (۴) دیده می شود، هر کدام از حالات خاک مزرعه الگوی متفاوتی را نشان می دهند. بطوریکه در خاک الوده سیر ابتدا افزایشی است اما در روز ۶۰ تعداد باکتری ها کاهش یافته و دوباره افزایش صورت گرفته است. این الگو را می توان به اثر سمی نفت سفید و تطابق باکتری ها پس از گذشت زمان نسبت داد. نکته قابل توجه دیگری که از شکل (۴) بدست می آید بالا بودن تعداد باکتری های تجزیه کننده نفت سفید در میکروکازم حالت آلوده و همراه با مواد غذایی نسبت به سایر میکروکازم ها می باشد. این امر امکانپذیر است زیرا حضور مواد غذایی استرس نفت سفیدی و فقر غذایی را بر روی جامعه میکروبی کاهش داده و کمیت باکتری های تجزیه کننده دچار تغییر نمی شود.



باکتری های تجزیه کننده در خاک مزرعه در زمان های مختلف MPN شکل ۴: کمیت

منابع

Alef K. and Nanniper P. ۱۹۹۵. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press, New York, ۲۲۸.

Ives A. R., Foufopoulos J., Klopfer E. D., Klug J. L. and Palmer T. M. ۱۹۹۶. Bottle or big-scale studies: how do we do ecology. Ecol, ۷۷: ۶۸۱-۶۸۵.

Ruberto L. R., Dias A., Balbo S. C., Vazquez E. A. and Mac W. ۲۰۰۹. Influence of nutrients addition and bioaugmentation on the hydrocarbon biodegradation of a chronically contaminated Antarctic soil. J. Appl. Microbiol. ۱۰۶: ۱۱۰۱-۱۱۱۰.

Okerentugba P.O. and Ezeronye O.U. ۲۰۰۳. Petroleum degrading potentioals of single and mixed microbial cultures isolatedfrom rivers and refinery effluents in Nigeria. Afr J Biotechnol. ۲(۹): ۲۸۸-۲۹۲.

Wrenn B. A. and Venosa, A. D. ۱۹۹۶. Selective enumeration of aromatic and aliphatic hydrocarbon degrading bacteria by a most probable number procedure. Canad J Microbiol, ۴۲: ۲۵۲-۲۵۸.

Wang B., Guo Bin L., Xue S. ۲۰۱۱. Changes in soil physico-chemical and microbiological properties during natural succession on abandoned farmland in the Loess Plateau. Environ Earth Scien, ۶۲: ۹۱۵-۹۲۵.

Abstract

Kerosene pollution has some ecological effect on soil that disturbed composition and diversity of microbial community. Also this pollution has some effects on microbial activity and enzymes of soil. The aim of this research understands the effect of Kerosene pollution on farm soil ecosystem. In this research for understanding the effect of crude oil on microbial community farm soil three microcosms such as: unpolluted microcosm polluted microcosm and polluted microcosm with nutrient (Nitrogen and Phosphor). Some factors were assayed in each microcosm during ۱۲۰ day of experiment. The results of this study show that The quantities of degradative bacteria significantly were lower than heterotrophic bacteria in all soil microcosms. The quantity of degradative bacteria have decrement pattern until ۶۰th day of experiment but after this day these bacteria have increment pattern and deydrogenase activity between different microcosms related to pollute microcosm with nutrient. lowest degradation take place on farm soil.

بررسی‌تاثیر تناوب های زراعی بر باقیمانده نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاك

سید مجتبی نوری حسینی [۱]، مجید فروهر [۱]، حمید رضا ذبیحی [۱]
عضوهیات علمی بخش تحقیقات خاك و آب مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی

چکیده
به منظور بررسی تغییرات نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاك، آزمایشی با استفاده از طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت چهار سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ به اجرا در آمد. تیمارها شامل هشت تناوب زراعی ۱-کشت مداوم گندم، ۲-گندم گندم کلزا، ۳-گندم چغندرقندگندم چغندرقند، ۴-گندم سیب زمینی گندم سیب زمینی، ۵-گندم سیب زمینی گندم کلزا، ۶-گندم چغندرقند گندم سیب زمینی، ۷-گندم ذرت گندم سیب زمینی و ۸-گندم ذرت گندم چغندرقند بود. نتایج نشان داد میزان نیتروژن باقیمانده خاك در طول آزمایش ثابت بود اما میزان فسفر و پتاسیم افزایش یافت. تناوبهای زراعی بر باقیمانده نیتروژن خاك تاثیر معنی داری نداشتند، اما بر باقیمانده فسفر و پتاسیم خاك تاثیر معنی داری داشتند. میزان فسفر موجود در کرتهای تحت تناوب گندم با سیب زمینی و چغندر قند کمترین و میزان فسفر موجود در کرتهای کشت مداوم گندم و گندم-کلزا بیشترین سطح بود. میزان پتاسیم کرتهای سیب زمینی- ذرت- چغندرقند کمترین بود.

واژه های کلیدی: تناوب، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گندم

مقدمه
عوامل مختلفی بر ذخیره سازی و فراهمی عناصر غذایی موجود در خاک از جمله نوع و میزان عناصر غذایی و ماهیت میکروفلور خاک موثر می باشد(Camberato and Frederick, ۱۹۹۴). تناوب زراعی نیز خود بر فراهمی عناصر غذایی خاک تاثیرگذار است. از جمله اثرات مثبت تناوب در نظامهای زراعی مختلف کاهش فرسایش خاک، بهبود ساختمان خاک، افزایش حاصلخیزی و بهره برداری بهتر از منابع است(Zareh Fizabadi and Koocheki, ۲۰۰۵).کشت ذرت و چغندرقند بعد از گندم باعث کاهش مقادیر عناصر غذایی فسفر و پتاسیم قابل جذب باقیمانده در خاك نسبت به کشت گندم بعد از گندم شد. مقادیر نیتروژن کل باقیمانده در خاك در سه تناوب زراعی گندم-گندم، ذرت-گندم و چغندرقند-گندم تفاوت از لحاظ آماری نشان نداد اما مقادیر فسفر و پتاسیم بیشترین مقدار را در کشت گندم-گندم و کمترین مقدار را در تناوب زراعی ذرت-گندم به خود اختصاص داد (Camberato and Frederick, ۱۹۹۴). هدف از اجرای این آزمایش بررسی تاثیر تناوب های مختلف زراعی بر میزان باقیمانده نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاك بود.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی تغییرات عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاك و نحوه تاثیر پذیری آنها از تناوب های مختلف، این تحقیق با استفاده از طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت چهار سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ در طی سالهای ۱۳۸۵الی ۱۳۸۹به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی شامل هشت نظام تناوبی: کشت مداوم گندم، گندم- گندم- گندم- کلزا، گندم-چغندرقند- گندم-چغندر قند، گندم-سیب زمینی- گندم-سیب زمینی، گندم- سیب زمینی- گندم-کلزا، گندم- چغندر قند-گندم- سیب زمینی، گندم-ذرت علوفه ای-گندم- سیب زمینی و گندم- ذرت علوفه ای -گندم- چغندر قند بودند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاك محل مورد آزمایش در ابتدای فصل رشد و قبل از کاشت اندازه‌گیری گردید(جدول ۱). سپس بر اساس آزمون خاك، مصرف هر یك از عناصر غذایی توصیه شد. در انتهای فصل رشد و پس از برداشت محصول، میزان این عناصر نیز در خاك مجددا اندازه گیری‌گردید. در این آزمایش از گندم لاین شماره C-۸۱-۴،کلزا رقم مودنا، سیب زمینی رقم اگریا، ذرت رقم سینگل کراس ۳۷۰ و چغندرقند رقم ریزوفورت استفاده شد. ابعاد هر کرت آزمایشی ۳۰×۲۰ متر (۶۰۰ متر مربع) در نظر گرفته شد. عملیات مختلف تهیه بستر بذر، کاشت و میزان بذر و عملیات مختلف دوره داشت شامل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها بر اساس عرف منطقه و محصولات مورد نظر انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاك محل آزمایش

عمق (سانتي‌متر)	Ec dS/m	pH	T.N.V%	O.C%	N%	P(mg/kg) (ava)	K(mg/kg) (ava)	Sand%	Silt%	Clay%
۳۰-۰	۸/۳	۸/	۹/۱۹	۵۵/۰	۰۶۵/	۶/۱۰	۱۹۲	۳۶	۴۰	۲۴

					۰			۷		

نتایج و بحث

مقادیر نیتروژن ، فسفر و پتاسیم باقیمانده در خاک در طول ۴سال آزمایش در جدول ۲ ارائه گردیده است. همچنین اثر تناوب های زراعی مختلف بر مقادیر نیتروژن ، فسفر وپتاسیم باقیمانده در جدول ۳ مشاهده می گردد. بررسی روند تغییرات میزان نیتروژن خاك نشان می دهد، بااینکه در تناوبها هر سال نیتروژن مصرف گردید، اما میزان نیتروژن باقیمانده در کرتهای آزمایشی تقریبا ثابت ماند(جدول ۲). Van Faassen و (۱۹۹۴) Lebbink نشان دادند که میزان نیتروژن موجود در خاك، طی سالیان متمادی کاهش می یابد و این مسئله با دنیتریفیکاسیون مرتبط است. Zoum و (۱۹۹۲)Doxtader بیان نمودند که بخش عمده ای از نیتروژن و فسفر خاك توسط فرآیند های حد واسط بیولوژیکی همچون معدنی شدن و آلی شدن(غیر متحرك شدن) کنترل می شود.میزان فسفر باقیمانده در خاك در طول چهار سال آزمایش افزایش یافت(جدول ۲). Negi و همکاران(۱۹۹۲) بیان نمودند که کارایی استفاده از کود فسفاته در گیاهان زراعی بندرت از ۱۵ درصد فراتر می رود. روند کلی مقدار پتاسیم باقیمانده در خاك صعودی است(جدول ۲). Baybordiو همکاران (۲۰۰۰)عنوان نمودند که میزان تلفات پتاسیم در خاك در مقایسه با کودهای نیتروژنه جزئی است. نیتروژن باقیمانده در کرتهای تحت تناوبهای زراعی متفاوت، اختلاف معنی داری نداشت(جدول ۳). با این حال در تناوبهایی که گندم و کلزا حضور داشتند میزان عناصر غذایی نیتروژن و پتاسیم باقیمانده در خاك، در سطح بالاتری نسبت به تناوب های دیگر قرار داشت. Van Faassen و (۱۹۹۴) Lebbink نیز بیان نمودند که در سیستم های تناوبی میزان نیتروژن برداشت شده درمحصولات زراعی حدود ۳۰-۲۰ درصد است. میزان باقیمانده فسفر در کرتهای تحت تناوبهای زراعی متفاوت اختلاف معنی داری داشت(جدول ۳). میزان فسفر موجود در کرتهای تحت تناوب گندم با سیب زمینی و چغندر قند کمترین مقدار بود و میزان فسفر موجود در کرتهای تحت کشت مداوم گندم و همچنین گندم-کلزا دربیشترین سطح قرار داشت. Negi و همکاران(۱۹۹۲) نیز گزارش نمودند که در کرت های گندم بخش زیادی از فسفر برای گیاه بعدی باقی می ماند. میزان باقیمانده پتاسیم در کرتهای تحت تناوبهای زراعی متفاوت، اختلاف معنی داری داشت(جدول ۳). میزان پتاسیم باقیمانده در کرتهای تحت تناوب سیب زمینی، ذرت و چغندرقند کمتر بود که بنظر می رسد با قابلیت جذب بالای پتاسیم گیاه مرتبط می باشد که در نتیجه باقیمانده این عنصر را در خاك کاهش داده است.

جدول ۲- مقادیر نیتروژن ، فسفر و پتاسیم باقیمانده در خاک در طول ۴سال آزمایش

سال	N %	*P mg.kg^{-1}	*K mgkg^{-1}
۱	^{a} ۰۵۶/۰	^{b} ۲/۹	^{b} ۱/۱۹۹
۲	^{a} ۰۵۷/۰	^{ab} ۵/۱۴	^{ab} ۲/۲۳۴
۳	^{a} ۰۵۹/۰	^{ab} ۳/۱۳	^{ab} ۵/۲۲۱
۴	^{a} ۰۵۵/۰	^{a} ۸/۱۶	^{a} ۱/۲۴۹

.فسفر و پتاسیم به شکل قابل استفاده می باشند

جدول ۳- مقایسه اثر تناوب های زراعی مختلف بر مقادیر نیتروژن ، فسفر وپتاسیم باقیمانده

تناوب های زراعی مختلف	N %	*P mg.kg^{-1}	*K mg.kg^{-1}
کشت مداوم گندم	^{a} ۰۵۹/۰	^{a}۶/۱۵	^{a} ۱/۲۳۶
گندم- گندم- گندم- کلزا	^{a} ۰۵۸/۰	^{a}۸/۱۳	^{ab} ۵/۲۲۱
گندم- چغندرقند- گندم- چغندرقند	^{a} ۰۵۵/۰	^{ab}۲/۱۰	^{ab} ۴/۱۹۹
گندم- سیب زمینی- گندم- سیب زمینی	^{a} ۰۵۴/۰	^{ab}۸/۱۰	^{b} ۸/۱۸۲
گندم- سیب زمینی- گندم- کلزا	^{a} ۰۵۷/۰	^{ab}۵/۱۱	^{ab} ۱/۲۱۲
گندم- چغندرقند- گندم- سیب زمینی	^{a} ۰۵۶/۰	^{b}۳/۹	^{ab} ۵/۲۰۴
گندم- ذرت- گندم- سیب زمینی	^{a} ۰۵۴/۰	^{c}۱/۸	^{ab} ۶/۱۹۲
گندم- ذرت- گندم- چغندرقند	^{a} ۰۵۶/۰	^{bc}۹/۸	^{ab} ۳/۲۰۷

فسفر و پتاسیم به شکل قابل استفاده می باشند*

منابع

Baybordi, M., Malakouti, M. J., nafisi, M., ۲۰۰۰. Production and balanced fertilizer towards sustainable agriculture. Agric. Research, Education and extention Organ.P.۲۸۲

Camberato, J. J., and J. R. Frederick., ۱۹۹۴. Residual maize fertilizer nitrogen availability to wheat Agron. J. ۸۶: ۹۶۲-۹۶۷

Negi, S. C., K. Singh, and R. C. Thakur., ۱۹۹۲. Economics of phosphorus and farmyard manure application in wheat-maize sequence. Indian J. Agron. ۳۷ : ۳۰-۳۳

Van Faassen, H. G., and G, Lebbink., ۱۹۹۴. Organic matter and nitrogen dynamics inconventional vs integrated arable farming . Agric. Ecosystems Environ. ۵۱ : ۲۰۹-۲۲۶.

Zareh Fizabadi, A. and A. Koocheki., ۲۰۰۵. Evaluation of Dynamics of Residual Major macronutrients in Response to Different Rotations,Conventional and Ecological Cropping Systems. Iranian J.Soil and Water Sci.

Zoum, X., and K. G. Doxtader., ۱۹۹۲. A new method for estimating gross phosphorus mineralization and immobilization rate in soil . Plant and soil. ۱۴۷: ۲۴۳-۲۵۰.

Abstract :

In order to evaluate the residual amounts of nitrogen, phosphorus and potassium in soil in response to different crop rotations, an experiment with complete randomized block design, arrangement with ۳ replications, was conducted for ۴ years. Plots were assigned to ۸ different rotations, as treatments, including: continuous wheat planting ,wheat- wheat- wheat- canola,wheat-sugar beet- wheat- sugar beet, wheat- potato- wheat- potato, wheat-potato- wheat-canola,wheat- sugar beet- wheat- potato, wheat- corn- wheat- potato, wheat- corn- wheat- sugar beet. Results showed that the residual amount of nitrogen in soil approximately did not change and the residual amounts of phosphorus and potassium increased in ۴ years. The residual amount of nitrogen in soil was not affected significantly by different rotations. However the residual amounts of phosphorus and potassium was affected significantly by different rotations. The residual amount of phosphorus was increased by continuous wheat planting and wheat-canola rotations. The residual amounts of phosphorus was reduced by Potato-sugar beet-wheat rotations and the residual amounts of potassium was reduced by Potato-Corn-sugar beet rotations.

واکنش کمّی و کیفی میوه لیموترش (*Citrus aurantifolia*) به کاربرد عناصر ریزمغذی

یعقوب حسینی
استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان

چکیده
هدف اصلی پژوهش بررسی کاربرد عناصر آهن، روی، مس و منگنز به صورت محلول پاشی بر عملکرد و کیفیت میوه لیمو ترش (*Citrus aurantifolia*) بود. عناصر فوق الذکر (از منبع سولفاتی آنها) به صورت تك و یا با هم و با غلظتهای مشخص (۳ تا ۵ در هزار) در قبل و بعد از گلدهی روی شاخ و برگ درختان محلول پاشی شدند. نتایج نشان داد که تیمارها اثر معنی داری روی عملکرد نداشتند، در حالیکه برخی از پارامترهای کیفی میوه تحت تأثیر تیمارها قرار گرفتند؛ به طوری که کاربرد سولفات آهن و روی به طور جداگانه کاهش معنی دار pH میوه را در پی داشت و محلول پاشی همزمان سولفات روی و منگنز سبب افزایش قابل ملاحظه ضخامت پوست میوه گردید. به طور کلی، اگرچه تغذیه درختان لیموترش با عناصر کم مصرف به روش محلولپاشی تأثیری معنی دار بر عملکرد نداشت اما سبب بهبود برخی از صفات کیفی میوه گردید.

واژه های کلیدی: عناصر کم مصرف، لیمو ترش، کیفیت، عملکرد، محلول پاشی

مقدمه
استان هرمزگان یکی از استانهای عمده تولید کننده لیموترش در کشور است و از این نظر دارای مقام کشوری می باشد. اما عملکرد در هکتار لیموترش در این استان به مراتب از میانگین عملکرد جهانی کمتر و در برخی از موارد کیفیت میوه نیز ممکن است دارای بازا پسندی لازم نباشد. شاید یکی از علل عمده پایین بودن عملکرد و کیفیت میوه در باغهای کشور و از جمله هرمزگان، عدم مصرف متعادل کود و یا به عبارت دیگر تغذیه نامطلوب درختان مرکبات است (رستگار، ۱۳۸۰). علاوه بر مقدار و نوع کود در باغات، روش وزمان کاربرد کود نیز مهم است و بایستی با توجه به شرایط گوناگون، روش و زمان مناسبی را برای این منظور انتخاب کرد. یکی از روشهای کاربرد کود در درختان، روش تغذیه برگی یا محلول پاشی عناصر غذایی بر روی شاخ و برگ گیاه است که در این روش عناصر غذایی موجود در کودهای محلول در آب، به طور مستقیم می توانند از طریق اندامهای هوایی جذب گیاه شوند.
مهمترین و رایج ترین مورد استفاده از محلول پاشی در کاربرد عناصر ریزمغذی است.. ریزمغذیها به راحتی می توانند محلول پاشی شوند زیرا به مقدار کمی مورد نیاز گیاه هستند. ثابت شده است که محلول پاشیاین عناصر می تواند چند بار کاراتر از کاربرد خاکی کود برای درختان میوه و دیگر محصولات باشد (Bark and Chen, ۱۹۸۴). در خاکهای ایران به دلیل بالا بودن pH، آهك فراوان ومصرف کودهای فسفاته بیش از حد نیاز در گذشته، جذب آهن و روی و دیگر عناصر ریزمغذی توسط گیاه معمولاً کم است و تحت چنین شرایطی کمبود عناصر ریزمغذی مشاهده می شود (Lindsay, ۱۹۷۲; Mortevedt et al., ۱۹۹۹). محلول پاشی در چنین مواقعی مؤثرتر و با صرفه تر از مصرف کلاتهای آهن و روی گران قیمت باشد (Erner et al., ۱۹۹۹).
پاتل و همکاران (Patel et al., ۱۹۹۸) ملاحظه کردند که آهن فعال برگ همبستگی مثبتی با درصد کاهش کلروز برگ نشان داد. همچنین اعمال تیمار ۱/۰ درصد سولفات آهن در ۰۵/۰ درصد اسیدسیتریك به صورت محلول پاشی سبب افزایش معنی دار آهن فعال در برگها شد. در تحقیق دیگری(Rodriguez et al., ۱۹۹۴) نشان داده شد که کاربرد روی به صورت محلول پاشی سبب افزایش غلظت روی برگ گردید اما اندازه میوه و عملکرد تحت تأثیر واقع نشد. در آزمایش دیگری ملاحظه گردید که کاربرد روی و منگنز و به خصوص منگنز در هلو می تواند باعث اثر تنظیمی و افزایشی در برخی از پروسه های مربوط به فتوسنتز گردد (Shishkanu et al., ۱۹۹۲). شارما و همکاران (۱۹۹۰) در آزمایشی بر روی نارنگی نشان دادند که محلول پاشی مس و روی به طور قابل ملاحظه ای ظاهر کلی درخت رو به زوال را اصلاح کرد. در برگهای درختان رو به زوال و درختان سالم غلظت عناصر به مقدار کافی وجود داشت و این امر نشان می دهد که همیشه در درختان رو به زوال مشکل کمبود عناصر غذایی نیست. تحقیقی دیگر در برزیل (Boaretto et al., ۲۰۰۲) نشان داد که محلول پاشی روی باعث افزایش غلظت روی برگ تا دامنه مطلوب شد اما اثری روی عملکرد و کیفیت میوه نداشت. نوارو و همکاران (۱۹۹۱) مشاهده کردند که در انگور غلظت آهن در مدت محلول پاشی با آهن، در برگ تیمار شده بالاتر از کنترل بود. در آزمایش دیگری (Mamgain et al., ۱۹۹۸) ملاحظه گردید که محلول پاشی روی اثر مثبتی بر روی عملکرد سیب ایجاد کرد. بیان شده است که محلول پاشی روی معمولترین محلول پاشی است زیرا کمبود آن نسبت به دیگر عناصر ریزمغذی گسترده تر است. همچنین محلول پاشی آن می تواند مؤثر واقع شود و با توجه به عدم کلات مناسبی جهت روی و یا گران بودن آن این روش تغذیه می تواند کارا باشد (Christensen et al., ۱۹۸۲). پنانس و وایز (۱۹۹۰) توصیه کردند که برای جلوگیری از کلروز آهن، معمولاً بیش از یك نوبت کاربرد سولفات آهن احتیاج است و محلول پاشی با سولفات آهن بایستی به محض مشاهده اولین علائم کلروز آهن شروع شود و به فاصله ۷ تا ۱۰ روز به طور متناوب تا وقتی که رشد برگ جدید علائم کمبود آهن را نشان ندهد ادامه یابد. آنها همچنین اظهار داشتند که محلول پاشی با ترکیبات آهن دار به عنوان آخرین انتخاب برای اصلاح کمبود

آهن و نه به عنوان یك روش کودی می تواند مدنظر قرار گیرد. با توجه به مطالب فوق و اهمیت بالای باغات لیموترش در شهرستان میناب تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب بلوکهای کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۴ تکرار که هر تکرار تیمار (کرت آزمایشی) شامل دو درخت ۲۵-۲۰ ساله لیموترش بذری رقم مکزیکن لایم با فاصله کاشت ۱۰×۱۰ بود، برای مدت ۲ سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب اجرا شد. تیمارها شامل:

تیمار ۱- بدون محلول پاشی یا تیمار شاهد (محلول پاشی فقط با آب بدون اضافه کردن عنصر خاصی انجام شد)؛ تیمار ۲- محلول پاشی با سولفات آهن با غلظت ۵ در هزار ؛ تیمار ۳- محلول پاشی با سولفات روی با غلظت ۳ در هزار ؛ تیمار ۴- محلول پاشی با سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار ؛ تیمار ۵- محلول پاشی با سولفات روی + سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار ؛ تیمار ۶- محلول پاشی با سولفات آهن + سولفات روی + سولفات مس با غلظت ۳ در هزار ؛ تیمار ۷- محلول پاشی با سولفات آهن + سولفات روی + سولفات مس + سولفات منگنز با غلظت ۳ در هزار

کودهای حاوی عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) بر اساس توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب به تمام درختان انتخاب شده برای آزمایش، به صورت یکنواخت به میزان ۵/۲ کیلوگرم سولفات آمونیوم، ۱ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۷۵۰/۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم اضافه گردید. کودهای پتاسیم دار و فسفردار را در آذرماه و کود سولفات آمونیوم را نیز به صورت دو تقسیط مساوی در در آذرماه و اسفند به صورت نواری در شعاع سایه اندازه درخت مصرف گردید. به ازاء هر درخت ۳۰ کیلوگرم کود حیوانی در آذرماه به کار برده شد. جهت اعمال تیمارهای آزمایش، محلول کودهای مورد استفاده در تیمارها را به صورت مجزا در تانکرهای ۱۰۰ لیتری آماده گردید. برای تمامی تیمارها مایع ظرفشویی با غلظت ۵/۰ در هزار به عنوان Surfactant (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۶؛ Lea-Cox and Syvertsen, ۱۹۹۵) به محلول آماده شده، اضافه گردید. جهت جلوگیری از سوختگی برگ درختان به میزان ۱ در هزار آهك مرده به تیمارهای حاوی سولفات مس اضافه گردید (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۶). همچنین جهت جذب بهتر عناصر به مقدار ۱ در هزار اوره به تمامی تیمارها اضافه گردید (Swietlik and Faust, ۱۹۸۴). تیمارهای محلول پاشی در دو نوبت، نوبت اول قبل از گلدهی (آذرماه) و نوبت دوم پس از گلدهی لیموترش (اسفندماه) انجام شد. پاسخهای گیاهی در این تحقیق شامل عملکرد (بر حسب کیلوگرم در هر درخت)، و بعضی از پارامترهای کیفی میوه (pH میوه، کل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، درصد اسیدیته، متوسط قطر پوست میوه، متوسط وزن میوه، درصد پوست میوه، درصد گوشت میوه و درصد آب میوه) بود. در پایان نتایج حاصل از اندازه گیری پاسخ های گیاهی، با برنامه MSTATC تجزیه آماری گردید و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین ها نشان داد تأثیر تیمارها بر عملکرد در هر دو سال (به طور جداگانه) و یا هر دو سال به صورت یکجا معنی دار نشد. اعمال تیمار محلول پاشی در سال اول میزان عملکرد را اندکی نسبت به شاهد افزایش داده است. مقایسه عملکرد دو سال با همدیگر نشان دهنده اختلاف معنی دار در عملکرد می باشد (جدول ۱). که این امر به سال آوری برمی گردد. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و تیمار بر روی عملکرد نیز نشان می دهد که بالاترین عملکرد در سال اول با تیمار ۷ بدست آمد که این تیمار از نظر عناصر محلول پاشی شده نسبت به سایر تیمارها کاملتر بود. شاید علت عدم تأثیر محلول پاشی عناصر بر عملکرد به علت کاربرد مرتب کود دامی باشد که در این باغ هر ساله استفاده می گردید. بارك و چن (Bark and Chen. ۱۹۸۴) نیز ثابت کردند که کاربرد کود دامی، کمپوست و لجن فاضلاب و پیت می تواند در قابلیت جذب آهن برای گیاه و در نتیجه کنترل کلروز آهن مؤثر باشد. همچنین برخی از پژوهشگران معتقدند که محلول پاشی عناصر ریزمغذی مثل آهن و روی ... بدلیل عدم تحرك این عناصر در برگ نمی تواند چندان بر عملکرد گیاه تأثیر گذار باشد (Bark and Chen. ۱۹۸۴؛ Obreza et al., ۱۹۹۳). همچنین اثر متقابل کاربرد کودهای پتاسیم دار و آمونیومی با عناصر ریزمغذی مثل آهن می تواند نیاز گیاهان به عناصر ریزمغذی را تأمین نماید (توجه شود این کودها به صورت یکنواخت در تمام تیمارها به عنوان عناصر پایه به کار رفت) (Bark and Chen. ۱۹۸۴؛ Kafkafi and Neuman, ۱۹۸۵ ؛ Mengle and Kirkby, ۱۹۸۷).

جدول ۱- تأثیر تیمارها بر روی میانگین عملکرد (کیلوگرم در هر درخت)

سال	تیمارها							میانگین سال
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	
۱	abcd ۷/۱۵۷	abc۰/۱۶ ۲	a۴/۱۹۴	ab ۸/۱۶۷	abc۲/۱۶ ۳	abcd۶/۱۵ ۶	a ۱/۲۰۶	A ۵۴/۱۷۲

۲	bcde ۳۸/۱۱۳	cde۶۵/۸ ۲	abcde۹/۱۳ ۴	bcde۵/۸ ۹	de۴/۷۹	e۲۵/۶۹	bcde ۷۳/۹۲	B ۵۴/۹۴
میانگین تیمار	A۸/۱۳۵	A ۳/۱۲۲	A ۷/۱۶۴	A ۶/۱۲۸	A ۳/۱۲۱	A ۹/۱۱۲	A ۹/۱۴۹	

برای جدول فوق، میانگین هایی که در هر ردیف یا ستون در یك حرف کوچك و یا در ردیف «میانگین تیمار» و یا در ستون «میانگین سال» در یك حرف بزرگ مشترك می باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی دار نیستند.

بررسی جدول تجزیه واریانس پارامترهای کیفی اندازه گیری شده نشان داد که درسال اول اجرای تحقیق صفات pH میوه، متوسط قطر پوست و متوسط وزن میوه تحت تأثیر تیمارها قرار گرفتند و در سال دوم هیچ یك از پارامترهای کیفی تحت تأثیر قرار نگرفتند. بررسی مقایسه میانگین های pH میوه نشان داد که تیمارهای ۲ (محلول پاشی با سولفات آهن با غلظت ۵ در هزار) و ۳ (محلول پاشی با سولفات روی با غلظت ۳ در هزار) توانستند این پارامتر را به طوری معنی دار نسبت به تیمار شاهد کا هش دهند (جدول ۲). با توجه به اینکه pH کمتر در میوه لیموترش (ترش بودن) مطلوب است بنابراین می توان گفت این دو تیمار در بهبود کیفیت لیموترش مؤثر بوده اند.

جدول ۴- تأثیر تیمارها بر روی pH میوه

سال	تیمارها ۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	میانگین سال
۱		g۰۹۷/۲	fg۱۱۰/۲	ffg۱۴۸/۲				B۱۷۱/۲
	cde۲۰۷ /۲				def۱۷۵/ ۲	cde۱۹۷/ ۲	cde۱۹۵/ ۲	
۲					a۳۱۵/۲			A۲۷۰/۲
	abc۲۶۵ /۲	abc۲۶۵/ ۲	abc۲۶۳/ ۲	abcd۲۹۳/ ۲		bcd۲۳۳/ ۲	ab۲۸۳/۲	
میانگین	A۲۳۶/۲	B۱۸۱/۲	B۱۸۶/۲	A۲۲۰/۲	A۲۴۵/۲	AB۲۱۵/ ۲	A۲۳۹/۲	

برای جدول فوق، میانگین هایی که در هر ردیف یا ستون در یك حرف کوچك و یا در ردیف «میانگین تیمار» و یا در ستون «میانگین سال» در یك حرف بزرگ مشترك می باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی دار نیستند.

مقایسه میانگین های قطر (ضخامت) پوست و درصد آب میوه که دو پارامتر مهم کیفی میوه لیموترش می باشند، در جدولهای ۳ و ۴ آورده شده اند. همانطور که مشاهده می شود تیمارهای ۴ و ۷ در مقایسه با دیگر تیمارها سبب نازکی پوست لیموترش شدند (اگر چه همان طور که در جدول دیده می شود این تیمار با برخی دیگر از تیمارها دارای اختلاف معنی دار نیست). با توجه به اینکه بیشترین تأثیر بر روی کیفیت میوه مرکبات توسط عناصر ماکرو ایجاد می شود، احتمال دارد اثر تیمارها بر روی پارامترهای کیفی میوه از طریق تحت تأثیر قرار دادن غلظت عناصر ماکرو در برگ ایجاد شده باشد. میانگین متوسط قطر پوست در سال دوم نسبت به سال اول به طور معنی دار کمتر می باشد که احتمالاً به علت پایین بودن عملکرد

جدول ۳- تأثیر تیمارها بر روی متوسط قطر (ضخامت) پوست لیمو ترش (میلی متر)

سال	تیمارها ۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	میانگین سال
۱					a۲۰۶/۱			A۰۶۳/۱
	abc۰۹۳/ ۱	bcd۰۰۳/ ۱	abc۱۰۲/ ۱	bcd۹۷۱/ ۰		bcd۰۱۳/ ۱	abc۰۵۳/ ۱	

							B۹۷۸/۰ d۸۵۰/۰
			bcd۰۱۶/ ۱	bcd۹۴۲/ ۰	cd۹۹۸/۰	bc۰۲۹/۱ bcd۹۷۴/ ۰	۲
							bc۰۳۹/۱
			B۹۵۱/۰	A۰۷۴/۱	B۹۸۴/۰		میانگین
			AB۰۱۴/ ۱			AB۰۶۶/ ۱ AB۹۸۸/ ۰	AB۰۶۵/ ۱

برای جدول فوق، میانگین هایی که در هر ردیف، یا ستون در یك حرف کوچك و یا در هر ردیف «میانگین تیمار» و یا در ستون «میانگین سال» در یك حرف بزرگ مشترك می باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی دار نیستند.

سال دوم (در اثر سال آوری) می باشد که سبب شده میوه تا اندازه ای درشت تر شود و در نتیجه قطر پوست آن کمتر گردد (ملکوتی و شهابیان، ۱۳۷۷). میانگین های درصد آب میوه لیموترش تیمارهای محلول پاشی نسبت به میانگین شاهد دارای افزایش بوده اند اگر چه این افزایش در برخی از تیمارها معنی‌دار نمی‌باشد. میانگین تیمار ۴ نسبت به میانگین تیمار شاهد دارای افزایش معنی دار در آب میوه گردیده است. در هر سال به طور جداگانه نیز تیمار ۴ سبب بالاترین درصد آب میوه شده است. به طور کلی پارامترهایی مثل اسیدیته قابل تیتراسیون میوه، pH میوه، کل مواد جامد محلول میوه، درصد اسیدیته میوه و متوسط وزن میوه درسال دوم نسبت به سال اول افزایش معنی داری نشان دادند. در حالی که در مورد دیگر پارامترهای کیفی این افزایش قابل ملاحظه نیست. افزایش متوسط وزن میوه و درشت شدن آن باتوجه به کاهش معنی دار عملکرد در سال دوم قابل انتظار بود (ملکوتی و شهابیان، ۱۳۷۷). به طور کلی ریزمغذیها نمی توانند عملکرد تولید یا کیفیت میوه را تحت تأثیر قرار دهند مگر اینکه کمبود شدید آنها در گیاه حاکم باشد (Erner et al.,. ۱۹۹۹) که با توجه به تجزیه اولیه برگ و مقایسه آن با جداول استاندارد این وضعیت در آزمایش حاضرحاکم نبود.

جدول ۴ - تأثیر تیمارها بر روی درصد آب میوه لیموترش

سال	تیمارها							میانگین سال
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	
۱	b۲۸/۴۶				ab۴۴/۴۹			A۱۶/۴۹
۲		ab۷۵/۴۹	ab۷۳/۴۹	ab۹۵/۵۱ a۷۸/۵۴		ab۰۹/۴۸	ab۸۸/۴۸ ab۲۳/۵۰	A۲۸/۵۱
	ab۵۱/۵ ۰	ab۳۷/۵۱	ab۴۴/۵۱		ab۳۰/۴۸	ab۳۰/۵۲		
میانگین				A۳۷/۵۳				
	B۴۰/۴۸	AB۵۶/۵ ۰	AB۵۹/۵ ۰		AB۸۷/۴ ۸	AB۱۹/۵ ۰	AB۵۵/۴ ۹	

برای جدول فوق، میانگین هایی که در هر ردیف یا ستون در یك حرف کوچك و یا در ردیف «میانگین تیمار» و یا در ستون «میانگین سال» در یك حرف بزرگ مشترك می باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی دار نیستند.

به طور کلی لیموترش گیاهی است قانع که با حداقل عناصر غذایی می سازد و نسبت به کاربرد عنصر غذایی واکنش قابل ملاحظه ای نشان نمی دهد(عظیمی، ۱۳۶۹). می توان گفت که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بیشتر در جاهایی بر عملکرد مؤثر است که گیاه دچار کمبود شدید این عناصر می باشد. اگرچه این وضعیت در محل انجام آزمایش حاضر حاکم نبود، اما در بسیاری از باغات منطقه دیده می شود بنابراین استفاده از محلول پاشی در آنها می تواند به اصلاح وضعیت تغذیه ای گیاه و افزایش عملکرد و بهبود پارامترهای کیفی میوه کمك نماید.

منابع

رستگار، ح. ۱۳۸۰. بررسی اثر محلول پاشی منابع مختلف روی بر عملکرد نارنگی جهرمی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، ایستگاه تحقیقات کشاورزی جهرم، مرکز تحقیقات کشاورزی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

عظیمی، م. ۱۳۶۹. مرکبات: کاشت و تغذیه (ترجمه). دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

ملکوتی، م. ج. و طباطبائی، س. ج. ۱۳۷۶. تغذیه گیاهان از طریق محلول پاشی. نشریه فنی شماره ۸، نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

Bark P. and Chen Y. ۱۹۸۴. The effect of potassium on iron chlorosis in calcareous soils. Journal of Plant Nutrition, ۷: ۱۲۵-۱۳۳.
Boaretto R., Boartto M., Muraoka T., Nasciment-Filhom V. F.,. Tiritan C.S. and Filho F. A. M. ۲۰۰۲. Foliar micronutrient application effects on citrus fruit yield, soil and leaf Zn concentrations and ^{۶۵}Zn mobilization within the plant. International Symposium on foliar Nutrient. Perennial fruit plants, Merano, Italy.
Christensen L. P., Kasimatis A. N. and Jensen F. L. ۱۹۸۲. Grapevine Nutrition and Fertilization in the San Joaquin Valley. Univ. California Div. Agric. Sci. Publication ۴۰۸۷.
Erner Y., Cohen A. and Magen H. ۱۹۹۹. Fertilizing for Higher Yield Citrus. ۲nd revised ed. IPI Bulltin, No. ۴. Internatinal Potash Instititue, Basel, Switzerland.
Kafkafi U. and Gammer-Neuman K. ۱۹۸۵. Correction of iron chlorosis in peanut (*Arachis hypogea* shularmit) by ammonium sulfate and nitrification inhibiter. J Journal of Plant Nutrition, ۸: ۳۰۳-۳۰۹.
Lea-Cox J. D. and Syvertsen J. P. ۱۹۹۵. Nitrogen uptake by citrus leaves. Journal American Society of Horticultural Science, ۱۲۰ (۳): ۵۰۵-۵۰۹.
Lindsay W. L. ۱۹۷۲. Inorganic Phase Equiilibria of Micronutrients in Soils. *In*: J. J. Mortvedt et al. (ed). Micronutrients in Agriculture. Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI. pp. ۴۱-۵۷.
Mamgain S., Verma H. S. and Kumer J. ۱۹۹۸. Relationship between fruit yield, folair and soil nutrient status in apple. Indian Journal of Horticultural, ۵۵ (۳): ۲۲۶-۲۳۱.
Mengle K. and Kirkby E. A. ۱۹۸۷. Principal of Plant Nutrition. ۴th ed. International Potash Institute, Basel, Switzerland.
Mortcvedt J. J., Murphy L. S. and Fallet R. H. ۱۹۹۹. Fertilizers Technology and Application. Meister Publishing, Willoughby, Ohio.
Navarro J., Sanchoz-Andoreu J., Mataix J. and Juarez M. ۱۹۹۱. Study on effectiveness of chelated micronutrients applied folair fertilization on table grape Cv. Aledo through blad analysis. Sueloy-Planta ۱ (۳): ۴۱۳-۴۲۴.
Obreza T. A., Alva A. K. and Calvert D. V. ۱۹۹۳. Citrus Fertilizer Management on Calcareous Soils. Circular ۱۱۲۷, Soil and Water Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food Agriculture Science of University of Florida.
Patel, P. C., M. S. Patel and N. K. Kalyanasundaram. ۱۹۹۷. Effect of foliar sprays of iron and sulfur on fruit yield of chlorotic acid lime. J. Indian Soc. Soil Sci. ۴۵ (۳): ۵۲۹-۵۳۳.
Penas E. J. and Wiese A. ۱۹۹۰. Soybeen Chlorosis Management. Instititiue of Agricultural and Natural Resources, University of Nebreska.
Rodriguez A., Martinez G. and Mazza D. G. S. ۱۹۹۴. Folair application of zinc in orange (*Citrus sinensis*) CV. Valencia Late: Momthaly absorption and influence on productivity. Horticultural of Argentina, ۱۳: ۶۱-۶۵.
Sharma K. K., Sharma K. N. and Liayyar V. ۱۹۹۰. Effect of copper and zinc sprays of leaf nutrient concentration in kinnow mandarin (*Citrus reticulate* ×. C. *deliciosa*). Indian Journal of Agricultural Science, ۶۰ (۴): ۲۷۸-۲۸۰.
Shishkanu G. and Tilova N. ۱۹۹۲. Effect of micronutrient on photosynthetic productivity of peach tree. Bulletin Acadmic Moldva, ۶: ۲۱-۲۵.
Swietlik D. and Faust M. ۱۹۸۴. Foliar nutrition of fruit crop. Horticultural Review, ۶: ۲۸۷-۳۵۶.

Abstract

The objective of this experiment was to test whether elements application (Fe, Zn, Cu and Mn as their sulfate) would affect the yield and fruit quality of lemon trees (*Citrus aurantifolia*). The elements (their sulfate sources) were foliar sprayed as single or combined (۰.۳ to ۰.۵ % concentration) before and after bloom. The results showed that treatment had not significant effect on yield. Furthermore, treatments were significant on some of fruit quality parameters. So that the use of ferrous sulfate and zinc separately caused significant reduction in the pH fruit and Zinc and manganese foliar application at the same time increased the thickness of the skin of the fruit. In general, although the lemon trees nutrition with micronutrients by spraying was not significant on yield, but improved some fruit quality traits.

تأثیر کود شیمیایی و لجن فاضلاب بر جزءبندی فسفر در دو خاك آهکی

سمیرا قاسمی پیربلوطی [۱]، علیرضا حسین پور [۲]، شهرام کیانی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد

چکیده
برای بررسی تأثیر کود شیمیایی و لجن فاضلاب بر جزءبندی فسفر در دو خاك آهکی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. این تحقیق شامل سه فاکتور لجن فاضلاب (۰، ۲۵ و ۵۰ میلي‌گرم فسفر بر کیلوگرم)، کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل (۰، ۲۵ و ۵۰ میلي‌گرم بر کیلوگرم فسفر) و نوع خاك (با بافت ریز و درشت) بود. نمونه‌های خاك به مدت پنج ماه در انکوباتور نگهداری شدند. پنج ماه پس از خوابانیدن جزءبندی فسفر معدنی با روش جیانگ و گو تعیین شد. نتایج پژوهش نشان داد که با افزودن کود شیمیایی فسفره و لجن فاضلاب، فسفر آلی و معدنی افزایش یافت. همچنین نشان داد که لجن فاضلاب می‌تواند منبع تجدید پذیر فسفر در کشاورزی پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: کود شیمیایی فسفره، لجن فاضلاب، جزءبندی فسفر.

مقدمه
فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و مهمترین عنصر در تولید محصول می باشد (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰). گیاهان فسفر را تنها به صورت یون‌های معدنی از محلول خاک جذب می‌کنند. به دلیل حلالیت بسیار کم ترکیبات حاوی فسفر در خاک و تمایل واکنش‌های تعادلی آن به سمت فاز جامد، میزان فسفر در هر لحظه در محلول خاک بسیار اندک است. همچنان که فسفر به وسیله گیاه جذب می‌شود، باید توسط منابع قابل دسترس در فاز محلول جایگزین گردد (هولفورد و همکاران، ۱۹۹۷). اگرچه استفاده از کودهای معدنی در ظاهر سریع‌ترین و مطمئن‌ترین راه برای تأمین حاصل‌خیزی خاك به شمار می‌رود، ولی هزینه‌های زیادی صرف تهیه کودهای شیمیایی می‌شود که استفاده از آن‌ها، آلودگی و تخریب محیط زیست و خاك را به دنبال دارد. از این رو استفاده مناسب از کودهای آلی به همراه کاربرد بهینه کودهای شیمیایی نقش مهمی در حفظ باروری، ساختمان و فعالیت‌های حیاتی موجودات خاك ایفا می‌کند. در این بین لجن فاضلاب به دلیل ارزان بودن و قرار گرفتن عناصر آن در چرخه غذایی انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و همچنین مقدار ماده آلی به نسبت زیاد لجن میتواند اثر مطلوبی بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاك داشته باشد و این به خصوص برای خاك‌های ایران که با کمبود موادآلی مواجه هستند، دارای اهمیت می‌باشد (افیونی و همکاران، ۱۳۷۷). مطالعات جزءبندی فسفر برای به دست آوردن اطلاعات درمورد فراهمی، تحرک و رسوب فسفر خاک مفید هستند و روش جزءبندی ذخایر فسفر را که منابع گیرنده‌های فسفر قابل دسترس گیاه هستند را در طول کشت و کار تعیین می‌کند. روش‌های جزءبندی شیمیایی همچنین برای تشخیص شکل‌های مختلف و اثرات بالقوه محیطی فسفر در خاک‌هایی که پساب، لجن و کوددامی دریافت کردند استفاده می‌شوند (اختر و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین اختر و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند مصرف لجن فاضلاب، فسفر استخراج شده توسط نوارهای کاغذ پوشیده با اکسیدهای آهن را افزایش داد. آن‌ها افزایش قابلیت دسترسی فسفر را به اثر لجن فاضلاب بر معدنی شدن فسفر آلی و کمپلکس شدن آهن، آلومینیوم و کلسیم توسط لیگاندهای آلی حاصل از تجزیه جزئی لجن فاضلاب نسبت دادند. حجازی مهریزی و همکاران (۱۳۹۲) نتیجه گرفتند که کاربرد لجن فاضلاب در خاك سبب افزایش شکل‌های فسفر معدنی و قابلیت دسترسی فسفر شده است. لی و همکاران (۲۰۱۲) نتیجه‌گیری کردند که کود دادن خاک با ترکیب منابع آلی و غیرآلی می‌تواند تثبیت فسفر را کاهش و تحرک آن را افزایش دهد. مالیک و همکاران (۲۰۱۲) در مشاهدات خود در افزودن منبع فسفر آلی و غیر آلی در خاک و اثر آن بر ذخایر فسفر و ریزجانداران بیان نمودند که با افزودن فسفر غیرآلی، فسفر معدنی لبایل عمدتا به فسفر غیرلبایل تبدیل شده بود در حالی که با افزودن ماده آلی (کمپوست و باقیمانده ذرت) هم به صورت لبایل و هم غیرلبابل تبدیل شده بود که نتیجه گرفتند که منبع آلی به طور خاص با افزایش غلظت فسفر می‌تواند تشکیل شکل فسفر آلی در خاک را تحریک کند که این ممکن است در طولانی مدت به آهستگی، رها و آزادسازی منبع فسفر را برای گیاه و موجودات فراهم آورد. استفاده مجدد از ضایعات آلی مانند لجن فاضلاب، روش مناسبی برای بازگرداندن مواد آلی و برخی عناصر غذایی به خاك به شمار می‌رود. قبل از کاربرد ضایعات آلی تعیین احتمال جذب و انباشت فلزات سنگین در گیاهان و آلودگی زنجیره‌غذایی انسان و حیوان در نتیجه کاربرد این ترکیبات الزامی است. اگرچه مطالعاتی در زمینه تأثیر لجن فاضلاب بر خصوصیات خاك و جذب عناصر توسط گیاهان صورت گرفته است، اما مطالعه بر تأثیر کودشیمیایی و لجن فاضلاب بر جزءبندی فسفر در دو نوع خاك آهکی در سطح استان چهارمحال و بختیاری انجام نشده است.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده سازی خاک

برای این آزمایش دو خاک آهکی با بافت ریز و درشت از استان چهارمحال و بختیاری و از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری جمع‌آوری گردید. پس از هوا خشک کردن نمونه‌ها را از الک ۲ میلی‌متری عبور داده و سپس ویژگی فیزیکی خاک مانند بافت خاک به روش هیدرومتری (گی و باودر، ۱۹۸۶) تعیین شد. برخی خصوصیات شیمیایی خاك از قبیل قابلیت هدایت الکتریکی (رودز، ۱۹۹۶)، pH (توماس، ۱۹۹۶)، گنجایش تبادل کاتیونی (سامنر و میلر، ۱۹۹۶)، کربن آلی به روش اکسایش تر (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲)، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی کردن کربنات کلسیم با اسیدکلریدریك و تیتراسیون اسید اضافی با سود (لاپرت و اسپارکز، ۱۹۹۶)، فسفر کل با روش هضم با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک (سامرز و نلسون، ۱۹۷۲) و مقدار فسفر قابل استفاده پس از عصاره‌گیری با روش اولسن (اولسن و سامرز، ۱۹۸۲) با روش رنگ سنجی اندازه‌گیری شد (مورفی و رایلی، ۱۹۶۲).

تهیه و آماده سازی لجن فاضلاب

لجن مورد استفاده از تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب شهرکرد تهیه شد. لجن هوا خشک شده و از الک ۱ میلیمتری عبور داده شد.

قبل از شروع آزمایش برخی خصوصیات شیمیایی لجن فاضلاب اندازه‌گیری شد. این خصوصیات شامل قابلیت هدایت الکتریکی با نسبت ۱:۵ آب به لجن فاضلاب (رودز، ۱۹۹۶)، pH (توماس، ۱۹۹۶)، کربن آلی لجن فاضلاب به روش اکسایش تر (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲)، فسفر کل با روش هضم با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک (سامرز و نلسون، ۱۹۷۲) و مقدار فسفر قابل استفاده پس از عصاره‌گیری با روش اولسن (اولسن و سامرز، ۱۹۸۲) با روش رنگ سنجی اندازهگیری شد (مورفی و رایلی، ۱۹۶۲).

مطالعه تأثیر لجن فاضلاب و کودشیمیایی بر جزءبندی فسفر

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. این تحقیق شامل سه فاکتور : لجن فاضلاب (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم)، کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر) و نوع خاك (با بافت ریز و درشت) بود. پس از اعمال تیمارها رطوبت خاک‌ها به ۲۰ درصد وزنی رسانده شد و خاك‌ها به مدت پنج ماه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور نگهداری شدند. در این مدت با وزن کردن روزانه نمونه‌ها رطوبت خاك در ۲۰ درصد وزنی ثابت نگه داشته شدند. پنج ماه پس از خوابانیدن نمونه‌های خاک هوا خشک و جزءبندی فسفر معدنی با روش جیانگ وگو، (۱۹۸۹) تعیین گردید. همچنین فسفر کل از روش هضم با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک (سامرز و نلسون، ۱۹۷۲) و فسفر آلی به روش عصاره‌گیری با اسید سولفوریک اندازه‌گیری شد (کو، ۱۹۹۶).

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و لجن فاضلاب مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های مطالعه شده و لجن فاضلاب

	پ-هاش*	بافت	قابلیت هدایت الکتریکی*	گنجایش تبادل کاتیونی	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	فسفرقابل استفاده	فسفرکل
			$dS.m^{-1}$	$Cmolc.kg^{-1}$	%	%	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$
خاک ریز بافت	۰۰/۸	رسی	۳۰/۰	۵۰/۲۱	۰۸/۱	۵۲/۴۳	۹۳/۱۶	۰۸/۶۴۱
خاک درشت بافت	۹۲/۷	شنی	۲۶/۰	۸۲/۷	۸۰/۰	۶۰/۲۴	۶۰/۴	۱۷/۹۵۳
لجن فاضلاب	۷۰/۶	-	۸۷/۳	-	۳۶/۲۰	-	۵۱/۲۸۷	۰۷/۵۱۳۱

*درعصاره ۱ به ۲ خاک به آب

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر اجزاء فسفر نشان داد که اثر نوع خاک بر اجزاء فسفر در سطح ۰۰۱/۰ درصد معنی‌دار شده است. این بدین معنی است که اختلاف بین خاک‌های مورد مطالعه به خاطر تفاوت در ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاکها میباشد. میانگین اثر تیمارها بر اجزاء فسفر در پایان انکوباسیون در جدول ۲ نشان داده شده است. مقدار شکل‌های مختلف فسفر در خاک ریز بافت به صورت فسفر آلی>باقیمانده>اکتاکلسیم فسفات>آپاتیت>فسفر پیوند شده با آهن>فسفر پیوند شده با آلومنیوم>دی‌کلسیم فسفات و مقدار شکل‌های مختلف فسفر در خاک درشت بافت به صورت فسفر آلی>باقیمانده>اکتا کلسیم فسفات>آپاتیت>فسفر پیوند شده با آهن>فسفر پیوند شده با آلومنیوم>دی‌کلسیم فسفات با کاربرد کود شیمیایی و آلی در خاک‌ها می‌باشد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد با افزودن کود شیمیایی و آلی اجزاءفسفر خاک‌ها در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. علاوه بر این مقدار اجزاء فسفر از منبع آلی و شیمیایی بیشتر از منبع آلی و شیمیایی به تنهایی بود. تأثیر متفاوت ماده آلی

افزوده شده به خاک می‌تواند به دلیل تجزیه آن در طول زمان به وسیله ریزجانداران باشد. نتایج تحقیق حجازی مهریزی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی آثار تجمعی و باقیمانده لجن فاضلاب شهری بر شکل‌های معدنی فسفر در خاک نشان داد که با افزایش سطح و دفعات کوددهی مقدار دي‌کلسیم فسفات (Ca۲-P)،

جدول۲. میانگین اثر تیمارها بر اجزاء فسفر در پایان انکوباسیون

کودشیمیایی (mg P.kg^{-1})	لجن فاضلاب (mg P.kg^{-1})				لجن فاضلاب (mg P.kg^{-1})			میانگین
	۰	۲۵	۵۰	میانگین	۰	۲۵	۵۰	
	ریز بافت			دي‌کلسیم فسفات		درشت بافت		
۰	f۷۳/۲۰	d ۶۸/۲۴	c ۰۷/۲۸	C۴۹/۲۴	f۰۸/۱۳	d۵۴/۱۶	c۴۰/۱۹	C ۳۴/۱۶
۲۵	e ۵۷/۲۲	c ۳۲/۲۸	b ۰۰/۳۲	B۶۳/۲۷	e۱۶/۱۵	c۱۹/۱۸	b۲۹/۲۱	۲۱/۱۸B
۵۰	d ۵۲/۲۴	b ۱۱/۳۲	a ۹۶/۳۷	A۵۳/۳۱	d۲۲/۱۸	b۳۹/۲۱	a۴۷/۲۴	۳۵/۲۱A
میانگین	C ۶۰/۲۲	B ۳۷/۲۸	A ۶۷/۳۲		C۴۸/۱۵	B۷۰/۱۸	A۷۲/۲۱	
	اکتاکلسیم فسفات							
۰	i۵۶/۱۱۱			C ۸۶/۱۱۴	i۹۴/۸۰	g ۲۷/۸۳	e ۰۰/۸۶	C ۴۰/۸۳
		g۰۸/۱۱۵	e۹۴/۱۱۷					
۲۵	h۰۴/۱۱۴	d۰۱/۱۱۹	b ۲۲/۱۲۱	B ۰۹/۱۱۸	h ۱۲/۸۲	d ۳۵/۸۵	b ۳۱/۸۸	۲۶/۸۵B
۵۰	f۰۰/۱۱۷	c۶۰/۱۲۰	a ۰۱/۱۲۳	A ۲۰/۱۲۰	f۹۴/۸۵	c ۵۲/۸۸	a۳۴/۹۲	A۹۳/۸۸
میانگین	C ۲۰/۱۱۴	B۲۲/۱۱۸	A ۷۲/۱۲۰		C ۰۰/۸۳	B۷۱/۸۵	A۸۸/۸۸	
	فسفرپیوند شده با آلومینیوم							
۰	h ۳۸/۵۷	f۰۷/۶۱	d۱۰/۶۵	C۱۸/۶۱	h۳۱/۲۵	f۷۴/۲۸	d۸۵/۳۱	C۶۳/۲۸
۲۵	g ۱۵/۵۹	e۰۵/۶۳	b۵۷/۶۷	B۲۶/۶۳	f۶۸/۲۸	e ۸۲/۳۲	b۲۰/۳۶	۵۶/۳۲B
۵۰	e۴۶/۶۲	c۶۳/۶۶	a۷۶/۷۰	A۶۲/۶۶	e۲۴/۳۱	c ۴۴/۳۵	a۰۱/۳۹	۲۳/۳۵A
میانگین	C۶۶/۵۹	B۵۸/۶۳	A۸۰/۶۷		C ۴۱/۲۸	B ۳۳/۳۲	A۶۸/۳۵	
	فسفر پیوند شده با آهن							
۰	g ۰۷/۷۱	f۰۷/۷۳	d۰۲/۷۶	C۳۹/۷۲	g۰۰/۵۶	f ۰۳/۵۹	d ۳۰/۶۲	C ۱۰/۵۹
۲۵	f۱۰/۷۳	d۰۳/۷۶	b۴۴/۷۹	B۱۹/۷۶	f۳۶/۵۹	d ۸۶/۶۲	b ۳۴/۶۵	۵۱/۶۲B
۵۰	e۴۵/۷۵	c۰۵/۷۸	a۲۳/۸۱	A ۲۴/۷۸	e ۷۴/۶۲	c ۴۰/۶۳	a ۰۸/۶۶	۰۷/۶۴A
میانگین	C۲۰/۷۳	B۷۱/۷۵	A۸۹/۷۸		C ۳۶/۵۹	B ۷۶/۶۱	A ۵۷/۶۴	

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری - ندارند.

اکتاکلسیم فسفات (Ca_8-P)، آپاتایت (Ca_{10}-P)، فسفات‌آلومینیوم (Al-P)، فسفات‌آهن (Fe-P) و فسفر قابل جذب خاك افزایش ولی مقدار فسفر محبوس شده (OC-P) کاهش یافت. آثار باقیمانده لجن فاضلاب در یك بار کوددهی سبب افزایش مقدار شکل‌های مختلف فسفر در مقایسه با تیمار شاهد گردید. همچنین نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر اجزاء فسفر نشان داد که اثر دو نوع کود شیمیایی و آلی بر اجزاء فسفر پیوند شده با آلومنیوم و فسفر آلی معنی‌دار نبود. این بدین معنی است که اختلاف بین تیمارهای آزمایشی در این اجزاء به علت تفاوت مقدار و نوع کود نمیباشد که علت آن می‌تواند کمپلکس شدن ترکیبات آلی با آهن و آلومنیوم از جذب فسفر روی اکسیدهای این عناصر ممانعت می‌کند. ش وارتز و دائو (۲۰۰۵) پیشنهاد کردند که کلسیم موجود در کودهای آلی سبب کاهش حلالیت فسفر گردیده و سبب می‌شود که فسفات‌های کلسیم در خاك تجمع یابند.

ادامه جدول۲. میانگین اثر تیمارها بر اجزاء فسفر در پایان انکوباسیون

کودشیمیایی (mg P.kg^{-1})	لجن فاضلاب (mg P.kg^{-1}) ۰	۲۵	۵۰	میانگین	لجن فاضلاب (mg P.kg^{-1}) ۰	۲۵	۵۰	میانگین
	ریز بافت			اپاتیت	درشت بافت			
۰	f۵۰/۸۷	d۰۴/۹۳	c۸۶/۹۶	C۴۷/۹۲	f۴۶/۵۱۶	d ۰۰/۵۱۹	c ۴۷/۵۲۱	C ۹۷/۵۱۸
۲۵	e ۲۳/۹۰	c۰۰/۹۵	b۰۷/۹۸	۴۳/۹۴B	e۴۶/۵۱۹	c ۲۷/۵۲۱	b۰۹/۵۲۴	B۶۰/۵۲۱
۵۰	d۱۹/۹۳	b۲۹/۹۷	a۱۵/۱۰ ۰	۸۸/۹۶A	d۷۷/۵۲۱	b۱۳/۵۲۳	a۳۳/۵۲۶	A۷۴/۵۲۳
میانگین	C۳۱/۹۰	B۱۰/۹۵	A۳۶/۹۸		C ۲۳/۵۱۹	B۱۳/۵۲۱	A ۹۶/۵۲۳	
	فسفر باقیمانده							
۰	i ۱۵/۱۴۵	g ۰۳/۱۴۸	e ۸۲/۱۵۱	C۳۳/۱۴ ۸	i۸۸/۱۳۰	g۸۴/۱۳۳	e۱۰/۱۳۶	C ۶۰/۱۳۳
۲۵	h ۶۲/۱۴۷	d ۴۹/۱۵۰	b ۰۳/۱۵۳	B ۳۸/۱۵۰	h۱۶/۱۳۳	d۰۲/۱۳۶	b۰۵/۱۳۹	B ۰۷/۱۳۶
۵۰	f ۲۳/۱۴۹	c ۲۱/۱۵۲	a۳۹/۱۵ ۵	A ۲۸/۱۵۲	f۱۹/۱۳۶	c۰۱/۱۳۹	a ۱۴/۱۴۲	A ۱۱/۱۳۹
میانگین	C ۳۳/۱۴۷	B ۲۴/۱۵۰	A۴۱/۱۵ ۳		C۴۰/۱۳۳	B۲۸/۱۳۶	A ۰۹/۱۳۹	
	فسفر آلی							
۰	h ۶۲/۱۴۶	f ۴۶/۱۵۰	d ۱۴/۱۵۵	C ۷۴/۱۵۰	h ۵۳/۱۲۴	f۲۰/۱۲۸	d۳۴/۱۳۲	C۳۵/۱۲۸
۲۵	g ۹۳/۱۴۹	e ۰۱/۱۵۳	b ۱۲/۱۵۷	B ۰۲/۱۵۴	f ۱۴/۱۲۷	e۹۳/۱۳۱	b۶۳/۱۳۵	B ۵۶/۱۳۱
۵۰	e ۱۲/۱۵۲	c ۰۹/۱۵۶	a ۹۹/۱۵۹	A ۰۷/۱۵۶	e ۱۳/۱۳۱	c۸۳/۱۳۵	a۰۷/۱۳۹	A ۳۴/۱۳۵
میانگین	C ۵۵/۱۴۹	B ۵۱/۱۵۳	A ۷۵/۱۵۷		C۶۰/۱۲۷	B۹۸/۱۳۱	A۶۸/۱۳۵	
	فسفر کل							
۰	g ۶۳/۶۴۲	f۹۱/۶۶ ۶	d ۱۹/۶۹۱	C۹۱/۶۶ ۶	g۱۹/۹۵۳	f۴۵/۹۶۷	d۰۵/۹۸۰	C۸۹/۹۶۶
۲۵	f۱۶/۶۵ ۸	d۰۹/۶۸ ۷	b۶۱/۶۹ ۳	B ۶۲/۶۷۹	f۳۴/۹۸۱	d۵۵/۹۹۱	b۸۰/۱۰۰ ۳	B ۲۳/۹۹۲

	e۴۲/۶۹ ۱	c۹۲/۷۰ ۳	a۳۲/۷۱ ۵	A ۵۵/۷۰۳	e۰۷/۱۰۰ ۳	c۹۲/۱۰۱ ۵	a۱۴/۱۰۳ ۰	A ۳۷/۱۰۱۶
۵۰ میانگین					C۲۰/۹۷۹	B۶۴/۹۹۱	A۶۶/۱۰۰ ۴	
	C۰۷/۶۶ ۴	B۹۷/۶۸ ۵	A۰۳/۷۰ ۰					

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵ درصد اختلاف - معنی‌داری ندارند.

منابع

افیونی، م. رضایی نژاد، ی. و خیامباشی، ب. ۱۳۷۷. اثر لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین به وسیله کاهو و اسفناج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (شماره ۱)، صفحات ۱۹ تا ۳۰.

حجازی مهریزی، م. شریعتمداری، ح و افیونی، م.۱۳۹۲. اثرات تجمعی و باقیمانده لجن فاضلاب شهری بر شکل های معدنی فسفر و ارتباط آنها با قابلیت دسترسی فسفر در یك خاك آهکی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاك، سال هفدهم (شماره ۶۴)، صفحات ۳۳ تا ۴۲.

ملکوتی، م. ج. و ریاضی همدانی، س. ع. ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاك (تألیف تیسدل و نلسون)، چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

Aktar M., Mccallister D. L. and Eskridge K. M. ۲۰۰۲. Availability and fractionation of phosphorus in sewage sludge amended soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis ۳۳: ۲۰۵۷-۲۰۶۸.

Gee G. W. and Bauder J. W. ۱۹۸۶. Particle size analysis. In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۱ (۲th Ed.). The American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, pp. ۳۸۳-۴۱۱.

Holford I. C. R., Hird C and Lawrie R. ۱۹۹۷. Effect of animal effluents on the phosphorus sorption characteristic of soil. Australion Journal of Soil Research ۳۵: ۳۶۵-۳۷۴.

Jiang B. F. and Gu Y. C. ۱۹۸۹. A suggested fractionation scheme for inorganic phosphorus in calcareous soils. Fertilizer Research. ۲۰: ۱۵۹-۱۶۵.

Kuo S. ۱۹۹۶. Phosphorus. In: D. L. Sparks (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part ۳, Chemical properties. Soil Science Society of America. Madison, WI, pp. ۸۶۹-۹۲۰.

Li. X. Dong. C., Liu. Y., Shen.Q and Xu.Y. ۲۰۱۲. Interactive effects from combining inorganic and organice fertilisers on phosphorus availability.Soil Research.۵۰: ۶۰۷-۶۱۵.

Loeppert R. H. and Sparks D. L. ۱۹۹۶. Carbonate and Gypsum. In: D. L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Properties. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, pp. ۴۳۷-۴۷۴.

Malik M. A., Marschner P. and Khan K. S . ۲۰۱۲. Addition of organic and inorganic P sources to soil: effects on P pools and microorganisms. Soil Biology & Biochemistry ۴۹: ۱۰۶-۱۱۳.

Murphy J. and Rilley H. P. ۱۹۶۲. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta ۲۷: ۳۱-۳۶.

Nelson D. W. and Sommers L. E. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: sparka, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Soil Science Society of America. Madison, WI, pp. ۵۳۹-۵۷۹.

Olsen S. R. and Sommers L. E. ۱۹۸۲. Phosphorus. In: Klute A. (Ed), Methods of Soil Analysis. Part۱, chemical and biological properties. Soil Science Society of America. Madison, WI.

Rhodes J. D. ۱۹۹۶. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: D. L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Properties. Soil Science Socity of America. Madison, Wisconsin, pp. ۴۱۷-۴۳۵.

Schwartz, R. C. and T. H. Dao. ۲۰۰۵. Phosphorus extractability of soils amended with stockpiled and compostedcattle manure. J. Environ. Qual. ۳۴: ۹۷۰

Sumner M. E. and Miller W. P. ۱۹۹۶. Cation exchange capacity and exchange coefficient. In: D.L.Sparks (Ed.),Methods of soil analysis. Part ۳,chemical methods. SSSA, Madison, WI, pp. ۱۲۰۱-۱۲۰۳.

Thomas G. W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. In: D. L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Properties. Soil Science Society of America and America Socity of Agronomy. Madison, Wisconsin, pp. ۴۷۵-۴۸۳.

Abstract

To investigate the effect of inorganic fertilizers and sewage sludge on phosphorous fractination in two calcareous soils a factorial experiment done in a completely randomized design with three replications. The study consisted of three factors: sewage sludge (۰, ۲۵ and ۵۰ mg P. kg^{-1}), triple superphosphate fertilizer (۰, ۲۵ and ۵۰ mg P. kg^{-1}) and soil (fine and coarse texture), respectively. Soil samples incubated at ۲۵ ℃ for ۵ months. After that inorganic P fractionated by Jiang and Gu method.The results showed that inorganic and organic P were increased by adding chemical P fertilizer and sewage sludge aplication. Also the results shomed that sewage sludge is the source of P for sustainable agriculture.

مقایسه برخی از شاخص های کیفیت خاک در مدیریت های مختلف کشت نیشکر در منطقه هفت تپه، استان خوزستان

نرگس ملایی ۱، محسن نائل ۲، محسن شکل آبادی ۲،علی اکبر صفری سنجانی ۳، علی قاسمی پور [۴]
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۲- استادیار گروه خاکشناسی-۱ دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۳- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۴- مدیر مطالعات کاربردی نیشکر شرکت کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه

چکیده
تخریب خواص فیزیکی و حاصلخیزی خاك از مهم ترین مشکلات کشت و صنعت نیشکر در استان خوزستان، می‌باشد و هر ساله با افزایش مصرف کودهای شیمیایی، عملکرد زراعی نیشکر روند نزولی پیدا کرده است. با این وجود تخریب کیفیت خاك را می‌توان با عملیات مناسب زراعی و افزایش کربن آلی کاهش داد. این مطالعه به بررسی اثر دو روش کاشت نیشکر (یک ردیفه و دو ردیفه)، سن گیاه (یکساله و چندساله) و مکان نمونه برداری (جوی و پشته) بر مقدار کربن آلی و تنفس خاک سطحی (۳۰-۰ سانتی متر) در مزارع نیشکر هفت‌تپه که به مدت ۵۰ سال تحت کشت بوده‌اند می پردازد. نتایج نشان داد که، تیمار دو ردیفه چندساله دارای بیشترین و تیمار یک ردیفه و چندساله کمترین میزان کربن آلی را دارا می‌باشد. تنفس پایه در تیمارهای یک ردیفه چندساله، دو ردیفه در محل جوی، چندساله در محل جوی به طور معنی‌داری بیشتر از دیگر تیمارها بود.

واژه‌های کلیدی: نیشکر، کربن آلی خاک، تنفس پایه

مقدمه
با توجه به اهمیتی که خاک در ارتباط با تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان ایفا می‌کند، شناخت کلیه خصوصیات کیفیت خاک اعم از فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی وکانی شناختی مهم می‌باشد. از طرفی ارتباط قوی بین کشاورزی پایدار و کیفیت خاک وجود دارد. انتخاب نوع عملیات مدیریتی و بهره‌برداری از اراضی بایستی با در نظر گرفتن حفظ کیفیت خاک انجام گیرد (لال و همکاران، ۱۹۹۹). مدیریت صحیح کشاورزی و حفظ مواد آلی خاک، از جمله عوامل مهم در کشاورزی پایدار می‌باشد. مقدار ماده آلی خاک به دلیل این که خصوصیات شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی و فرآیندهای خاک را شدیدا تحت تاثیر قرار می‌دهد یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک محسوب می‌شود (سپاسینی و همکاران، ۲۰۰۴).
یکی از اهداف اصلی در مدیریت پایدار اراضی، شناسایی مدیریت‌هایی است که از یک سو سبب ارتقا کمّی و کیفی تولید در طولانی مدت شود و از سوی دیگر، سبب حفظ کیفیت خاك گردیده و منجر به تخریب اراضی نشوند (تروئه و همکاران، ۱۹۸۰). اجزای مختلف مواد آلی خاک از شاخص‌های مهم بیوشیمیایی کیفیت خاک محسوب می‌شوند (گریگوریج، ۱۹۹۴). اهمیت حفظ کربن در خاك، تنها جلوگیری از گرمایش زیست کره نمی‌باشد بلکه به واسطه نقش حیاتی کربن در کیفیت خاك و تأثیر چشم‌گیر آن بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاك، باید تدابیری برای کاهش هدررفت آن اندیشید. از این رو، شناخت عوامل تأثیرگذار بر کربن آلی خاك و درك چگونگی این فرایند ضروری به نظر می‌رسد. کربن آلی خاك به خاطر اثرات تعیین کننده بر خصوصیات فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاك مانند قدرت نگهداری آب و در دسترس قرار دادن آن، چرخه عناصر غذایی، رشد ریشه گیاه، شدت جریان گازها و حفاظت خاك نقش تعیین کننده‌ای بر پایداری کیفیت خاك، تولید محصول و کیفیت محیط زیست دارد) والن و چانگ ،۲۰۰۲). رومیگ و همکاران (۱۹۹۶) میزان سلامتی اراضی را براساس مقدار ماده آلی تعریف کردند. یانگ و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردندکه کربن به صورت مواد آلی در خاك ها ذخیره می‌شود اما این ذخایر توسط کاربری اراضی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این محققین نشان دادندکه عملیات زراعی و کشت و کار معدنی شدن مواد آلی را افزایش داده و باعث از دست رفتن کربن خاك شده است. این کاهش در طول ۱۵-۱۰ سال کشت و کار معنی‌دار است.
تنفس خاك یکی از قدیمی‌ترین پارامترهای تعیین فعالیت میکروبی در خاك است) کیفت و روساکر، ۱۹۹۱). تنفس خاك اکسایش مواد آلی توسط ریزجانداران هوازی و به دنبال آن خروج دی اکسیدکربن از خاك بوده و مشخص‌ترین علامت معدنی شدن ماده آلی و بقایای گیاهی در خاك توسط فعالیت میکروبی می‌باشد (کندی و همکاران، ۱۹۹۵). خاک می‌تواند مقادیر قابل توجهی کربن را از طریق فرایندهای طبیعی از جمله رسوب بستر، تجزیه وتنفس منتشر و یا ذخیره کند (ریچ ،۱۹۹۲). فعالیت میکروبی خاك که تنفس خاك مشخصی از آن است، نقش کلیدی در تجزیه مواد آلی بومی و همچنین بقایای افزوده شده به سطح خاك دارد)رایسی ، ۲۰۰۷). مقادیر بیشتر دی اکسیدکربن آزاد شده طی فرآیند تنفس، نشان دهنده فعالیت عمومی میکروب‌ها به ویژه فعالیت هتروتروف‌ها بوده و شاخصی برای تعیین بخش قابل معدنی شدن کربن آلی خاك محسوب می‌شود (نانی‌پیری(۱۹۹۰. توده زنده میکروبی خاك یکی از اجزا مهم ماده آلی خاك است که در تعدیل و تنظیم، تبدیل و ذخیره مواد غذایی نقش دارد. این ویژگی، ۱ تا ۵ درصد کل کربن و بیش از ۵ درصد کل نیتروژن خاك را شامل می‌شود (بوتتوملی، ۱۹۹۴). ذخیره کربن خاك (فانگ و مونسریف، ۲۰۰۵)، نوع پوشش گیاهی، کیفیت و کمیت سوبسترا، زیست توده و فعالیت میکروبی، مدیریت و کاربری اراضی به ویژه مصرف

کودها از جمله عواملی هستند که بر تنفس مؤثر مي‌باشند (دینگ و همکاران،۲۰۰۷). هدف این پژوهش بررسی تاثیر مدیریت های کشت مختلف نیشکر بر روی تغییرات بعضی از شاخص‌های کیفیت خاک از جمله تنفس پایه و کربن آلی کل خاک است.

:مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۲ در شرکت کشت و صنعت هفت‌تپه خوزستان اجرا گردید. این منطقه در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی بین دو رودخانه دز، در شرق، و کرخه، در غرب، دشت خوزستان قرار دارد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۴۲ تا ۸۲ متر است. به طورکلی این منطقه دارای آب و هوای نیمه‌مرطوب با میانگین بارندگی ۲۶۵ میلی‌متر مي‌باشد و درجه حرارت سالیانه آن به طور متوسط ۵۳ درجه سانتي‌گراد است.

تراکم بوته در واحد سطح یکی از عوامل مهم در کشت گیاهان زراعی است و همچنین رسیدن به تعداد بوته در واحد سطح با پوشش گیاهی متناسب با شرایط محیطی از قبیل عناصر غذائی و نور یکی در دست‌یابی به عملکرد مطلوب حائز اهمیت می‌باشد. کشت نیشکر در واحدهای هفت‌تپه معمولا دارای دو الگوی مدیریتی می‌باشد. در مدیریت نوع اول کشت دو ردیفه روی پشته و داخل فارو با فاصله مرکز به مرکز فاروها ۱۸۳ سانتیمتر انجام می‌گیرد در حالی که در مدیریت نوع دوم، کشت بصورت جوی، پشته و کشت در کف فارو انجام مي‌گیرد که در این روش فاصله مرکز به مرکز فاروها ۱۵۰ سانتیمتر است. تیمارهای آزمایشی مورد مطالعه شامل دو الگوی کاشت دو ردیفه با دوردیف گیاه بر روی پشته و تک ردیفه با يك ردیف گیاه در کف جوی بود. یکی دیگر از فاکتورهای مورد مطالعه این تحقیق سن گیاه می‌باشد، بدین منظور، نمونه برداری از گیاهان مزارع یکساله (تازه کشت شده) و چندساله (دوساله و سه‌ساله) به صورت ترکیبی و از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاك، در جوی و پشته و دو نوع مدیریت ذکر شده، در ۳ تکرار انجام شد. نمونه‌های خاك پس از هوا خشک شدن، برای اندازه گیری تنفس پایه از الک ۲ و برای اندازه‌گیری کربن آلی خاك از الک ۰.۵ میلی‌متر عبور داده شد. کربن آلی به روش هضم‌تر (والکی و بلک، ۱۹۳۴) تعیین شد.

جهت اندازه گیری تنفس میکروبی، مقدار ۵۰ گرم خاك تا حد ۶۰ درصد ظرفیت نگهداشت آب، مرطوب در ظرف پلاستیکی نیم‌لیتری ریخته شده، و در ظرف کوچکتری ۲۰ میلی لیتر سود NaOH ریخته و پس از هفت روز انکوباسیون در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد، میزان CO۲ آزاد شده اندازه گیری شد. این آزمایش بر پایه روش آیزرمایر[۱۸۵] انجام شد. CO_2 ناشی از تنفس میکروبی در سود ۰.۵ ((NaOH نرمال جمع آوری شده از طریق تیتراسیون با ۰.۲۵ HCl نرمال به مدت ۷ روز محاسبه شد. مقدار دي‌اکسید کربن تولید شده بر حسب میلي‌گرم در کیلوگرم خاک در روز برآورد شد (صفری سنجانی و همکاران، ۱۳۸۹).

:نتایج و بحث

تنفس خاك: تنفس پایه نشانی از کیفیت ماده آلی و میزان فعالیت میکروبی است. هر خاکی که مقدار تنفس پایه بالایی داشته باشد در نتیجه دارای فعالیت میکروبی بالا و همچنین بقایای با کیفیت بالا است که ریزجانداران بیشتری می‌توانند از آن بقایا بهره‌گیری کنند. با توجه به نتایج تجزیه واریانس، بین تیمارها سن گیاه و اثرات متقابل نوع کشت و سن گیاه در سطح ۰.۰۱ و همچنین اثرات متقابل نوع کشت و مکان نمونه‌برداری، و سن گیاه و مکان نمونه‌برداری در سطح احتمال ۰.۰۵ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. اما بین تیمار نوع کشت، مکان نمونه‌برداری و اثرات متقابل نوع کشت - سن گیاه - مکان نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این شاخص در تیمارهای یک ردیفه چندساله، دو ردیفه در محل جوی، چندساله در محل جوی به طور معنی‌داری بیشتر از دیگر تیمارها بود. با افزایش سن گیاه نیشکر بیوموس گیاه افزایش می‌یابد. در نتیجه میزان فعالیت میکروبی و همچنین ورود بقایای آلی به خاک و تراوشات ریشه‌ای افزایش می‌یابد. مقدار تنفس پایه در تیمارهای یک ردیفه یکساله، دو ردیفه در محل پشته، یکساله در محل جوی به طور معنی داری کمتر از دیگر تیمارها بود. گروگان و کاپین (۱۹۹۹) نشان دادند برداشت کامل بقایای روی زمین تنفس خاک را ۲۵ درصد کاهش و افزایش دو برابری بقایا ۲۰ درصد تنفس را افزایش مي‌دهد.

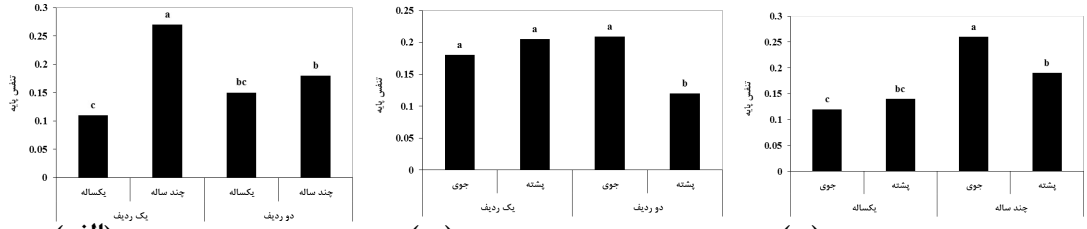
جدول ۱- تجزیه واریانس تنفس پایه ($mgCO_2\ kg^{-1}soil\ day^{-1}$)

منابع دگرگونی	درجه ازادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P
تیمار	۹	۱۳۶۰۵/۰	۰۱۵۱۱/۰	۲۰/۸	۰۰۰۳/۰
نوع کشت	۱	۰۰۴۸۵/۰	۰۰۴۸۵/۰ ns	۶۳/۲	۱۲۷۰/۰
سن گیاه	۱	۰۵۴۲۴/۰	۰۵۴۲۴/۰*	۴۱/۲۹	۰۰۱/۰
مکان نمونه برداری	۱	۰۰۶۵۴/۰	۰۰۶۵۴/۰ ns	۵۵/۳	۰۸۰۶/۰
نوع کشت*سن گیاه	۱	۰۲۹۶۸/۰	۰۲۹۶۸/۰*	۰۹/۱۶	۰۰۱۳/۰
نوع کشت* مکان	۱	۰۱۵۳۲/۰	۰۱۵۳۲/۰**	۳۱/۸	۰۱۲۱/۰
مکان نمونه برداری *سن گیاه	۱	۰۱۲۳۶/۰	۰۱۲۳۶/۰**	۷۰/۶	۰۲۱۴/۰
نوع کشت *سن گیاه * مکان نمونه برداری	۱	۰۰۰۸۹/۰	۰۰۰۸۹/۰ ns	۴۹/۰	۴۹۷۳/۰
تکرار	۲	۰۱۲۱۴/۰	۰۰۶۰/۰	۲۹/۳	۰۶۷۳/۰
خطا	۱۴	۰۲۵۸۲/۰	۰۰۱۸۴۴/۰		

[۱۸۵] Isermeyer

۱۶۱۸/۰	۲۳	کل

به ترتیب معنی دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار ns, ** ,*



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱ پیامد اثرات متقابل نوع کشت - سن گیاه(الف)، نوع کشت - مکان نمونه برداری(ب) و سن گیاه - مکان نمونه برداری(ج) بر تنفس پایه

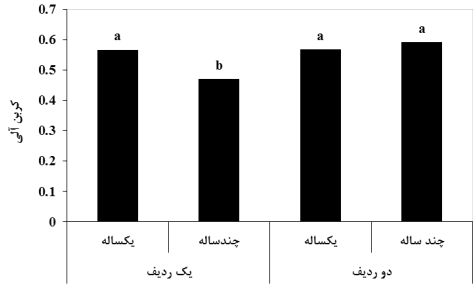
کربن آلی: کربن آلی خاک و بخش‌های آن که به مدیریت پاسخ می‌دهند به عنوان شاخص‌هایی برای اندازه‌گیری کیفیت خاک استفاده می‌شوند. این بخش‌های مواد آلی رشد گیاه را حمایت می‌کنند و روی بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاک‌ها تاثیر می‌گذارد (کمار و گاه، ۲۰۰۰). با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر تیمار نوع کشت و اثر متقابل نوع مدیریت و سن گیاه در سطح احتمال ۰.۰۱ ، کربن آلی را تحت‌تاثیر قرار دادند. اما تیمار سن گیاه و مکان نمونه‌برداری و همچنین اثرات متقابل نوع کشت - مکان نمونه‌برداری و سن گیاه - مکان نمونه‌برداری معنی‌دار نشد. با توجه به نمودار مقایسه میانگین (شکل ۱) تیمار دو ردیفه چندساله داری بیشترین (۰.۵۹درصد)، و کمترین میزان کربن‌آلی با میانگین (۰.۴۷ درصد) به تیمار یک‌ردیفه و چندساله تعلق گرفت. با توجه به اینکه مراحل آماده‌سازی زمین در روش کاشت تک‌ردیفه نسبت به دوردیفه بیشتر می‌باشد، می‌توان علت کم بود کربن آلی خاک در این نوع مدیریت را به حجم بالاتر شخم و عملیات آماده‌سازی زمین در این روش نسبت داد. بنابراین هرچه شدت و عمق شخم بیشتر شود و درنتیجه ماده آلی بیشتر در معرض اکسیژن هوا قرار گرفته و بیشتر و سریعتر تجزیه میشود. همچنین میتوان چنین نتیجهگیری کرد که کربن آلی در خاک، با پوشش گیاهی، بیوماس و اجزای آن رابطه مستقیم دارد.که در کشت دو ردیفه پوشش گیاهی بیشتر می‌باشد.

در بررسی بیش از ۵۰۰۰ نمونه خاك مزارع گندم استان خوزستان مشخص گردید که بیش از ۸۰ درصد این اراضی دارای کربن آلی کمتر از ۱ درصد بوده و لذا از نظر مواد آلی فقیر محسوب مي‌گردند (محی الدین،۲۰۱۲). اما با این وجود مقدار کربن آلی در اراضی تحت کشت نیشکر نسبت به بقیه کاربری‌ها در منطقه مورد مطالعه بیشتر بوده است، اما بسیار کمتر از حد استاندارد می‌باشد. علت آن، سوزاندن بقایای نیشکر پس از برداشت می‌باشد که باعث کاهش ماده آلی خاك و از بین رفتن موجودات خاکزی و در نتیجه کاهش پایداری ساختمان خاك می‌شود. این خاك‌ها به دلیل کشت وکار نیشکر طی چندسال (حدود ۱۵۰-۱۰۰ سال) دارای مقادیر بیشتری از مواد آلی نسبت به سایر خاک‌های منطقه می‌باشد. اگرچه مقدار ماده آلی در اراضی هفت تپه که نیشکر در آنها کشت می‌شد، نیز بالا بود، اما کمتر از مقادیر ماده آلی در خاك‌های تحت کشت نیشکر در کشت و صنعت کارون بوده است (قربانی و همکاران، ۲۰۱۳).

جدول۲- تجزیه واریانس ماده آلی کل

منابع دگرگونی	درجه ازادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P
تیمار	۹	۰۷۹۶/۰	۰۰۸۸/۰	۳۵/۲	۰۷۳۶/۰
نوع کشت	۱	۰۲۲۸/۰	۰۲۲۸/۰*	۰۷/۶	۰۲۷۳/۰
سن گیاه	۱	۰۰۷۵/۰	۰۰۷۵/۰ns	۰۲/۲	۱۷۷۵/۰
مکان نمونه برداری	۱	۰۱۰۷/۰	۰۱۰۷/۰ns	۸۴/۲	۱۱۴۰/۰
نوع کشت*سن گیاه	۱	۰۲۱۳/۰	۰۲۱۳/۰*	۶۵/۵	۰۳۲۲/۰
نوع کشت* مکان	۱	۰۱۱۳/۰	۰۱۱۳/۰ns	۰۰/۳	۱۰۵۲/۰
مکان*سن گیاه	۱	۰۰۰۰۰۷/۰	۰۰۰۰۰۷/۰ns	۰۰/۰	۹۶۶۱/۰
نوع کشت *سن گیاه * مکان	۱	۰۰۰۹/۰	۰۰۰۹/۰ns	۲۴/۰	۶۳۲۶/۰
تکرار	۲	۰۰۴۹/۰	۰۰۲۴/۰	۶۶/۰	۵۳۱۵/۰
خطا	۱۴	۰۵۲/۰	۰۰۳۷/۰		
کل	۲۳	۱۳۲/۰			

به ترتیب معنی دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار، *، ns**



شکل۲ پیامد اثر متقابل نوع کشت- سن گیاه بر میزان کربن آلی

ترشحات گیاهی در مراحل مختلف رشد گیاه و حضور ریشه گیاه در این بخش می‌تواند تغییر چشم‌گیری در کربن آلی خاك ایجاد نماید (عامری خواه و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین ساقه‌های نسوخته، بقایای کلش نسوخته و ریشه‌ها می‌تواند منبع مهمی از مواد آلی افزوده شده به خاك باشد (قربانی و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین با اعمال مدیریت صحیح در جهت افزایش پوشش گیاهی و افزایش بیوماس میتوان مقدار کربن آلی خاک را افزایش داد.

منابع

بهشتی آل آقا، ع. رئیسی، ف. گلچین، ا. ۱۳۹۰. تأثیر تغییر کاربری اراضی از مرتع به زمین زراعی بر شاخص‌های میکروبیولوژیکی و بیوشیمیایی خاك. نشریه آب و خاك (علوم و صنایع کشاورزی)- جلد ۲۵ ، شماره ۳، مرداد - شهریور ۱۳۹۰ ،ص.-۵۴۸ ۵۶۲

قربانی، ز. جعفری ، س. خلیل مقدم، ب. ۱۳۹۲. اثرات خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاك های با کاربری ه ای مختلف بر پایداری خاك دانه ها در بعضی از اراضی استان خوزستان. نشریه مدیریت خاك و تولید پایدار جلد سوم، شماره دوم، ۵۱-۲۹.

Amerikhah, H., Chorom, M., Landi, A., and Jafari, S. ۲۰۱۰. Application of DNDC model for estimating greenhouse carbon gases emission as effect of changing landuse in south of Ahwaz. J. Agric. Engin. Crop, Soil Agric. Machin. ۳۳: ۱. ۱-۱۴.

Bollag and G. Stotzky (Eds.), Soil Biochemistry, vol. ۶. Marcel Dekker, New York, USA, pp. ۲۹۳-۳۶۶.

Bottomley P.J. ۱۹۹۴. Microbial Biomass. In: Chair R.W.W., Angle S., Bottomley P., Bezdick D., Smith S., Tabatabai M.A. and Wollum A. Method of Soil Analysis, Part ۲. Soil Science Society of America. USA. pp: ۷۵۳-۷۷۳.

Ding, W., Meng, L., Yin, Y., Cai, Z., and Zheng, X. ۲۰۰۷. CO۲ emission in an intensively cultivated as affected by long-term application of organic manure and nitrogen fertilizer. Soil Biol. Biochem. ۳۹: ۶۶۹-۶۷۹.

Fang, C., and Moncrieff, J.B. ۲۰۰۵. The variation of soil microbial respiration with depth in relation to soil carbon composition. Plant Soil, ۲۶۸: ۲۴۳-۲۵۳.

Gresorich, E. G. Corter, M. R., Angers. D. A., Monreal, C. M., Ellert, B. H. (۱۹۹۴). Towards a minimum data set to assess soil organic matter. Quality in agricultural soils Can, J. Soil Sci. ۷۴: ۳۶۷-۳۸۵.

Kennedy A.C., and Papendick R.I. ۱۹۹۵. Microbial characteristics of soil quality. Soil and Water Conservation journal ,۵۰:۲۴۳-۲۴۸.

Kieft, T.L., and Rosacker, L.L. ۱۹۹۱.Application of respiration and adenylatebased soil microbiological assay to deep subsurface terrestrial sediments. Soil Biol. Biochem. ۲۳: ۵۶۳-۵۶۸.

Lal, R., Mokma, D. and Lowery, B. ۱۹۹۹. Relation between soil quality and erosion, In: Lal, R., (eds.). Soil Quality and Soil Erosion, ۳۹-۵۶, Soil and Water Conservation Society and CRC Press, Boca Raton.

Nannipieri P., Ceccanti B., and Grego S. ۱۹۹۰. Ecological significance of the biological activity in soil. In a semiarid ecosystem biology and fertility of soils, ۴۳:۷۶-۸۲۰.

Raich JW, and Schlesinger WH, ۱۹۹۲. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. Tellus, Series B - Chemical and Physical Meteorology, ۴۴(۲): ۸۱-۹۹.

Raiesi F., and Asadi E. ۲۰۰۶. Soil microbial activity and litter turnover in native grazed and ungrazed rangelands in a semiarid ecosystem. Biology and Fertility of Soils, ۴۳: ۷۶-۸.

Romig, D.E., Garlynd, M.J. and Harris, R.F. ۱۹۹۶. Farmer-based assessment of soil quality: a soil health scorecard, P ۳۹-۶۰, In: Doran, J.W., A.J. Jones (eds.), Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America, Special Publication, No. ۴۹.

spaccini ,R,J.S.C.Mbagwu, C.A. Igwe, p.conte and A.piccolo.۲۰۰۴.carbohydrat and aggregation in lowland soils of nigeria as influenced by organic input. Soil Till Res.۷۵:۱۶۱-۱۷۲.

Troeh, F.R., Hobbs, J.A., and Donahue, R.L. ۱۹۸۰. Soil and Water Conservation for Productivity and Environmental Protection. ۲nd ed, Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

Whalen, J.K., and Chang, C. ۲۰۰۲. Macroaggregate characteristics for sustainable land use in Danangou catchment of the Loess Plateau, China, Catena, ۵۴: ۱۷-۲۹.

Young, R., Wilson, R. and Mcleod, M. ۲۰۰۵. Carbon storage in the soils and vegetation of contrasting land uses in northern New South Wales, Australia. Aust. J. Soil. Res. ۴۳: ۲۱-۳۱.

Abstract

Mechanised ugarcane cultivation in the form of sugarcane plantation and industy, has a long history in Khuzestan province. Degradation of soil physical properties and foil fertility are the most important problems of these agroecosystems, and each year, despite the increased use of chemical fertilizers, sugarcane yield shows a decreasing trend. However, soil quality degradation can be reduced with proper farming managements which incorporate more organic matter to the soil. This study examined the effects of two sugarcane planting patterns (one-row and two-row), age of the plant (one year and at least ۳ year) and two sampling places (furrow and basin) on the amount of organic carbon and basal respiration in surface soil (۰-۳۰ cm) of fields under ۵۰ years of sugarcane cultivation. The highest soil respiration and organic carbon were observed in four-year-old plantation and two-row planting pattern, respectively.

اثر کاربرد نانوکود بیولوژیک در کاهش اثر سوء تنش آبی بر عملکرد و درجه سبزینگی اسفناج در یک خاک آهکی

لیلا زارع [۱]، عبدالمجید رونقی [۲]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
در مناطق خشک و نیمه خشک، کمبود آب از مهم‌ترین عوامل موثر در کاهش عملکرد و جذب عناصر غذایی توسط گیاهان می‌باشد. لذا امکان دارد استفاده از کودهای مناسب اثرات سوء تنش آبی بر گیاه را کاهش داده و دستیابی به عملکرد بالا را سبب شود. به منظور مطالعه اثر نانوکود بیولوژیک در کاهش اثر سوء تنش آبی بر درجه سبزینگی و عملکرد اسفناج در یک خاک آهکی، آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل (۴×۳) و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۴ سطح نانوکود بیولوژیک (۰، ۰/۵/۲، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و سه سطح تنش آبی (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه) بود. نتایج نشان داد که کاربرد نانوکود بیولوژیک تحت شرایط تنش آبی به دلیل بهبود فراهمی عناصر غذایی خاک، سبب افزایش معنادار درجه سبزینگی و وزن خشک اندام هوایی اسفناج در مقایسه با تیمار شاهد شد و اثر سوء تنش آبی را بر رشد گیاه اسفناج کاهش داد.

واژه های کلیدی: نانوکود بیولوژیک، تنش آبی، اسفناج، درجه سبزینگی، وزن خشک.

مقدمه
مفهوم تنش در گیاه عبارت است از تاثیر منفی و شدید تعداد زیادی از عوامل زنده یا غیرزنده موجود در محیط زیست، که بر رشد طبیعی گیاه اثر گذاشته و منجر به اختلال در روند تولید ماده خشک و کاهش عملکرد شود (فیشر و وود، ۱۹۸۹). در میان عوامل محدود کننده طبیعی رشد گیاهان، کمبود آب مهمترین عاملی است که به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان به طرق مختلف سبب محدودیت کاشت و کاهش عملکرد محصولات غذایی می‌شود. محدودیت منابع آبی، توزیع نامناسب بارش سالیانه در طول فصل‌های مختلف سال و عدم مدیریت صحیح منابع موجود، سبب افت شدید عملکرد در مناطق فوق الذکر می‌شود (ایاک، ۱۹۹۶). با بهره‌گیری از فناوری نانو در طراحی و ساخت نانوکودها، فرصت‌های جدیدی به منظور افزایش راندمان مصرف عناصر غذایی و به حداقل رساندن هزینه‌های حفظ محیط زیست ایجاد شده است. نانوکودها راندمان مصرف زیادی دارند و می‌توانند به صورت مطلوب در محل مناسبی از ناحیه رشد ریشه عناصرغذایی خود را آزاد کنند و در نتیجه از بروز پدیده مردابی شدن آب‌های ساکن و همچنین آلودگی آب آشامیدنی، جلوگیری به عمل خواهد آمد (نادری و دانش شهرکی، ۱۳۸۹). مطالعات بر روی کودهای آلی نانو نشان داد که این کودها نسبت به کودهای شیمیایی که معمولا در مزارع استفاده می‌شود، سبب افزایش کمی و کیفی محصول از طریق جذب و انحلال آلاینده‌های زیست محیطی مانند دی‌اکسیدکربن، نیتروژن (نیتراتی و آمونیومی) و نیتریت شده و اثر وجود آهن در این کود در چرخه تنفسی گیاهان، ممکن است اثرات قابل توجهی به عنوان یک عامل افزایش اکسیژن در محیط زیست و چرخه‌های زیستی، علاوه بر افزایش عملکرد داشته باشد. علاوه بر این، این نوع کودها حامل سایر عناصر مانند گوگرد، منیزیم و عناصر کم مصرف مانند آهن، روی و بور است که به طور کامل با محیط زیست سازگار هستند. در این کودها عناصر کم‌مصرف به شکل‌های قابل دسترس و مفید برای گیاهان است (موسی‌پور و همکاران، ۲۰۱۳). جمال‌پور (۱۳۹۳) در پژوهشی بر روی سیب زمینی (رقم آگریا) نشان داد که کاربرد نانو کود بیولوژیکی در ترکیب با کودهای شیمیایی نیتروژنی و فسفری باعث بهبود ویژگی های کمی و کیفی سیب زمینی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌شود. طاهونه ساز مقدم (۱۳۹۲) نیز بیان داشت که مصرف خاکی همراه با محلولپاشی نانوکود پتاسیم، می‌تواند به عنوان راهکار علمی به‌زراعی برای تعدیل اثر منفی تنش شوری بر گیاه نخود مدنظر باشد. در مطالعه‌ایی که غفاری و همکاران (۲۰۱۳) به منظور بررسی اثر منابع مختلف آهن بر عملکرد گندم در مزرعه انجام دادند، مشخص شد که بیشترین میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کل محتوی کلروفیل، مربوط به تیمار نانواکسید آهن بود. عملکرد بیولوژیکی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت نیز با مصرف نانواکسید آهن افزایش یافت.
با توجه به نقش موثر نانوکودها بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان به‌ویژه در شرایط تنش آبی و با توجه به اینکه مطالعات اندکی در این زمینه صورت گرفته است، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کاربرد نانوکود بیولوژیک در کاهش اثر سوء تنش آبی بر درجه سبزینگی و وزن خشک گیاه اسفناج در یک خاک آهکی طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها
جهت انجام این تحقیق، مقدار کافی خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک آهکی سری دانشکده (Fine, mixed, mesic, Typic, Calcixerepts) واقع در منطقه باجگاه (شیراز) جمع‌آوری شد. پس از هوا خشک کردن خاک و عبور از الک دو میلی‌متری

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مطابق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (جدول ۱). نانوکود بیولوژیک (چند منظوره بیوزر) نیز در آزمایشگاه بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز تجزیه شیمیایی شد (جدول ۲).

آزمایش به صورت فاکتوریل (۳×۴) و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح نانوکود بیولوژیک (۰، ۵/۲، ۵ و ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک معادل ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح رطوبت خاک (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه (FC)) بود. بر اساس نتایج آزمون خاک عناصر غذایی مورد نیاز برای جلوگیری از کمبود احتمالی به خاک‌ها به صورت یکنواخت اضافه شد. در هر گلدان ۶ بذر اسفناج در عمق مناسب کاشته و رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. هنگامی که ارتفاع گیاهان به حدود ۱۰ سانتی‌متر رسید، تعداد دانهال‌ها به ۳ عدد کاهش یافت و سپس سطوح نانوکود بیولوژیک چند منظوره به گلدان‌ها اضافه شدند (براساس توصیه شرکت سازنده کود). از آن زمان به بعد آبیاری به صورت روزانه با رساندن رطوبت به مقادیر ذکر شده در تیمارهای رطوبتی خاک، انجام شد. قبل از برداشت گیاهان، کلروفیل (درجه سبزی اندام هوایی گیاهان) با استفاده از کلروفیل متر دستی (SPAD ۵۰۲) قرائت شد. ۸ هفته بعد از جوانه زنی، کل گیاه از محل طوقه قطع و پس از شستشو با آب مقطر، در دمای ۶۵ درجه سیلسیوس در آون تا رسیدن به وزن ثابت خشک و سپس توزین شدند. تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده به وسیله‌ی نرم افزار SAS و مقایسه ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

خاک	نیتروژن کل(%)	فسفر قابل استفاده (Mg/Kg)	اهن (Mg/Kg)	روی (Mg/Kg)	مس (Mg/Kg)	منگنز (Mg/Kg)	بافت	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	کربنات کلسیم معادل %
سری دانشکده	۱۳/۰	۱۲	۲/۵	۳۶/۰	۸۱/۰	۶/۱۵	رسی-سیلتی	۷۴/۰	۸/۷	۳۸

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی نانوکود بیولوژیکی

ویژگی شیمیایی	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل استفاده (Mg/Kg)	غلظت آهن (Mg/Kg)	غلظت روی (Mg/Kg)	غلظت منگنز (Mg/Kg)	غلظت مس (Mg/Kg)	EC نسبت (۱:۵ کود به آب) ($dS\ m^{-1}$)	pH(۱:۵ کود به آب)
نانوکود بیولوژیکی	۱۱/۱	۱۳۷۵	۲۲۴۷	۲۵۳۴۰	۲۸۰	۹/۲۷	۹/۲۷	۴۵/۶

نتایج و بحث

الف) درجه سبزینگی گیاه اسفناج

نتایج داده‌های مربوط به اثر کاربرد نانوکود بیولوژیکی تحت تنش آبی بر اعداد قرائت شده توسط کلروفیل‌متر در جدول ۳ نشان داد که افزایش سطح نانوکود بیولوژیکی (نانوکود) سبب افزایش معنی‌دار اعداد قرائت شده توسط کلروفیل‌متر (کلروفیل) در اسفناج شد. بیشترین میانگین غلظت کلروفیل مربوط به تیمار ۱۰ میلی‌گرم نانوکود در کیلوگرم خاک بود که به میزان ۱۷ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. هرچند با سطح ۵ میلی‌گرم تفاوت معناداری از نظر آماری نداشت. پرساد و همکاران (۲۰۱۲) در کاربرد منابع روی (نانواکسید روی و سولفات روی) بر بادام زمینی، بیشترین میزان کلروفیل برگ را در کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم نانو اکسید روی در کیلوگرم خاک مشاهده کردند.

افزایش سطح تنش آبی نیز میانگین غلظت کلروفیل برگ اسفناج را به طور معناداری افزایش داد (جدول ۳). بدین ترتیب که در تنش آبی ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه میانگین غلظت کلروفیل به ترتیب ۶/۲۱ و ۲/۵ درصد بیشتر از تیمار شاهد (بدون تنش آبی) بود. با افزایش تنش خشکی میزان کلروفیل برگ کاهش، ولی نسبت کلروفیل a/b افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد افزایش این نسبت، سبب تیره شدن برگ‌ها و افزایش عدد کلروفیل‌متر می‌شود (صالحی و همکاران، ۱۳۸۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر برهمکنش سطوح کود و تنش آبی بر میانگین غلظت کلروفیل (اعداد قرائت شده توسط کلروفیل‌متر) معنی‌دار نبود، اما در هر

یک از سطوح بدون تنش آبی و تنش آبی ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه، کاربرد ۱۰ میلی‌گرم نانوکود به ترتیب سبب افزایش ۲۳ درصدی، ۱۹ درصدی و ۱۴ درصدی میانگین غلظت کلروفیل گیاه اسفناج نسبت به تیمار شاهد در همان سطح از تنش شد.

جدول ۳- اثر تنش آبی و کاربرد نانوکود بیولوژیک بر اعداد قرائت شده توسط کلروفیل‌متر در برگ اسفناج

سطوح رطوبتی (درصد ظرفیت مزرعه)	نانوکود بیولوژیکی (میلی‌گرم در کیلوگرم)				میانگین
	۰	۵/۲	۵	۱۰	
۱۰۰	۲/۴۰* e	۳/۴۵ c	۵/۴۹ b	۱/۴۹ b	**۰/۴۶ C**
۸۰	۱/۴۴ c	۹/۴۴ c	۶/۵۲ b	۸/۵۱ b	**۴/۴۸ B**
۶۰	۴/۵۲ b	۰/۵۳ b	۶/۵۹ a	۰/۵۹ a	**۰/۵۶ A**
میانگین	**۶/۴۵ B**	**۷/۴۷ B**	**۹/۵۳ A**	**۳/۵۳ A**	

در هر ردیف یا ستون اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.* .اثرات اصلی با حروف بزرگ نشان داده شده است

ب) وزن خشک اندام هوایی اسفناج

داده‌های مربوط به اثر کاربرد نانوکود بیولوژیکی (نانوکود) تحت تنش آبی بر وزن خشک اندام هوایی اسفناج در جدول ۴نشان داده شده است. افزایش سطوح نانوکود بیولوژیکی (نانوکود) سبب افزایش معنی‌دار میانگین وزن خشک اندام هوایی اسفناج شد. بدین ترتیب که بیشترین میانگین وزن خشک اندام هوایی اسفناج در تیمار ۵ میلی‌گرم نانوکود در کیلوگرم خاک مشاهده شد که به میزان ۱۶ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. هرچند با تیمار ۱۰ میلی‌گرم نانوکود از نظر آماری تفاوت معناداری نداشت. پرساد و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی بر روی بادام زمینی، بالاترین وزن خشک غلاف را در کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم نانو اکسید روی در کیلوگرم خاک مشاهده کردند که نسبت به کاربرد کود شیمیایی ۳۰ NPK، درصد افزایش معنادار داشت. دروسا و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که استفاده از نانوکودها به دلیل قرار گرفتن ذرات نانو بر سطوح ریشه و جذب توسط گیاه، سبب افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شوند.

بررسی نتایج نشان داد که با افزایش سطوح تنش آبی، میانگین وزن خشک اندام هوایی اسفناج به طور معناداری کاهش یافت (جدول ۴). میانگین وزن خشک اندام هوایی اسفناج در سطوح تنش آبی ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه به ترتیب ۲۵ و ۵۲ درصد نسبت به تیمار شاهد کمتر بود. یکی از زیانبارترین اثرات تنش خشکی ایجاد اختلال در روند جذب و تجمع عناصر غذایی است که علاوه بر تلفات کود، باعث کاهش عملکرد می‌گردد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۷). اثر برهمکنش سطوح کود و تنش آبی بر میانگین وزن خشک اندام هوایی اسفناج معنی‌دار نبود اما در هریک از سطوح تنش آبی (بدون تنش آبی، ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه) کاربرد نانوکود بیولوژیک سبب کاهش اثر سوء تنش آبی بر عملکرد اسفناج شد.

جدول ۴- اثر تنش آبی و کاربرد نانوکود بیولوژیک بر وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان) اسفناج

سطوح رطوبتی (درصد ظرفیت مزرعه)	نانوکود بیولوژیکی (میلی‌گرم در کیلوگرم)				میانگین
	۰	۵/۲	۵	۱۰	
۱۰۰	۳۵۳/۸ * b	۷۵۳/۸ ab	۳۵۷/۹ a	۳۷۳/۹ a	**۹۵۹/۸ A**
۸۰	۱۳۰/۶ d	۶۶۷/۶ cd	۰۷۰/۷ c	۰۳۳/۷ c	**۷۲۵/۶ B**
۶۰	۶۲۳/۳ f	۲۶۳/۴ e	۶۵۷/۴ e	۶۲۷/۴ e	**۲۵۳/۴ C**
میانگین	**۰۳۶/۶ C**	**۵۶۱/۶ B**	**۰۲۹/۷ A**	**۰۱۱/۷ A**	

در هر ردیف یا ستون اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.* .اثرات اصلی با حروف بزرگ نشان داده شده است

به طور کلی نتایج نشان داد کاربرد نانوکود بیولوژیک تحت شرایط تنش آبی (احتمالا به دلیل قرار گرفتن ذرات نانو در نزدیکی ریشه و احتمال جذب بیشتر توسط گیاه) سبب افزایش غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه و در نتیجه بهبود عملکرد اسفناج شد و اثرات سوء تنش آبی را بر گیاه کاهش داد . با توجه به اینکه در مناطق خشک و نیمه خشک، تنش آبی یکی از مهمترین تنش های محیطی محسوب می‌شود و از زیانبارترین اثرات آن ایجاد اختلال در روند جذب عناصر غذایی است که علاوه بر تلفات کود، باعث کاهش عملکرد نیز می‌گردد، بنابراین استفاده از نانوکودها می‌تواند راهکار مناسبی برای مدیریت تغذیه گیاه به ویژه در شرایط تنش محیطی باشد.

منابع

جمال‌پور، س. ۱۳۹۳. تاثیر نانو کود بیولوژیک (بیوزر) در مقایسه با کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی رقم آگریا. پایانامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی.

صالحی، م.، ع. ر. کوچکی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۲. میزان نیتروژن و کلروفیل برگ به عنوان شاخصی از تنش خشکی در گندم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱، شماره ۳، صفحات: ۲۰۴-۱۹۹.

طاهونه ساز مقدم، ز. ۱۳۹۲. اثر نانو کود پتاسیم بر خصوصیات رشدی نخود در شرایط تنش شوری. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی سبزوار.

علیزاده، الف.، الف. مجیدی و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۷. تاثیر تنش خشکی و میزان نیتروژن خاك بر جذب عناصر غذایی در ذرت رقم ۷۰۴. مجله پژوهش در علوم کشاورزی، جلد چهارم، شماره ۱، صفحات: ۵۹ تا ۵۱.

نادری، م. ر. و ع. ر. دانش شهرکی. ۱۳۸۹. نانوکودها و نقش آنها در پایداری کشاورزی. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود. ۱۲-۱۰ اسفند ۱۳۸۹ تهران. هتل المپیک.

DeRosa, M. R., C. Monreal, M. Schnitzer, R. Walsh and Y. Sultan. ۲۰۱۰. Nanotechnology in fertilizers. National Nanotechnology Journal. ۵, ۹۱.

Eack, H. V. ۱۹۹۶. Effect of water deficit on yield and yield components and efficiency of irrigated corn. Agronomy Journal, ۷۸: ۱۰۸۳-۱۰۸۹.

Fischer, R. A. and J. T. Wood. ۱۹۷۹. Drought resistance in spring wheat cultivars. III. Yield associations with morpho-physiological traits. Australian Journal of Agricultural Research. ۳۰(۶): ۱۰۰۱ - ۱۰۲۰.

Ghafari, H. and J. Razmjoo. ۲۰۱۳. Effect of foliar application of nano-iron oxidase, iron chelate and iron sulphate rates on yield and quality of wheat. International Journal of Agronomy and Plant Production. ۴ (۱۱):۲۹۹۷-۳۰۰۳.

Moosapoor, N., S. M. Sadeghi and S. Bidarigh. ۲۰۱۳. Effect of boron nanofertilizer and chelated iron on the yield of peanut in province of guilan, iran. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences. ۳ (۴), pp.۴۵-۶۲.

Prasad., T. N. V. K. V., P. Sudhakar, Y. Sreenivasulu, P. Latha, V. Munaswamy, K. Raja Reddy, T. S. Sreeprasad, P. R. Sajanlal and T. Pradeep. ۲۰۱۲. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition, ۳۵:۹۰۵-۹۲۷.

Abstract

Water shortage in arid and semi-arid regions is the most important factor in the reduction of crops yield and nutrient uptake by plants. Therefore, application of appropriate fertilizers may mitigate the detrimental effects of water stress on yield . In order to study the Influence of Nano-bio fertilizer application on the mitigation of detrimental effect of water stress on dry matter yield (DMY) and chlorophyll meter readings (SPAD units) of spinach in calcareous soil, a greenhouse experiment was conducted. The experiment was a factorial ۴×۳ arranged in a completely randomized design with three replications. The treatments consisedt of four nano-bio frtilizer levels (۰, ۲.۵, ۵ and ۱۰ mg kg^{-1}soil) and three moisture levels (۱۰۰, ۸۰ and ۶۰ % of field capacity (FC)). Results showed that application of nano-bio fertilizer under water stress conditions significantly increased spinach DMY and chlorophyll meter readings (due to the improved nutrients availability in soil) compared to the control and mitigated the detrimental effects of water stress on spinach growth.

اثر بقایای گندم یا یونجه بر کاهش اثر سوء کادمیم بر جذب عناصر پرمصرف در ذرت

شهرزاد کرمی [1] ، عبدالمجید رونقی [2]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲-استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
جذب، متابولیسم، و نقش عناصر ضروری مانند نیتروژن و فسفر، در شرایط تنش خشکی و سمیت فلزات سنگین در مقایسه با شرایط مطلوب متفاوت است. به منظور بررسی اثر برهمکنش کادمیم و بقایای گندم یا یونجه بر جذب کل برخی عناصر پرمصرف به‌وسیله ذرت آزمایشی گلخانه‌ای بصورت فاکتوریل ۳×۳×۲ شامل ۲ نوع بقایا (گندم و یونجه)، در ۳ سطح (صفر، ۱، و ۲ درصد وزنی) و سه سطح کادمیم (۵، ۱۵، و ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و در سه تکرار انجام شد. افزایش سطوح بقایای گندم، سبب افزایش معنی‌دار جذب پتاسیم توسط ذرت شد. وزن خشک اندام هوایی و جذب کل نیتروژن و فسفر به‌وسیله اندام هوایی ذرت با کاربرد بقایای یونجه در مقایسه با بقایای گندم بیشتر بود. کاربرد بقایای گندم یا یونجه اثرات سوء کادمیم بر جذب فسفر اندام هوایی ذرت را کاهش داد و بقایای یونجه نسبت به بقایای گندم برتری داشت.

واژه های کلیدی: آلودگی کادمیم، بقایای آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم

مقدمه
کادمیم یک عنصر غیرضروری و سمی است که در جذب و انتقال آب و چندین عنصر غذایی (مانند پتاسیم، فسفر، آهن، و روی) در گیاه دخالت می‌کند (کاباتا پندیاس و پندیاس، ۲۰۰۱). کادمیم مانع تکثیر سلولی می شود و به همین دلیل بر رشد و عملکرد گیاه تأثیر منفی می‌گذارد. اثرات منفی کادمیم بر جذب نیتروژن به‌وسیله گیاه گزارش شده است (صفرزاده، ۲۰۱۲). کادمیم جذب نیترات و انتقال آن از ریشه‌ها به اندام ه وایی را از طریق ممانعت از فعالیت نیترات رداکتاز کاهش می‌دهد (بناویدز و همکاران، ۲۰۰۵).(اثرات متفاوتی از عنصر کادمیم بر فسفر (P) و جذب آن به‌وسیله گیاه گزارش شده است (یانگ و همکاران، ۱۹۹۸؛ ابوالکاشم و کاوای، ۲۰۰۷). برهمکنش این دو عنصر در ارقام مختلف برنج و در غلظت‌های مختلف متفاوت است (صفرزاده، ۲۰۱۲).
کودهای آلی حاوی مقادیر زیادی عناصر کم مصرف و پر مصرف هستند که سبب بهبود رشد گیاه می شوند. علاوه بر آن این کودها مناسب ترین راه برای احیای خاک های فقیر از نظر ماده آلی به شمار می روند (طبیبیان و همکاران، ۲۰۱۲). میزان کادمیم قابل دسترس به شدت تحت تأثیر پ-هاش خاک و به خصوص حضور عوامل کلاته کننده می‌باشد. اله دادی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که خصوصیات خاك و رشد و عملکرد گیاه ذرت با افزایش میزان کمپوست بهبود یافت و قابلیت هدایت الکتریکی خاك را افزایش داد ولی با گذشت زمان قابلیت هدایت الکتریکی خاك به دلیل آبشویی و کاهش غلظت املاح کاهش یافت. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثر افزودن سطوح مختلف بقایای گندم و یونجه بر وزن ماده خشک ذرت و جذب کل نیتروژن، فسفر، و پتاسیم به‌وسیله اندام هوایی ذرت در یک خاک آهکی آلوده به کادمیم بود.

مواد و روش‌ها
آزمایش در گلخانه بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمون فاکتوریل ۳×۳×۲ شامل ۲ نوع بقایا (گندم و یونجه)، در ۳ سطح (صفر، ۱، و ۲ درصد وزنی) و سه سطح کادمیم (۵، ۱۵، و ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و در سه تکرار انجام شد. مقدار کافی خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی متری) سری کوی اساتید دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز جمع آوری و پس از خشک کردن در هوا از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد. ترکیب شیمیایی خاک و بقایای گندم و یونجه قبل از انجام آزمایش تعیین شد. پتاسیم بقایا به روش شعله سنجی، فسفر قابل استفاده با روش زرد و عصاره‌گیر آمونیوم مولیبدات و آمونیوم وانادیت (چاپمن و پرت، ۱۹۶۱) و نیتروژن کل به روش میکرو کلدال (برمنر، ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد (برخی از ویژگی‌های بقایا در جدول ۱ آورده شده است). به هر گلدان (۳ کیلوگرمی) تیمارهای بقایای آلی افزوده و با توجه به آزمون خاک، ۲۵ میلیلیتر از محلول‌های دارای غلظت‌های مناسب فسفر از منبع منوکلسیم فسفات، نیتروژن از منبع اوره و در سه قسط مساوی، منگنز، روی، و مس از منبع سولفاتی، آهن از منبع سکوسترین آهن به ترتیب به میزان ۲۰، ۲۲۵، ۱۰، ۱۰، ۵/۲، و ۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک به گلدان‌ها افزوده شد و سپس با کادمیم از منبع سولفات کادمیم تیمار گردید. رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی (۱۸ درصد وزنی) و با روش توزین روزانه نگه داشته شد. سپس در هرگلدان ۶ عدد بذر ذرت (رقم HIDO) کشت و پس از دو هفته و استقرار کامل گیاه، تعداد گیاهان به سه عدد دانهال در هر گلدان تقلیل داده شد. پس از ۸ هفته گیاهان از انتهای ساقه کمی بالاتر از سطح خاک جدا

شده و پس از شستشو با آب مقطر، در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک و وزن شد. عناصر موجود در اندام هوایی ذرت با استفاده از روش‌های ذکر شده برای بقایا، اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- برخی از ویژگی های بقایای گندم و یونجه

بقایا	N	C	C/N	P	K
	(درصد)			($mg\ kg^{-1}$)	
یونجه	۲/۱	۱۵	۹/۱۲	۵۰۰	۵۰۰
گندم	۸/۰	۶۲	۵/۷۷	۶۶۲	۲۷۰۰

نتایج و بحث

جذب نیتروژن: داده های جدول ۲ نشان می‌دهد که در خاک تیمار شده با بقایای گندم، به دلیل کاهش وزن ماده خشک با افزایش سطوح کادمیم کاربردی، و افزایش غلظت نیتروژن در گیاه (اثر تجمعی) و در نتیجه ثابت ماندن حاصلضرب وزن ماده خشک در غلظت نیتروژن اندام هوایی (در اینجا گزارش نشده است)، کاربرد سطوح مختلف کادمیم اثر معنی‌داری بر میانگین جذب کل نیتروژن اندام هوایی ذرت نداشتند اما با افزودن سطوح مختلف بقایای گندم، میانگین جذب کل نیتروژن به‌وسیله اندام هوایی ذرت نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری یافت. در خاک تیمار شده با بقایای یونجه نیز همانند بقایای گندم، کاربرد سطوح مختلف کادمیم اثر معنی‌داری بر میانگین جذب کل نیتروژن اندام هوایی ذرت نداشت اما با افزودن سطوح ۱ و ۲ درصد بقایای یونجه، میانگین جذب کل نیتروژن به‌وسیله اندام هوایی ذرت نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری یافت که دلیل آن عمدتاً کاهش غلظت بوده زیرا تغییر معنی داری در وزن خشک ذرت مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۲- اثر نوع و سطوح بقایای آلی، و سطوح کادمیم بر برخی ویژگی های اندازه گیری شده

بقایای آلی	سطوح کادمیم ($mg.kg^{-1}$)			سطوح بقایای آلی (درصد وزنی)			میانگین اثر بقایا
	۵ (شاهد)	۱۵	۲۵	بدون بقایا (شاهد)	۱	۲	
	وزن خشک اندام هوایی ذرت ($g\ pot^{-1}$)						
گندم	۱/۱۳ BC	۶/۱۲ C	۱/۱۲ C	۷/۱۳ A	۸/۱۳ A	۳/۱۰ B	۶/۱۲ B
یونجه	۴/۱۴ A	۸/۱۳ AB	۷/۱۳ AB	۷/۱۳ A	۹/۱۳ A	۳/۱۴ A	۹/۱۳ A
	جذب کل نیتروژن به‌وسیله اندام هوایی ذرت ($mg\ pot^{-1}$)						
گندم	۲۴۲ B	۲۴۴ B	۲۵۰ B	۳۰۶ A	۲۵۸ C	۱۷۲ E	۲۴۵ B
یونجه	۲۷۹ A	۲۶۹ A	۲۶۷ A	۳۰۶ A	۲۸۳ B	۲۲۶ D	۲۷۲ A
	جذب کل فسفر به‌وسیله اندام هوایی ذرت ($mg\ pot^{-1}$)						
گندم	۳/۱۸ AB	۶/۱۶ B	۹/۱۸ AB	۴/۲۳ A	۷/۱۶ BC	۸/۱۳ C	۹/۱۷ B
یونجه	۱/۲۱ A	۰/۱۹ AB	۴/۱۹ AB	۴/۲۳ A	۳/۱۸ B	۹/۱۷ B	۸/۱۹ A
	جذب کل پتاسیم به‌وسیله اندام هوایی ذرت ($mg\ pot^{-1}$)						
گندم	۱۹۷ A	۱۹۷ A	۲۰۲ A	۱۷۷ BC	۲۳۳ A	۱۸۸ B	۱۹۹ A
یونجه	۱۷۴ B	۱۷۱ B	۱۵۹ B	۱۷۷ BC	۱۶۹ CD	۱۵۸ D	۱۶۸ B

مقایسه کاربرد بقایای گندم و یونجه نشان می‌دهد که میانگین جذب کل نیتروژن به‌وسیله اندام هوایی ذرت کشت شده در خاک تیمار شده با بقایای یونجه نسبت به خاک تیمار شده با بقایای گندم بطور معنی‌داری بیشتر بود (۸/۱۰ درصد) (جدول ۲). میرزایی و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که کاربرد کودهای آلی سبب افزایش ماده آلی خاک شده و معدنی شدن این مواد سبب افزایش نیتروژن خاک و در نتیجه افزایش جذب نیتروژن به‌وسیله گیاه می‌شود. با توجه به کمتر بودن نسبت C/N در بقایای یونجه (۹/۱۲) نسبت به بقایای گندم (۵/۷۷) (جدول ۱) سرعت تجزیه بقایای یونجه بیشتر بوده و سبب فراهمی بیشتر نیتروژن برای گیاه شده است.

جذب فسفر: در خاک تیمار شده با بقایای گندم، کاربرد سطوح مختلف کادمیم اثر معنی‌داری بر میانگین جذب کل فسفر اندام هوایی ذرت نسبت به سطح شاهد (سطح ۵ میلی‌گرم کادمیم در کیلوگرم خاک) نداشت اما با افزودن سطوح ۱ و ۲ درصد بقایای گندم، میانگین جذب کل فسفر اندام هوایی ذرت نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد بقایای گندم یا یونجه) کاهش معنی‌داری یافت. در خاک تیمار شده با بقایای یونجه نیز کاربرد سطوح مختلف کادمیم اثر معنی‌داری بر میانگین جذب کل فسفر اندام هوایی ذرت نسبت به سطح ۵ میلی‌گرم کادمیم در کیلوگرم خاک نداشت اما با افزودن سطوح مختلف بقایای یونجه، میانگین جذب کل فسفر اندام هوایی ذرت نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۲).

مقایسه کلی اثر کاربرد بقایای گندم و یونجه نشان می‌دهد که میانگین جذب کل فسفر به‌وسیله اندام هوایی ذرت کشت شده در خاک تیمار شده با بقایای یونجه نسبت به خاک تیمار شده با بقایای گندم بطور معنی‌داری بیشتر بود (۵/۱۰ درصد) (جدول ۲). اسوارپ (۱۹۸۲) گزارش کرد کاربرد کود دامی سبب کاهش قابلیت استفاده فسفر و جذب آن در برنج شده است.

جذب پتاسیم: در خاک تیمار شده با بقایای گندم، کاربرد سطوح مختلف کادمیم و سطح ۲ درصد بقایای گندم اثر معنی‌داری بر میانگین جذب کل پتاسیم اندام هوایی ذرت نسبت به سطح شاهد نداشت اما با افزودن ۱ درصد بقایای گندم، میانگین جذب کل پتاسیم اندام هوایی ذرت نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری یافت. در خاک تیمار شده با بقایای یونجه، کاربرد سطوح مختلف کادمیم و سطح ۱ درصد بقایای یونجه اثر معنی‌داری بر میانگین جذب کل پتاسیم اندام هوایی ذرت نسبت به سطح شاهد نداشت اما با افزودن ۲ درصد بقایای یونجه، میانگین جذب کل پتاسیم اندام هوایی ذرت نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۲). در هر دو نوع بقایا سطوح ۲ درصد سبب کاهش جذب کل پتاسیم نسبت به سطح یک درصد شده و اثرش روی افزایش پتاسیم برعکس شده که می‌تواند به دلیل تجزیه کمتر در مدت زمان دو ماه باشد. مقایسه کلی اثر کاربرد بقایای گندم و یونجه نشان می‌دهد که میانگین جذب کل پتاسیم به‌وسیله اندام هوایی ذرت کشت شده در خاک تیمار شده با بقایای یونجه نسبت به خاک تیمار شده با بقایای گندم بطور معنی‌داری کمتر بود (۶/۱۵ درصد) (جدول ۲). با توجه به نتایج جدول ۱ بقایای گندم از نظر پتاسیم (۲۷۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بقایا) نسبت به بقایای یونجه (۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بقایا) غنی تر هستند و در نتیجه طبیعی است جذب کل پتاسیم در خاک تیمار شده با بقایای گندم بیشتر باشد. نتایج همبستگی بین سطوح بقایای افزوده شده و کادمیم و ویژگی‌های مختلف اندازه‌گیری شده در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- ضرائب همبستگی بین سطوح بقایای افزوده شده و کادمیم و ویژگی‌های مختلف اندازه‌گیری شده

ویژگی اندازه‌گیری شده	جذب کل نیتروژن اندام هوایی ذرت	جذب کل فسفر اندام هوایی ذرت	جذب کل پتاسیم اندام هوایی ذرت	سطوح بقایا	سطوح کادمیم
وزن خشک اندام هوایی گیاه	۶۴۹/۰**	۴۵۱/۰**	۰۳۲/۰ ns	۳۵۲/۰-**	۲۱۱/۰-ns
جذب کل نیتروژن اندام هوایی ذرت		۶۹۱/۰**	۰۱۴/۰ ns	۸۶۹/۰-**	۰۱۲/۰- ns
جذب کل فسفر اندام هوایی ذرت			۰۳۸/۰- ns	۵۸۸/۰-**	۰۴۴/۰- ns
جذب کل پتاسیم اندام هوایی ذرت				۰۵۰/۰-ns	۰۷۳/۰-ns

به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد ns و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است و *

داده های جدول ۳ نشان می‌دهد که همبستگی مثبت و معناداری بین وزن خشک اندام هوایی گیاه و میزان جذب فسفر و نیتروژن در سطح ۱ درصد وجود دارد و جذب کل نیتروژن و فسفر نیز همبستگی مثبت و معناداری دارند. افزایش سطوح بقایای گندم یا یونجه همبستگی معکوس و معناداری با وزن خشک اندام هوایی ذرت و جذب کل نیتروژن و فسفر داشت اما سطوح کادمیم در این مقادیر (۵-۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) بکار برده شده تأثیر معناداری بر وزن خشک ذرت و جذب عناصر پرمصرف توسط ذرت نداشت که نشان می‌دهد کاربرد ذرت در شرایط آلودگی محدود کادمیم می‌تواند موثر واقع شود.

نتایج تجزیه واریانس اثر نوع و سطوح بقایای آلی، و سطوح کادمیم بر ویژگی‌های اندازه گیری شده در جدول ۴ نشان داده شده است. اثرات اصلی نوع و سطح بقایا بر تمامی ویژگی های اندازه گیری شده معنادار بود درحالیکه سطوح کادمیم کاربردی بر هیچ یک از ویژگی ها تأثیر معناداری نداشت. اثر دوتایی نوع و سطح بقایا بر تمامی ویژگی ها بجز جذب کل نیتروژن در سطح یک درصد معنادار بود اما اثر دوتایی سطح بقایا و سطوح کادمیم کاربردی تنها بر جذب کل نیتروژن اندام هوایی ذرت مؤثر بود. اثرات سه گانه نوع و سطوح بقایای آلی و سطوح کادمیم بر جذب کل فسفر در سطح یک درصد و بر جذب کل پتاسیم در سطح ۵ درصد معنادار بود.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر نوع و سطوح بقایای آلی، و سطوح کادمیم بر ویژگی های مختلف اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن خشک	جذب کل نیتروژن اندام هوایی ذرت	جذب کل فسفر اندام هوایی ذرت	جذب کل پتاسیم اندام هوایی ذرت
نوع بقایا	۱	۳۲/۲۵ **	۳۴/۴۸ *	۲۳/۲۱۱ **	۱۲۹۷۹ **
سطح بقایا	۲	۵۵/۱۳ **	۴۵/۲۸۱ **	۴۰/۱۸ **	۷۳/۴۰۷۵ *
کادمیم	۲	۴۶/۳ ns	۱۵/۱۸ ns	۱۹/۱ ns	۴۴/۱۱۹ ns
نوع بقایا × سطح بقایا	۲	۳۶/۲۳ **	۳۳/۱۹ ns	۲۸/۵۹ **	۴۲/۴۶۰۰ *
نوع بقایا × کادمیم	۲	۱۴/۰ ns	۳۴/۷ ns	۸۸/۴ *	۶۵/۴۶۶ ns
سطح بقایا × کادمیم	۴	۱۵/۱ ns	۷۰/۹۳ **	۶۲/۰ ns	۹۳/۴۶ ns
نوع بقایا × سطح بقایا × کادمیم	۴	۳۹/۰ ns	۴۶/۲ ns	۴۸/۴ **	۰۹/۶۹۶ *
خطا	۳۷	۱۰۰/۱	۷۵۰/۱۰	۰۴۰/۱	۹۲/۲۴۱
کل	۵۴	...	...	...	...

منابع

Abul Kashem M.D. and Kawai S. ۲۰۰۷. Alleviation of cadmium phytotoxicity by magnesium in Japanese mustard spinach. Soil Science and Plant Nutrition. ۵۳: ۲۴۶-۲۵۱.

Allahdadi I., Memari A., Akbari G.A. and Lotfifar O. ۲۰۱۱. Effect of different amounts of municipal solid waste compost on soil properties and nutrient concentration and growth of corn yield. Journal of Plant Products Technology (Agricultural Research). ۱۱(۱): ۸۳-۹۷.

Benavides M.P., Gallego S.M. and Tomaro M.L. ۲۰۰۵. Cadmium toxicity in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology. ۱۷: ۲۱-۳۴.

Bremner J.M. ۱۹۹۶. Nitrogen total. In: Methods of Soil Analysis. D. L. Sparks et al. (eds.) part III, ۳rd ed. American Society of Agronomy. Inc., Madison, WI. Pp: ۱۰۸۵-۱۱۲۲.

Chapman H.D., and Pratt D.F. ۱۹۶۱. Methods of Analysis for Soil, Plant, and Water. University of California Division of Agric Science. Pp: ۱۶۹-۱۷۰.

Kabata-Pendias A. and Pendias H. ۲۰۰۱. Cadmium. In: Trace Elements in Soils and Plants, ۳rd ed. Kabata-Pendias A., and Pendias H. (eds.). CRC Press. Pp: ۱۴۳-۱۵۷.

Mirzaei R., Kambozia J., Sabahi H. and Mahdavi۱ A. ۲۰۰۹. Effect of different organic fertilizers on soil physicochemical properties, production and biomass yield of tomato (*Lycopersicon esculentum L.*). Journal of Iranian Field Crop Research. ۷(۴): ۲۵۷-۲۶۸.

Safarzadeh S. ۲۰۱۲. Cadmium retention in soils and its uptake and translocation in some rice cultivars as affected by cadmium sulfate and cadmium-enriched sewage sludge application. Ph.D. thesis, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Swarp A. ۱۹۸۲. Availability of iron, manganese, zinc, and phosphorus in a submerged sodic soil as affected by amendments during the growth period of rice crop. Plant and Soil. ۶۶: ۳۷-۴۳.

Tabibian B., Hoodaji M. and Yazdani N. ۲۰۱۲. Residual effects of organic fertilizers on chemical properties of soil and lead concentration. The ۱th International and the ۴th National Congress on Recycling of Organic Waste in Agriculture, Isfahan, Iran.

Yang M.J., Lin X.Y. and Yang X.E. ۱۹۹۸. Impact of cadmium on growth and nutrient accumulation of different plant species. Chinese Journal of Applied Ecology. ۹: ۸۹-۹۴.

Abstract

Uptake, metabolism, and function of essential nutrients such as nitrogen (N) and phosphorus (P) are different under water stress and toxicity of heavy metals compared to optimum conditions. In order to study interaction effects of cadmium (Cd) and wheat or alfalfa residues on macronutrients uptake by corn, a greenhouse experiment was conducted in a factorial ۲×۳×۳ arranged in a completely randomized design. Treatments consisted of two types of organic residues (wheat and alfalfa) in three levels (۰, ۱, and ۲% by weight) and three levels of Cd (۵, ۱۵, and ۲۵ mg $kg^{-۱}$) with three replications. Increasing levels of wheat residues significantly increased uptake of potassium (K) in corn aerial parts. Corn dry matter yield and N and P uptake by corn shoots, with application of alfalfa residues, was higher compared to those by wheat residues application. Application of wheat or alfalfa residues mitigated detrimental effects of Cd on concentration and uptake of P by corn shoots and alfalfa residues was superior to wheat residues.

بررسی جذب کادمیوم از محلول‌های آبی توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده

بتول ذاکری

چکیده

حذف ترکیبات سمی از محیط زیست بسیار مهم است. فرآیند جذب سطحی به عنوان یک روش موثر وکارا برای حذف فلزات سنگین از پساب ها در نظر گرفته شده است. کارآیی این روش بستگی به انتخاب جاذب مناسب دارد. در این مطالعه، مدل سازی ایزوترم های جذب یون های کادمیوم از محلول های آبی بررسی شده است. نمونه‌های اصلاح شده با سود یک نرمال و دو نرمال سرباره ذغال سنگ حاصل از معدن ذغال سنگ شهرستان زرند استان کرمان به‌عنوان جاذب در نظر گرفته شد. از محلول فلزی کادمیوم با غلظت های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر به‌عنوان عنصر جذب شونده استفاده گردید. نتایج نشان داد داده های آزمایش ازهر دو مدل لانگ‌مویر و فروندلیچ تبعیت می‌کنند. با افزایش غلظت کادمیوم راندمان جذب کاهش و ظرفیت جذب افزایش یافته است. بنابراین این جاذب می‌تواند به‌عنوان جاذبی مناسب جهت حذف کادمیوم از محلول‌های آبی مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: جذب سطحی، کادمیوم، سرباره ذغال سنگ

مقدمه

رشد روز افزون بشر، صنایع تولیدی،ماشینی شدن و استفاده از سموم وکودها به منظور بالا بردن سطح زیر کشت محصولات منجر به افزایش آلودگی‌های محیط زیست و منابع طبیعی از جمله آب‌ها شده است.این آلودگی‌ها شامل فلزات سنگین و سمی حاصل از پساب کارخانه‌ها و صنایع تولیدی می‌باشند که اثرات خطرناکی در بدن موجودات زنده به جای می‌گذارند.فلزات سنگین از جمله رایج‌ترین آلاینده‌هایی هستند که در پساب فاضلاب های صنعتی دیده می شوند. این فلزات نسبت به تجزیه مقاوم اند از این جهت نیاز به روش هایی برای حذف ویا جداسازی آن‌ها از محلول آبی است. یکی از این فلزات کادمیوم است که از طریق فاضلاب صنایع وارد منابع آب شده‌و باعث آسیب های کبدی، ریوی، عصبی، فشار خون، نقص جنینی، سرطان زایی و جهش زایی و...می‌شود. منابع اصلی آلودگی کادمیم شامل منابع انسانی و منابع طبیعی می‌باشد. به طور طبیعی سالانه حدود ۲۵۰۰۰ تن کادمیم وارد محیط می‌شود که در اثر هوازدگی سنگ ها،آتش سوزی جنگل‌ها،آتشفشان‌ها، فعالیت بشر، شیرابه زباله های صنعتی، کودهای فسفاته و ... می‌باشد.روش‌هایی که برای حذف این فلزات مورد مطالعه قرار گرفته شامل، رسوبدهی با هیدروکسید یا سولفید، اسمز معکوس، تعادل یونی، الکتروفلوتاسیون، روش‌های بیولوژیکی و جذب روی مواد جاذب می‌باشد که مورد آخر یعنی فرایند جذب نسبت به روش‌های دیگر مورد توجه بسیاری قرار گرفته است و نتایج مثبت زیادی در این زمینه به دست آمده است. تاریخچه مطالعه جذب در تصفیه آب و فاضلاب سابقه طولانی (۱۸۸۳ در آمریکا) دارد. جذب، یک روش فیزیکی با مزیت هایی مانند: راندمان بالا، مقرون به صرفه بودن، طبیعی، آسان و قابل دسترس می‌باشد و به طور کلی یک گزینه کارآمد در مقابل بقیه روش‌ها می باشد. هر جامدی که تمایل به جذب محیط سیال روی سطحش را داشته باشد جاذب است.جذب بیشتر به صورت غیر انتخابی عمل می‌کند. جاذب‌ها دارا منشاهای معدنی،آلی و بیولوژیکی می‌باشند. جاذب‌های مختلف ومتنوعی برای جذب کادمیم از محلول های آبی صورت گرفته است. Li-Huawang,Chun-I Lin (۲۰۰۸)، از خاکستر پوست برنج برای جذب عناصر سنگین استفاده نمودند و دریافتند خاکستر پوست برنج(۹۸درصدجذب)، نسبت به کربن فعال جاذب بهتری برای فلز کادمیم می‌باشد. Neubauer و همکاران)۲۰۰۰) نشان دادند، سیدروفر دس فری اکسامین بی، جذب کادمیم را روی مونت موری لونایت تشدید کرد ولی از جذب این عنصر روی کائولینایت جلوگیری می‌کند. شیروانی و همکاران (۲۰۰۶)، افزایش جذب کادمیم را روی دو نوع کانی مهم خاک‌های مناطق خشک ونیمه خشک (سپیولایت و پالگورسکایت) در حضور سیدروفر را گزارش کردند. قربانی و یونسی (۱۳۸۷) جذب زیستی یون‌های کادمیم از محلول آبی با استفاده از بیومس ساکارومایسس سرویسیه در مقایسه با تحقیقی که آبیار و همکاران از باکتری اکروموباکتر به عنوان جاذب یون‌های کادمیوم استفاده کرده اند به نتیجه بهتری رسیدند که جلبک ها دارای کارایی جذب بالاتری نسبت به قارچ و باکتری ها می‌باشند. معتمدی و همکاران (۱۳۹۳) دریافتند نانورس جاذب بسیار خوبی برای حذف کادمیم از محیط‌های آبی حتی در غلظت‌های بالا می باشدآن‌ها بیان کردند که با افزایش pH و زمان تماس راندمان جذب افزایش یافته و در ۲۰ دقیقه اول به حداکثر خود می‌رسد که افزایش زمان بعداز این تأثیری بر جذب ندارد. اکافور و همکاران در سال ۲۰۱۲ در نیجریه حذف کادمیم از محلول‌های آبی توسط پوست آناناس انجام دادند.در مطالعه ای توسط پاتل در سال ۲۰۱۳ در هند، حذف کادمیم از محلول های آبی توسط دو نوع پوسته نخود فرنگی و برنج انجام گرفت. سعیدی و همکاران (۱۳۸۸) جذب کادمیم توسط ذغال ساخته شده از پوست گردو و بادام را بررسی نمودندآن‌ها دریافتند، بیشترین میزان حذف کادمیم مربوط به کربن پوست گردو و به میزان ۹۸ درصد بود. جاودانی و همکاران (۲۰۱۳) روی خاکستر ذغال سنگ کار کردند و دریافتند که کانی زئولایت سنتز یافته از ذغال سنگ به میزان ۸۴% از کادمیم را به خود جذب کرده بود.

در این پژوهش برای اولین باراز جاذب سرباره ذغال سنگ به منظور حذف یون های کادمیم از محلول‌های آبی استفاده شد.

مواد وروش ها

یک نمونه سرباره ذغال سنگ از ضایعات کارخانه ذغال سنگ واقع در شهرستان زرند تهیه شد. بعد از اطمینان از خالص بودن آن از هر گونه عنصر سنگین،با آسیاب پودر شده و سپس از الک ۲۳۰ مش عبور داده شد.

محلول مادر (۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) از نمک کادمیوم تهیه گردد و سپس از این محلول، محلول‌های مورد نیاز ساخته شدند. در این روش ۱/۰ گرم از جاذب‌ها با ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده با غلظت مشخص بعد از انتقال به لوله‌های سانتریفیوژ (فالکون)، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان ۲۴ ساعت شیک خواهند شد. پس از تعادل، محلول‌ها سانتریفیوژ شده و بعد از صاف کردن محلول رویی، مقدار کادمیوم جذب شده از تفاوت بین غلظت اولیه این عناصر و غلظت نهایی موجود در محلول محاسبه شد. در این آزمایش از یک شاهد که در واقع تیمار بدون سرباره است نیز استفاده می‌گردد. برای هر سطح، یک نمونه شاهد بدون جاذب هم لازم است. هر آزمایش در سه تکرار انجام خواهد گرفت. غلظت‌ها توسط دستگاه جذب اتمیک اندازه‌گیری شدند. برای مدل سازی ایزوترم جذب یون‌های کادمیوم از مدل‌های لانگ‌مویر و فروندلیچ استفاده شد. مدل ایزوترم جذب لانگ‌مویر مربوط به جذب تک لایه‌ای است و فرض می‌شود مکان‌های سطح جاذب دارای انرژی یکسانی می باشند معادله لانگ‌مویر بصورت زیر می باشد:

$$qe = (qm * b * Ce)/(1 + bCe) \quad (۱)$$

که دراین رابطه q_e مقدار یون‌های جذب شده ((mg/gr
q_m بیشنه ظرفیت جذب یون‌های جذب شده((mg/gr
b ثابت تعادلی جذب لانگ‌مویر ((mg/gr
C_e غلظت تعادلی یون‌های فلزی ((mg/l

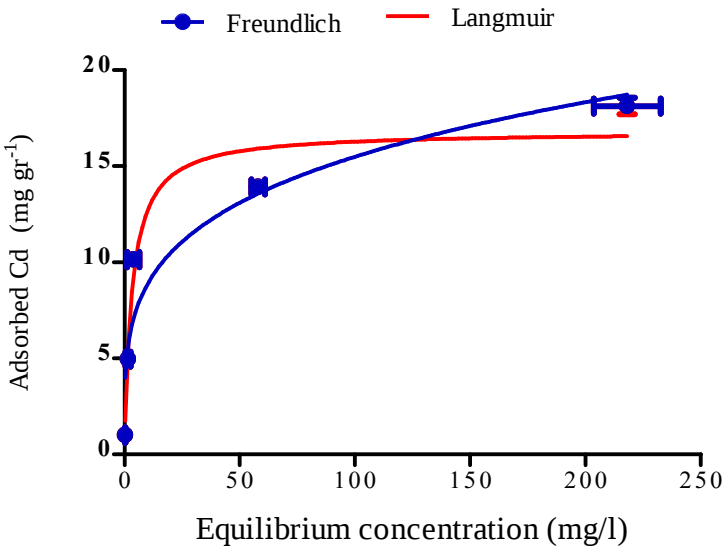
ایزوترم جذب چند لایه برای سطوح ناهمگن توسط معادله ایزوترم فروندلیچ بصورت رابطه :

$$Qe=K_f.Ce^{1/n} \quad (۲)$$

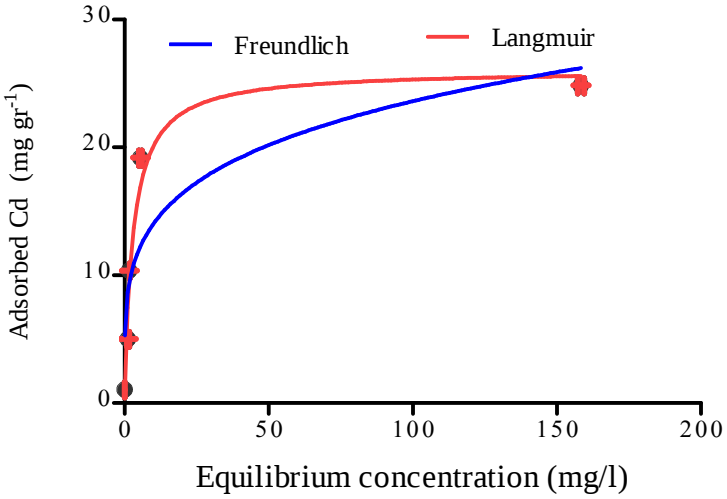
که: Ceغلظت تعادلی یونهای فلزی ((mg/l
Qeمقدار یونهای جذب شده ((mg/gr
K_F و n ثابت های فروندلیچ و به ترتیب شاخص‌های ظرفیت شدت جذب می باشند.

نتایج و بحث

داده‌های جذب تعادلی یون‌های کادمیم با ایزوترم‌های جذب لانگ‌مویر و فروندلیچ مطابقت دارند (شکل ۱ و شکل ۲). بهترین مدل جذب برای سرباره اصلاح شده با سود یک نرمال مدل لانگ‌مویر بوده که دارای ضریب همبستگی ۹۵/۰ وکمترین (۴/۱) SEE می‌باشد.همچنینداده‌های جذب کادمیوم در حضور سرباره اصلاح شده با سود دو نرمال با مدل لانگ‌مویر برازش بهتری پیدا کردند (R^2=۹۶/۰) و (SEE=۱.۸۴۳). در فرآیند جذب، غلظت اولیه یون های کادمیم نقش مهمی برای غلبه بر مقاومت انتقال جرم بین فاز مایع و فاز جامد را به عهده دارند. با زیاد شدن غلظت تا ۴۰۰ شدت جذب به تدریج کم شده و به مقدار ثابتی رسیده است. بنابراین همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می شود، مقدار جذب یون‌های کادمیوم با افزایش غلظت کاهش می یابد به طوریکه ظرفیت جذب سرباره با افزایش غلظت کادمیوم در محلول افزایش یافته اما با روند کاهشی.

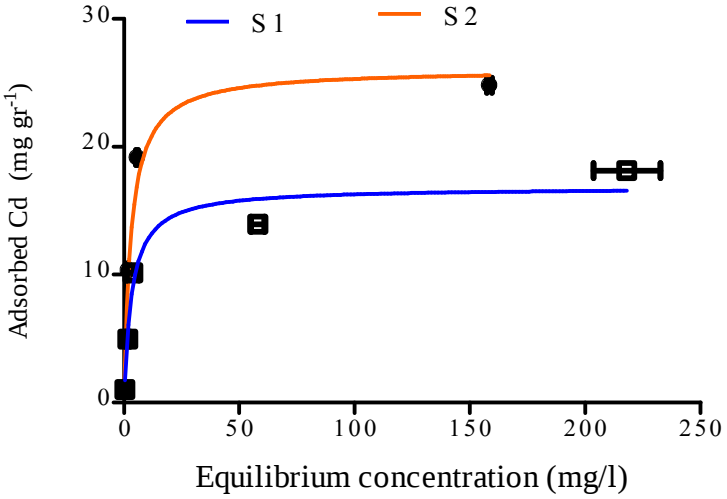


شکل ۱ - همدماهای جذب لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۱ نرمال



شکل ۲ - همدماهای جذب لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۲ نرمال

در شکل شماره ۳ مقایسه ای بین تاثیر نرمالیته سود بر جذب کادمیوم صورت گرفته است. بررسی فرایند جذب کادمیوم ابتدا در حضور سرباره بدون اصلاح کردن صورت گرفت. نتایج نشان‌دهنده جذب خیلی کم کادمیوم توسط این نمونه بود. بنابراین به منظور تغییر در ساختار سلولی سرباره و رسیدن به یک ساختار با دوام با ظرفیت جذب بالا برای فلز کادمیوم از سود ۱ نرمال و ۲ نرمال استفاده شد. نتایج نشان داد هر چه غلظت محلول سود بیشتر باشد تخریب سطح جاذب آشکارتر و قدرت جذب بالاتری خواهد داشت. نتایج نشان داد، حداکثر ظرفیت جذب سرباره ذغال سنگ یک نرمال برای کادمیم در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر، ۸۱/۱۶ میلی گرم در گرم بوده و حداکثر ظرفیت جذب در سرباره دو نرمال در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم، ۰۶/۲۶ ، میلی گرم بر گرم بوده است.



شکل ۳- مقایسه همدمای جذب لانگمویر برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۱ نرمال و ۲ نرمال

نتیجه گیری

سرباره ذغال سنگ از قابلیت بالایی برای حذف وجذب عنصر کادمیوم از محلول‌های آبی برخوردار است.

منابع

سعیدی،م. جمشیدی،ا. عابسی،ع. و بیات،ج. ۱۳۸۸. جذب کادمیم محلول از آب توسط زغال ساخته شده از پوست گردو و بادام ومقایسه آن با کربن فعال گرانولی .فصلنامه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب، دوره ۲۰، شماره ۲، صفحه‌های ۱۶ تا ۲۲.

قربانی،ف. و یونسی، ح. ۱۳۸۷. جذب زیستی یون‌های کادمیم از محلول‌های آبی با استفاده از بیوماس ساکاروماسیس سرویسیه. مهندسی آب و فاضلاب، جلد ۶۸، صفحه‌های ۳۳ تا ۳۹.

معتمدی، ف.، معضد، ه.، جعفرزاده حقیقی‌فرد، ن. و امیری، م. ۱۳۹۳. بررسی سینتیک و ایزوترم جذب کادمیم از محلول‌های آبی توسط نانورس‌ها. فصلنامه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب، دوره ۲۵، شماره ۳، صفحه‌های ۱۱۸ تا ۱۲۶.

Abyar H., Safahieh A., Zolgharnein H. and Zamani I. ۲۰۱۲.Cadmium biosorption by Achromobacter piechaudii isolated from Persian Gulf sediments. Jornal of Oceanography, ۳(۱۰),۱۹-۲۵.

Javadian H.,Ghorbani F., Tayeby H. and Hosseini S.M. ۲۰۱۴. Study of the adsorption of Cd (II) from aqueous solution using zeolite-based geopolymer, synthesized from coal fly ash; kinetic, isotherm and thermodynamic studies.Arabian Journal of Chemistry, ۲: ۱-۱۳.

Neubauer U., Nowack B., Furrer G. and Schulin R. ۲۰۰۰. Heavy metal sorption on clay minerals affected by the siderophoredesferrioxamine B. Environmental Science and Technology, ۳۴: ۲۷۴۹-۲۷۵۵.

Okafor P., Okon P., Daniel E. andEbenso E. ۲۰۱۲.Adsorption Capacity of Coconut (Cocosnucifera L.) Shell for Lead, Copper, Cadmium and Arsenic from Aqueous Solutions.Int. J. Electrochemical Science, ۷: ۱۲۳۵۴-۶۹.

Patel, K.P., Tank, S., Patel, K.M. and Patel, P. ۲۰۱۳.Removal of Cadmium and Zinc ions from aqueous solution by using two types of husks. APCBEE Procedia, ۵: ۱۴۱-۱۴۴.

Shirvani M., Shariatmadari H., Kalbasi M., Nourbakhsh F. and Najafi B. ۲۰۰۶. Sorption of cadmium on palygorskite, sepiolite and calcite: Equilibria and organic ligand affected kinetics Colloids and Surfaces A, ۲۸۷: ۱۸۲-۱۹۰.

Wang L.H. and Lin C.I. ۲۰۰۸. Adsorption of chromium (III) ion from aqueous solution using rice hull ash. Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers, ۳۹: ۳۶۷-۳۷۳.

Abstract

Removal of toxic compounds from the environment is very important. The efficiency of this method depends on the selection of appropriate absorbent. In this study, the modeling of adsorption isotherms of cadmium ions from aqueous solutions has been investigated. Modified samples of coal ash with ۱N and ۲N NaOH was selected as

absorbent from coal mining of Zarand city, Kerman province. Then, metal solution of Cd with concentrations of ۱۰, ۵۰, ۱۰۰, ۲۰۰, ۳۰۰ and ۴۰۰ mg/l was used as absorbed element. The results showed that data were fit with Langmuir and Freundlich models. With increasing concentrations of Cd, the absorption efficiency decreased and the absorption capacity increased. Thus, the absorbent can be used as an suitable absorbent for the removal of Cd from aqueous solutions.

بررسی اثر کود شیمیایی و ورمی کمپوست بر برخی خصوصیات رشدی گیاه عدس در شرایط دیم

صمد عبدی [۱]، مریم بیرانوند [۲]، محمد فیضیان [۳]
۱-دانشجوی دکتری علوم خاک گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر رفسنجان، ۲-کارشناس ارشدسابق زراعت گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد، ۳-استادیارگروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

چکیده
به منظور بررسی اثر کود شیمیایی و ورمی کمپوست بر برخی خصوصیات رشدی گیاه عدس در شرایط دیم یک تحقیق مزرعه ای در قالب طرح کاملا تصادفی در شهرستان خرم آباد اجرا گردید. تیمارها شامل کود شیمیایی به صورت فسفات آمونیم (۲۴ کیلو گرم در هکتار)، ورمی کمپوست (۳۶۳۶ کیلو گرم در هکتار)، اعمال توام ورمی کمپوست و کودهای شیمیایی و تیمار شاهد (بدون مصرف کود)بود. در شرایط آزمایش نتایج نشان داد که کود شیمیایی و کود زیستی بر روی ارتفاع ساقه ی اصلی اثر معنی داری در سطح یک درصد دارند و حداکثر ارتفاع ساقه ی اصلی از تیمار مصرف تلفیق کود شیمیایی و کود زیستی بدست آمد. این تیمارها بر وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اثر معنی داری نشان ندادند.

واژه‌های کلیدی: خرم آباد، عملکرد بیولوژیک

مقدمه
گیاه عدس دراکثر دیم زارها به همراه نخود بجای آیش در تناوب با غلات قرارمی گیرد. ضمناً باقابلیت تثبیت ازت اتمسفری درحاصلخیزی خاک برای کشت غلات سال بعد می تواند مفید واقع گردد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). عملیات زراعی مطلوب مانند تاریخ کاشت، مقدار بذر، فواصل و عمق کاشت مناسب، برداشت به موقع همراه با مدیریت خوب آبیاری، استفاده از کود، کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در به حداکثر رساندن عملکرد آن سهیم هستند (باقری و همکاران، ۱۳۷۶). تحقیقات نشان داده که عدس قادر به تولید حداکثر محصول نخواهد بود اگر که تنها به تغذیه از طریق نیتروژن تثبیت شده اکتفا شود (یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۸۰). در بعضی منابع (انوار، ۲۰۰۵) مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار برای زراعت آبی عدس و ۵۰ کیلو گرم در کشت دیم به همراه ۳۰ کیلو گرم اوره در هکتار توصیه شده است. استفاده طولانی مدت از کودهای شیمیایی باعث تخریب خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک شده و نفوذ ریشه گیاهان را کاهش می دهد و درنهایت عملکرد گیاهان را کاهش می دهند(Wu et al., ۲۰۰۴). استفاده از کودهای بیولوژیک یکی از موثر ترین راهکارها برای تامین عناصر معدنی در سطح مطلوب می باشد (حسن زاده و همکاران، ۱۳۸۶). مانا و همکاران (۲۰۰۳) در خصوص ورمی کمپوست بیان کردند که فعالیت بیولوژیکی خاک شامل تنفس در خاک، زیست توده کربن میکروبی و فعالیت های دی هیدروژناز در تیمارهای ورمی کمپوست بسیار بیشتر از تیمارهای حاوی کودهای شیمیایی است. ونگ و یانگ (۲۰۰۲) با مطالعه برروی خصوصیات کیفی خاک تحت تأثیر کود سبز، کمپوست،پیت و کودهای شیمیایی نیتروژنه با مقادیر مختلف و اثرات آنها بر کشت برنج و ذرت و بیان کردند که میزان آب نگهداری شده در کرت های اصلاحی با پیت و ورمی کمپوست از کرت های اصلاحی با کود شیمیایی بسیار بالاتر است. درزی و همکاران (۱۳۸۷) بیان کردند که کود فسفات زیستی بر روی گیاه رازیانه دارای اثر معنی داری بر ویژگیهای مورد بررسی داشته، به طوری که بیشترین تعداد چتر در بوته و درصد همزیستی ریشه با کاربرد ۶۰ کیلوگرم از آن و بیشترین عملکرد بیولوژیک با کاربرد ۳۰ کیلوگرم از آن بدست آمد. رناتو و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی بر روی گیاه توت فرنگی مشاهده کردند که مصرف ورمی کمپوست وزن خشک، سطح برگ، تعداد ساقه رونده و تعداد گل را نسبت به تیمار کود شیمیایی به طور معنی داری افزایش داد. روی و سینگ (۲۰۰۶) بیان کردند که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد آن، سبب افزایش قابل توجه تعداد سنبله در بوته جو گردید. آنها دریافتند که استفاده از ورمی کمپوست از طریق تحریک میکروارگانیزم های مفید خاک و عرضه مداوم و پایداری عناصر معدنی به گیاه، موجب این افزایش می شود. با توجه به نقش اساسی مدیریت منابع در کشاورزی دیم ، هدف از تحقیق حاضر، نیل به برخی راهکارهای دستیابی به عملکرد بالاتر عدس از طریق بررسی تأثیرکود فسفر و نیتروژن و ورمی کمپوست بر روی کشت عدس دیم رقم کیمیا در شهرستان خرم آباد در کشت بهاره بود.

مواد و روش ها
مشخصات جغرافیایی و وضعیت اقلیمی محل اجرای طرح
این آزمایش در سال زراعی ۹۰ - ۱۳۹۱ در شهرستان خرم آباد با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا اجرا گردید و طبق تقسیم بندی اقلیمی این منطقه دارای اقلیم معتدل می باشد.

طرح آزمایشی مورد استفاده و عوامل مورد بررسی

در این تحقیق اثرات دو عامل کودهای شیمیایی و کود زیستی در قالب یک طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. فاکتورهای مورد مطالعه عبارت بودند از: کود شیمیایی به صورت فسفات آمونیم (۲۴ کیلو گرم در هکتار)، ورمی کمپوست (۳۶۳۶ کیلو گرم در هکتار)، اعمال توام ورمی کمپوست و کودهای شیمیایی و تیمار شاهد (بدون مصرف کود). ابعاد هر کرت ۴ × ۲۵/۱ متر و فاصله بین ردیفها ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. برای انطباق نتایج با شرایط زارعین عملیات تهیه زمین مطابق با روش مورد استفاده زارعین منطقه انجام گردید. زمین در پاییز بعد از اولین بارندگی مؤثر شخم برگرداندار زده و سپس دوبار دیسک عمود برهم و تسطیح توسط لولر انجام گرفت و کود شیمیایی به میزان ۲۴ کیلوگرم در هکتاربه صورت فسفات آمونیوم و ورمی کمپوست به میزان ۳۶۳۶ کیلوگرم در هکتار بر اساس توصیه محققین خاک و آب به خاک اضافه گردید. کاشت بذور در فصل بهار در تاریخ ۱۹/۱۲/۱۳۹۰ با دست به این ترتیب انجام گرفت که ابتدا شیاری به عمق ۷ سانتی متر ایجاد و سپس بذور بر اساس ۲۰۰ دانه در متر مربع کشت گردید. رقم مورد مطالعه عدس کیمیا بود و مقاوم به بیماری فوزاریوم می باشد.

عملیات برداشت

با توجه به رسیدن رقم کیمیا برای کاشت بهاره عملیات برداشت در تاریخ ۱۹/۳/۱۳۹۱ انجام گردید و همزمان نمونه برداری در هر کرت آزمایشی با کادر ۲۵/۰ * ۵/۰ به منظور ارزیابی صفات مورد نظر انجام گرفت.

صفات مورد مطالعه و روش اندازه گیری آنها

ارتفاع بوته

برای اندازه گیری این صفت در پایان رشد گیاه، ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شده و متوسط ارتفاع آنها بر حسب سانتی متر یادداشت گردید.

وزن صددانه

تعداد ۱۰۰ عدد بذر سالم از بین توده بذرهای هر نمونه به طور تصادفی انتخاب و به وسیله ترازوی دیجیتالی حساس بر حسب گرم وزن آنها محاسبه شد.

عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه

به منظور تعیین عملکرد بیولوژیک (مجموع وزن کاه و دانه بر حسب کیلوگرم بر هکتار) و عملکرد دانه، ۳ ردیف وسط هر کرت با احتساب حذف ۵/۰ متر حاشیه از هر کرت برداشت شد. بوته های برداشت شده جهت خشک شدن به مدت چند روز در برابر آفتاب قرار گرفتند و سپس جهت تعیین عملکرد بیولوژیک توزین شدند. تفکیک دانه از کاه و کلش بوسیله پنکه بادی و سپس دانه ها توزین و عملکرد بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شدند.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از روشهای آماری و نرم افزارهای Excel , SPSSصورت گرفت. در این تحقیق مقایسه میانگین ها به روش دانکن و در سطح ۰۵/۰ انجام گرفت.

نتایج وبحث

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل مطالعه در جدول ۱ آمده است.

جدول۱: برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه

عمق	Fe	Zn	Cu	Mn	P	K	N	Clay	Silt	Sand	CCE	EC	pH
(Cm)	ppm							%				dSm^{-1}	
۰-۳۰	۷/۳	۵/۰	۲۵/۱	۷/۲	۲/۸	۳۴۰	۱۴/۰	۳۸	۵۰	۱۲	۳۴	۵۸/۰	۶۵/۷

CCE: کربنات کلسیم معادل

ارتفاع ساقه اصلی

نتایج مقایسه میانگین(جدول ۲) نشان داد کود شیمیایی و کود زیستی بر روی ارتفاع ساقه ی اصلی اثر معنی داری در سطح یک درصد دارند و حداکثر ارتفاع ساقه ی اصلی از تیمار مصرف تلفیق کود شیمیایی و کود زیستی بدست آمد.

جدول ۲: نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده

تیمارکودی	ارتفاع ساقه	وزن صد دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
شاهد	d ۴۵۰/۱۸	ab ۰۰۰/۵	c ۱۱۱/۱۰۵۱	c ۵۵۶/۳۴۵
کود شیمیایی(C)	d ۵۳۷/۱۸	ab ۰۰۰/۵	c ۲۲۲/۸۹۲	c ۳۳۳/۳۰۳
ورمی کمپوست(V)	d ۱۸۸/۱۸	b ۷۵۰/۴	c ۷۷۸/۱۱۵۷	c ۲۲۲/۳۵۲
C*V	c ۷۵۰/۲۳	ab ۰۰۰/۵	c ۸۸۹/۱۲۳۸	c ۶۶۷/۳۶۶

.اعداد در هر ستون دارای یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار ۰ می باشند

ازام و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که کودهای آلی از جمله ورمی کمپوست به صورت جداگانه و تلفیق با کودهای شیمیایی در بهبود مولفه های جوانه زنی و افزایش رشد ساقه اصلی موثر است. سینها روی و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که نیتروژن عامل اصلی افزایش ارتفاع گیاه می باشد و کود فسفر تأثیر کمی بر این صفت دارد. هرچند کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی در تعیین اندازه ارتفاع گیاه است اما رشد رویشی گیاه وابستگی شدیدی به محتوای رطوبتی خاک دارد، کود گاوی و ورمی کمپوست با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک باعث ایجاد شرایط مناسب تر برای رشد گیاه می شوند.

وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

اثر کود شیمیایی و زیستی بر وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اثر معنی داری را نشان نداد. وزن صد دانه یک خصوصیت ژنتیکی است و تا حدودی هم تحت تأثیر محیط قرار می گیرد و احتمالاً دلیل عدم معنی دار بودن وزن صد دانه بخاطر این خصوصیت می باشد. از لحاظ عددی بیشترین مقدار مربوط به اثر توام کود شیمیایی و ورمی کمپوست می باشد.

نتیجه گیری

با توجه به اینکه ارقام بدست آمده برای اعمال توام کود شیمیایی و ورمی کمپوست بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است لذا توصیه می شود جهت تغذیه بهینه عدس در شرایط دیم از این روش بهره گیری شود.

منابع

باقری، ع.، گلدانی، م. و حسن زاده، م. ۱۳۷۶. زراعت و رصلاح عدس. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

پارسا، م. و باقری، ع. ر. ۱۳۸۷. حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

حسن زاده، ا.، مظاهری، د. چایی چی، م. ر.، خاوازی، ک. ۱۳۸۶. کارایی مصرف باکتری های تسهیل کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزاء عملکرد جو. پژوهش و سازندگی. جلد ۷۷. صفحه های ۱۱۱ تا ۱۱۸.

درزی، م، ت. قلاوند، ا.، رجالی، ف. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، در گیاه دارویی رازیانه. مجله علوم زراعی ایران، جلد دهم، شماره ۱، صفحه های ۸۸ تا ۱۰۸.

یزدی صمدی، ب. پیغمبری، س. ع.، مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۰. اثر مقادیر مختلف نیتروژن و فسفر بر صفات مهم زراعی عدس در منطقه کرج. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۲، شماره ۲، صفحه های ۴۱۵ تا ۴۲۳

Anwar M.,.patra D.D., chand S., Alpesh K., Naqvi A.A. and khanuja S.P.S. ۲۰۰۵.Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth,herb and oil yield, nutrient. accumulation, and oil quality of French basil,communication in soil.and plant Analysis, ۳۶:۱۷۳۷-۱۷۴۶.

Azam M., Hussain A., Wajid S.A. and Maqsood M.۲۰۰۲.Effect of sowing date, irrigation and plant density on radiation interception and its utilization efficiency in lentis.International Journal of Agriculture and Biology.۴:۲۱۷-۲۱۹.

Manna M.C., Jha S., Ghosh P.K.and charya C.L.A.۲۰۰۳.Comparative efficacy of three epigic earthworms under different deciduous forest litters decomposition. Bioresource Technology.۸۸:۱۹۷-۲۰۶.

Renato Y.,Ferreira M.E., cruz M.C., and Barbosa J.C. ۲۰۰۳.Organic matter fraction and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. Bioresource Technology. ۶۰:۵۹-۶۳.

Roy D.K. and singh B.P. ۲۰۰۶.Effect of level and time of nitrogen appalication with and without vermicompost on yield,yield attributes and quality of malt barley(Hordum vnlgare).Indian Journal of Agronomy. ۵۱:۴۰-۴۲.

Sinharoy A.R.C., Samul A., Ahsam M.N. and Roy B. ۱۹۹۰. Effect of different sources and levels of nitrogen on yield attributes and seed yield of sesame varieties.Environment and Ecoligy.۸:۲۱۱-۲۱۵.

Wang M.C.and Yang C.H. ۲۰۰۲.Type of fertilizer applied to a paddy-upland rotation effects selected soil quality attributes.Geoderman.۱۱۴:۹۳-۱۰۸.

Wu S.C., Cao Z.H., Li Z.G., Cheung K.C. and Wong M.H. ۲۰۰۴. Effect of biofertilizercontainingN-fixer, P and K solubilizers and AM fungi onmaizegrowth.Geoderma, ۱۲۵: ۱۵۵-۱۶۶

Abstract

In order to investigate the effect of chemical fertilizer and vermicompost on some growth properties of lentil under rainfed condition, a field experiment was conducted in a completely randomized design in Khoramabad region. Tereatments were include chemical fertilizer as ammonium phosphate (۲۴ $kgha^{-۱}$), vermicompost (۳۶۳۶ $kgha^{-۱}$) , simultaneous application of chemical fertilizer and vermicompost and a blank (no fertilizer). Results indicated that chemical fertilizer and vermicompost have significant effect on plant stem and the highest height was obtained from simultaneous application of chemical fertilizer and vermicompost treatment. Mentioned treatments had no significant effect on ۱۰۰ seed weight, seed yield and physiologic yield.

تأثیر گیاه پوششی جو و ماشک بر میزان ماده آلی خاک و عملکرد سیب‌زمینی تحت سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی

سمیه حاجی‌نیا [۱]، گودرز احمدوند [۲]
۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان، ۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان

چکیده
به منظور بررسی سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر ماده آلی خاک و عملکرد سیب‌زمینی، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا اجرا گردید. عامل اصلی شامل سیستم‌های خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی متداول، خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی) و گیاه پوششی به عنوان عامل فرعی در سه سطح (ماشک، جو و بدون گیاه پوششی (تیمار شاهد)) در کرت‌های فرعی، قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین ماده آلی خاک (۳۲/۱ درصد) در سیستم بدون خاک‌ورزی و با کاشت گیاه پوششی ماشک، مشاهده شد. بیشترین عملکرد غده از سیستم خاک‌ورزی متداول و گیاه پوششی حاصل گردید. گیاه پوششی موجب افزایش عملکرد غده به ویژه تحت شرایط بدون خاک‌ورزی شد.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی حفاظتی، عملکرد غده، ماده آلی خاک

مقدمه
مدیریت خاک از اجزای اصلی کشاورزی پایدار و خاک‌ورزی از ضروری‌ترین بخش‌های این مدیریت محسوب می‌شود. خاک‌ورزی نقش مهمی در تأمین بستر مناسب بذر، کنترل علف‌های‌هرز و مخلوط کردن کود، آفت‌کش و سایر افزودنی‌ها به خاک، دارد (Brainard et al., ۲۰۱۳).

افزایش عملکرد سیب‌زمینی مستلزم ایجاد شرایط بهینه خاک برای رشد و توسعه گیاه بوده، که یکی از اهداف خاک‌ورزی صحیح است (Carter et al., ۱۹۹۸). سیستم‌های خاک‌ورزی متداول نه تنها به انرژی زیادی نیاز دارند بلکه در دراز مدت خصوصیات فیزیکی خاک را تخریب و آن را دچار فرسایش می‌کنند (Helm, ۲۰۰۵). با توجه به افزایش هزینه سوخت‌های فسیلی، فرسایش گسترده خاک، استفاده فشرده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها و نگرانی‌های محیطی در ارتباط با آلودگی آب‌های زیرزمینی، نیاز به فن‌آوری‌ها و روش‌های جدید کشاورزی، احساس می‌شود.

سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و کاربرد گیاهان پوششی دو پارامتر مهم در مدیریت پایدار گیاهان زراعی می‌باشند. روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی که معمولاً بقایای گیاهی را سطح خاک بر جای می‌گذارد به منظور کاهش فرسایش خاک، بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک (Celik et al., ۲۰۱۱)، بهبود راندمان مصرف و افزایش نفوذ آب، کاهش نیروی کار، سوخت و استهلاک ماشین‌آلات کاربرد دارند (Gajri et al., ۲۰۰۴). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد گیاهان نیز تأثیر می‌گذارد. نتایج ۱۰ سال مطالعه شخم حفاظتی در حدود ۱۰ درصد افزایش عملکرد محصول و ۲۰ درصد کاهش در هزینه‌های انجام عملیات را نشان داد، همچنین شخم حفاظتی در مقایسه با شخم مرسوم می‌تواند راندمان مصرف آب را تا ۱۱ درصد بهبود داده و فرسایش آبی خاک را تا ۵۲ درصد کاهش دهد (Jin et al., ۲۰۰۷).

با توجه به اهمیت تولید سیب‌زمینی در کشور و استان همدان، این پژوهش با هدف کاهش انرژی مصرفی در عملیات تهیه زمین و تأمین شرایط بهینه خاک برای رشد و توسعه گیاه از طریق کاشت گیاه پوششی و کاهش عملیات خاک‌ورزی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا واقع در روستای دستجرد اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل شیوه خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی متداول، خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی) و کرت‌های فرعی نیز شامل گیاه پوششی در سه سطح (گیاه پوششی جو (*Hordeum vulgare*)، ماشک (*Vicia villosa*) و بدون گیاه پوششی (تیمار شاهد)) بود.

بعد از عملیات آماده‌سازی زمین، گیاهان پوششی جو و ماشک در تاریخ ۲۸ اسفند ۱۳۹۱ کاشته شدند. در اواخر اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۲، گیاهان پوششی براساس تیمار خاک‌ورزی بطور همزمان به خاك برگردانیده شدند و پس از آن کشت سیب‌زمینی رقم آگریا در تاریخ چهارم خرداد ماه ۱۳۹۲ به صورت دستی انجام گردید. در روش خاک‌ورزی متداول گیاهان پوششی توسط گاوآهن برگرداندار با خاک مخلوط شدند و سایر عملیات تکمیلی تهیه بستر بذر برای کاشت سیب‌زمینی بصورت معمول انجام شد. در روش خاک‌ورزی حداقل، گیاهان پوششی توسط گاوآهن قلمی با خاک مخلوط شدند و در روش بدون خاک‌ورزی نیز گیاهان پوششی درو

شده و در سطح خاک رها گردیدند و سیب‌زمینی مستقیماً روی پشته‌هایی که در زمان کاشت گیاهان پوششی تهیه شده بود، کاشته شد.

هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به طول ۶ متر با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله کرت‌های اصلی از هم ۲ متر بود.

به منظور تعیین عملکرد غده و تعداد غده در زمان برداشت از هر کرت با رعایت اثر حاشیه، دو مترمربع برداشت و پس از شمارش تعداد غده، غده‌ها توزین شدند.

اندازه‌گیری درصد رطوبت وزنی خاک در مراحل اولیه سبز شدن سیب‌زمینی یک روز قبل از انجام آبیاری بعدی با استفاده از آگر در عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متر انجام گرفت. نمونه‌ها پس از برداشت و توزین به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شده و مجدداً توزین شدند. درصد رطوبت وزنی خاک با استفاده از معادله (۱) محاسبه گردید.

$$\text{Soil moisture content (\%)} = \frac{\text{Weight wet soil} - \text{Weight dry soil}}{\text{Weight dry soil}} \times 100 \quad (1)$$

در این معادله، weight wet soil وزن خاک مرطوب، weight dr soil وزن خشک خاک و Soil moisture content درصد رطوبت وزنی خاک می باشد.

در پایان مرحله رسیدگی از هر کرت نمونه‌هایی از عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متری برداشت و میزان ماده آلی خاک به روش والکلی و بلاک (۱۹۳۴) اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها با Excel انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد با MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

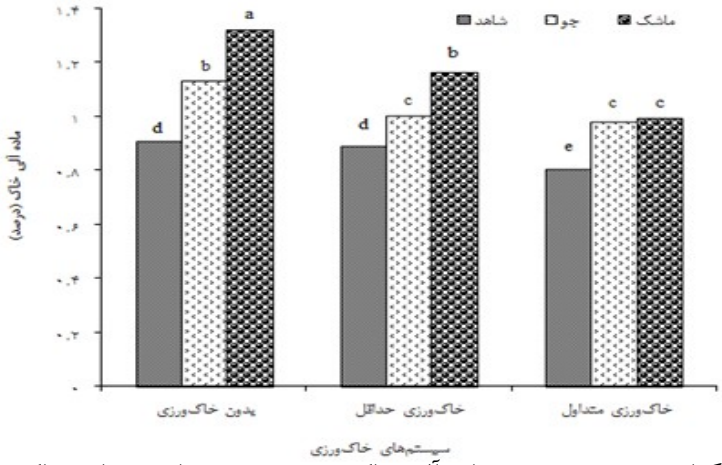
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر درصد ماده آلی خاک، درصد رطوبت وزنی خاک، تعداد غده و عملکرد غده سیب‌زمینی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین، اثر متقابل تیمارها بر درصد ماده آلی خاک و عملکرد غده سیب‌زمینی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر گیاه پوششی و سیستم‌های خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد سیب‌زمینی

منابع تغییرات	درجه ازادی	ماده الی خاک	درصد رطوبت وزنی خاک	تعداد غده	عمکرد غده
تکرار	۲	۰۰۸۲/۰ ns	۱۲۳/۷**	۰/۲۲۳**	۳۴/۵۴**
خاک‌ورزی	۲	۲۶۹۶/۰**	۷۰۱/۴**	۷/۴۹۱**	۷۴/۵۳۲**
خطا a	۴	۰۰۳۹/۰	۱۹۷/۰	۶۵/۶	۹۱۴/۱
گیاه پوششی	۲	۲۸۳۰/۰**	۲۱۱/۲**	۴/۳۰۱**	۲۲/۵۷۹**
خاک‌ورزی× گیاه پوششی	۴	۰۰۹۰/۰**	۲۱۱/۰ ns	۲۰/۲ ns	۱۹/۳۶**
خطا b	۱۲	۰۰۱۰/۰	۱۹۴/۰	۷۸/۴	۴۵/۱
ضریب تغییرات (درصد)		۶۷/۲	۸۷/۳	۴۴/۵	۲۳/۳

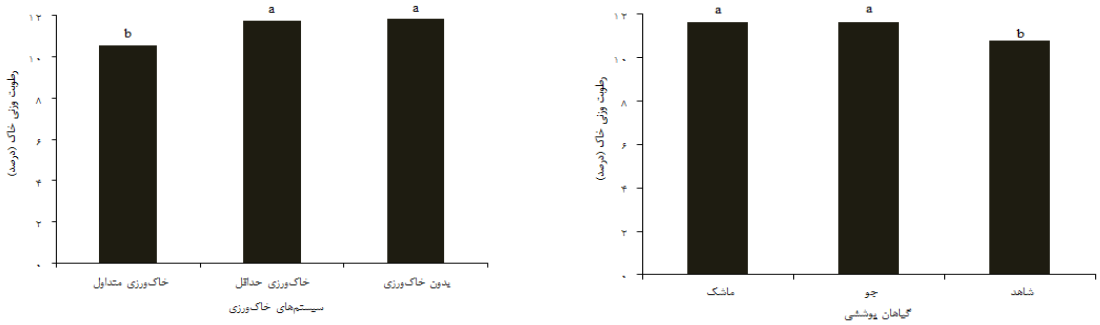
غیر معنی‌دار :ns و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ *

با اعمال سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و کاشت گیاهان پوششی، میزان ماده آلی خاک افزایش یافت. بیشترین میزان ماده آلی خاک (۳۲/۱ درصد) در تیمار بدون خاک‌ورزی و با کاربرد گیاه پوششی ماشک مشاهده شد. میزان افزایش ماده آلی خاک در تیمار بدون خاک‌ورزی با کاربرد گیاهان پوششی ماشک و جو نسبت به عدم کاشت گیاه پوششی به ترتیب ۰/۴۵ و ۳۷/۲۴ درصد بود. در تیمار خاک‌ورزی حداقل، گیاهان پوششی ماشک و جو به ترتیب ۳۳/۳۰ و ۲۹/۱۲ درصد ماده آلی خاک را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. در تیمار خاک‌ورزی متداول کاربرد گیاه پوششی توانست به طور میانگین ۰۹/۲۲ درصد ماده آلی خاک را افزایش دهد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر گیاه پوششی بر درصد ماده آلی خاک تحت سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی

بیشترین درصد رطوبت وزنی خاک از تیمار خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی مشاهده شده که سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته توانست میزان رطوبت خاک را ۸۳/۱۱ درصد نسبت به تیمار خاک‌ورزی متداول افزایش دهد. کاربرد گیاه پوششی موجب افزایش درصد رطوبت وزنی خاک گردید. بین گیاه پوششی جو و ماشک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و میانگین درصد افزایش رطوبت وزنی خاک با کاربرد گیاه پوششی نسبت به تیمار شاهد ۲۶/۶ درصد بود (شکل ۲).



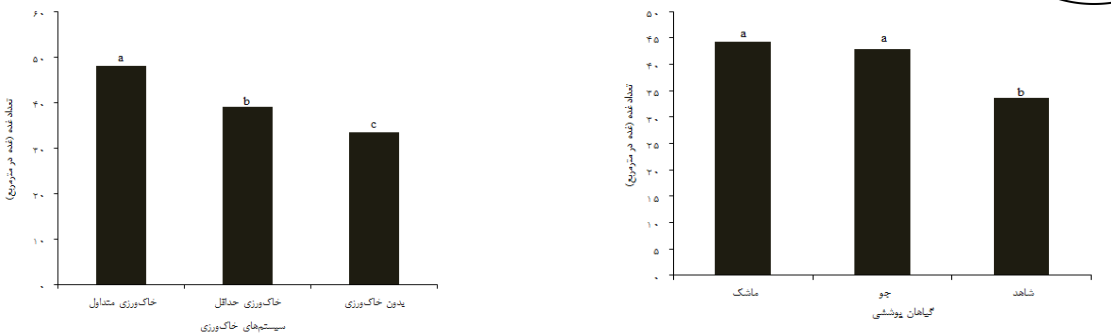
شکل ۲- اثر گیاه پوششی و سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر میزان رطوبت وزنی خاک (درصد)

خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل عدم برگردانی بقایا و حفظ بقایای گیاهان پوششی در لایه سطحی خاک موجب بهبود مواد آلی خاک می‌شود. این نتیجه با مشاهدات جین و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد و بیشترین کربن آلی را در سیستم بدون خاک‌ورزی نشان می‌دهد. احتمالاً افزایش بیوماس تولیدی گیاهان پوششی، می‌تواند سبب افزایش نیتروژن و کربن آلی خاک شده و حاصلخیزی و کیفیت خاک را بالا ببرد (Omay et al., ۱۹۹۷; Sainju et al., ۲۰۰۲).

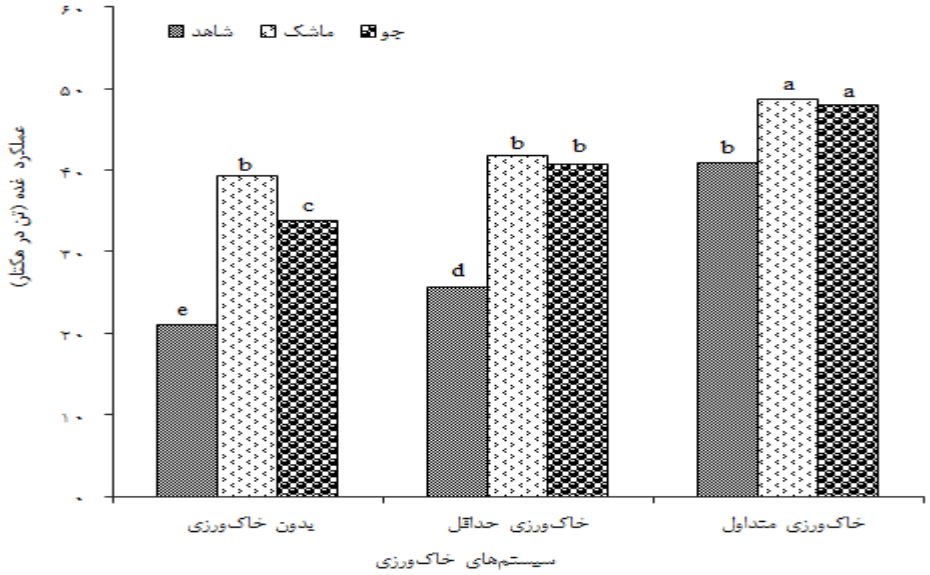
روش خاک‌ورزی متداول با افزایش میزان خلل و فرج و ناهمواری‌های سطح خاک باعث تبخیر بیشتر رطوبت شده، در نتیجه رطوبت در این روش کمتر از سایر تیمارها بود. این نتیجه با یافته‌های آلواز و اشین‌باخ (۲۰۰۹) و تریپلت و دیک (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

با اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی تعداد غده سیب‌زمینی کاهش یافت. میزان کاهش تعداد غده در تیمار بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حداقل به ترتیب ۳۸/۳۰ و ۹۴/۱۸ درصد نسبت به خاک‌ورزی متداول بود. کاربرد گیاه پوششی توانست تعداد غده را ۷۹/۲۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد (شکل ۳).

بیشترین عملکرد غده در تیمار خاک‌ورزی متداول با کاربرد گیاه پوششی جو و ماشک به ترتیب به میزان ۹۵/۴۷ و ۶۸/۴۸ تن در هکتار مشاهده شد (شکل ۴). کاربرد گیاه پوششی به طور متوسط در تیمار خاک‌ورزی متداول و حداقل، عملکرد غده را ۱۳/۱۸ و ۹۳/۶۱ درصد افزایش داد. در سیستم بدون خاک‌ورزی کاربرد گیاه پوششی جو و ماشک به ترتیب ۸۲/۵۹ و ۹۶/۸۵ درصد نسبت به تیمار بدون گیاه پوششی عملکرد غده را افزایش داد. این نتایج نشان دهنده تأثیر بیشتر گیاه پوششی بر عملکرد غده مخصوصاً در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی است (شکل ۴).



شکل ۳- اثر گیاه پوششی و سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر تعداد غده سیب‌زمینی



شکل ۴- اثر گیاه پوششی بر عملکرد غده سیب‌زمینی (تن در هکتار) تحت سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی

با توجه به اینکه سیب‌زمینی گیاهی غده‌ای با سیستم ریشه‌ای ضعیف می‌باشد. بنابراین، باید بستر مناسب برای نفوذ غده به خاک مهیا باشد که به نظر می‌رسد علت کاهش عملکرد در سیستم‌های کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی را می‌توان به فشردگی خاک و فراهم نبودن شرایط مناسب برای رشد ریشه نسبت داد. معمولاً اثر خاک‌ورزی بر رشد محصول از طریق تغییر در خصوصیات خاک حاصل می‌شود که این تغییر روند آرامی دارد. بنابراین اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر عملکرد در سال اول مشاهده نمی‌شود (Malhi et al., ۲۰۰۶). تارکلسون و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که استفاده از کشت بدون خاک‌ورزی در مقابل گاوآهن برگرداندار در طولانی مدت منجر به افزایش عملکرد گندم می‌گردد. محققین گزارش کردند، گیاهان پوششی از طریق بهبود حاصلخیزی خاک و کنترل علف‌های‌هرز، سبب افزایش رشد و عملکرد سیب‌زمینی شدند (Campiglia et al., ۲۰۰۹).

منابع

Alvarez R. and Steinbach H.S. ۲۰۰۹. A review of the effects of tillage systems on some soil physical proper-ties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas. Soil Tillage Research. ۱۰۴: ۱-۱۵.

Brainard D.C., Peachey E., Haramoto E., Luna J. and Rangarajan A. ۲۰۱۳. Weed ecology and management under strip-tillage: implications for Northern U.S. vegetable cropping systems. Weed Technology. ۲۷: ۲۱۸-۲۳۰.

Campiglia E., Paolini R., Colla G. and Mancinelli R. ۲۰۰۹. The effects of cover cropping on yield and weed control of potato in a transitional system. Field Crops Research. ۱۱۲: ۱۶-۲۳.

Carter M.R., Sanderson J.B. and MacLeod J.A. ۱۹۹۸. Influence of time of tillage on soil physical attributes in potato rotations in Island. Soil Tillage Research. ۴۹: ۱۲۷-۱۳۷.

Celik I., Barut Z.B., Ortas I., Gok M., Demirbas A., Tulun Y. and Akpinar C. ۲۰۱۱. Impacts of different tillage practices on some soil microbiological properties and crop yield under semi-arid Mediterranean conditions. International Journal Plant Production. ۵: ۲۳۷-۲۵۴.

Gajri P.R., Arora V.K. and Prihar S.S. ۲۰۰۴. Tillage for sustainable cropping. International Book Distributing Co.

Helm V. ۲۰۰۵. Conservation tillage: corn, grain sorghum, and wheat in Dallas County, Texas. Soil Tillage Research. ۲۳: ۳۵۶-۳۶۶.

Jin, H., Hongwen, L., Xiaoyan, W., Hugh, A., Wenying, L., Huanwen, G., and Kuhn. N. ۲۰۰۷. The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China. Soil Till. Res. ۹۴:۴۹۳-۵۰۲.

Jin K., Sleutel S. and Buchan D. ۲۰۰۹. Changes of enzyme activities under different tillage practices in the Chinese Loess Plateau. Soil Tillage Research. ۱۰۴: ۱۱۵-۱۲۰.

Malhi S.S., Lemke R., Wang Z.H., Baldev S. and Chhabra S. ۲۰۰۶. Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. Soil Tillage Research. ۹۰: ۱۷۱-۱۸۳.

Omay A.B., Rice C.W., Maddux L.D. and Gordon W.B. ۱۹۹۷. Changes in microbial and chemical properties under long-term crop rptation and fertilization. Soil Science Society American Journal. ۶۱: ۱۶۷۲-۱۶۷۸.

Sainju U., Sainju U.M., Singh B.P. and Whitehead W.F. ۲۰۰۲. Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, USA. Soil Tillage Research. ۶۳: ۱۶۷-۱۷۹.

Tarkalsona D.D., Hergertb G.W. and Cassman K.G. ۲۰۰۶. Long-term effects of tillage on soil chemical properties and grain yields of a dryland winter wheatsorghum/corn-fallow rotation in the greatplains. Agronomy Journal. ۹۸: ۲۶-۳۳.

Triplett G.B. and Dick W.A. ۲۰۰۸. No-tillage crop production: a revolution in agriculture. Agronomy Journal. ۱۰۰: ۱۵۳-۱۶۵.

Walkly A. and Black I.A. ۱۹۳۴. An examination of digestion method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. ۳۷: ۲۹-۳۸.

Abstract

To study the effects of different tillage systems and cover crops on soil organic matter and yield of potato, a field experiment was conducted at the Research Station of Agricultural Faculty, of Bu-Ali Sina University, in ۲۰۱۳. The experiment was carried out as a split-plot based on a randomized complete block design with three replications. The main factor consisted three levels of tillage systems (conventional tillage, minimum tillage and no-tillage) and three levels of cover crop (Vetch, barley and without cover crop) as subplot. Barley cover crop reterned to the soil more dry matter than vetch. The results showed that most soil organic matter (۱.۸۲%) was obtained in the no-tillage system with vetch cover crop. The maximum tuber yield was obtained in conventional tillage with cover crops. Cover crop usage increased tuber yield, especially under no-tillage system.

اثر مصرف تلفیقی لجن فاضلاب و فسفر بر بهبود برخی ویژگی‌های رشد گیاه آفتابگردان (*annuus Helianthus*) در شرایط کمبود آب

سولماز کاظم‌علیلو [۱]، نصرت‌اله نجفی [۲] و عادل ریحانی‌تبار [۲]
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز و ۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز

چکیده
این پژوهش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ فاکتور و ۳ تکرار و با هدف بررسی اثر زمان آبیاری در دو سطح (آبیاری پس از ۶۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A)، فسفر در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع مونوکلسیم فسفات، $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$) و کمپوست لجن فاضلاب در چهار سطح (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) بر برخی ویژگی‌های رشد گیاه آفتابگردان روغنی (*Helianthus annuus* L.) رقم فرخ در شرایط مزرعه‌ای و در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی انجام شد. در پایان دوره رشد گیاه، کارایی مصرف آب، مقدار نسبی آب برگ و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اثر زمان آبیاری و کمپوست لجن فاضلاب بر کارایی مصرف آب و عملکرد دانه و اثر کمپوست و فسفر بر کارایی مصرف آب، مقدار نسبی آب برگ و عملکرد دانه معنی‌دار بودند. مصرف تلفیقی ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و ۶۰ تن کمپوست لجن فاضلاب بر هکتار در شرایط کمبود آب توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، فسفر، کمبود آب، کمپوست لجن فاضلاب

مقدمه
خشکی مهم‌ترین عامل محیطی محدود کننده رشد و نمو گیاهان در سراسر دنیا بوده و بر اکثر مراحل رشد، ساختار اندام و فعالیت آنها اثرهای مخرب و زیان‌آوری وارد می‌سازد (Safarnejad, ۲۰۰۴.). گیاهان هنگام تنش خشکی با سازوکارهای ویژه‌ای شرایط خشکی را تحمّل می‌کنند، با این‌حال کاهش رشد در آنها دیده می‌شود. یکی از دلایل کاهش رشد، کاهش جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر است و گیاهانی که دارای مقادیر کافی فسفر باشند، تحمّل بیشتری در برابر تنش کم آبی نشان می‌دهند. رطوبت کم در هر یك از مراحل رشد سبب کاهش جذب آب و عناصر غذایی، کاهش انتقال عناصر در داخل گیاه و نهایتاً کاهش عملکرد دانه یا محصول نهایی می‌شود. تحمّل به آفات و بیماری‌ها نیز در گیاهان تنش‌دیده کاهش می‌یابد. عملکرد گیاهان در شرایط تنش خشکی به مقدار آب قابل‌استفاده و کارآیی مصرف آب (WUE[۱۸۶]) بستگی دارد. گیاهی که قادر است آب بیشتری جذب کند و یا دارای کارآیی استفاده از آب بالاتری باشد، از مقاومت به خشکی بیشتری برخوردار است (Subramanian and Charest, ۱۹۹۷). تأثیر مثبت فسفر بر افزایش رشد گیاهان در شرایط تنش خشکی به‌علت افزایش کارایی مصرف آب، هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز، پایداری بالای دیواره سلولی و تأثیر آن بر روابط آبی گیاه است (Yuncai and Schmidhalter, ۲۰۰۵).
علی‌رغم سازگاری‌های ذاتی گیاهان به تنش خشکی، اثرهای آن را می‌توان با استفاده از مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و فراهمی کافی و متعادل عناصر غذایی کاهش داد. بررسی‌ها نشان می‌دهد بهبود حاصلخیزی خاک و تغذیه معدنی گیاهان نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی دارد (مارشنر، ۱۹۹۵). در سال ۱۹۹۸ سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (فائو، ۱۹۹۸) طرح توسعه نظام‌های تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی را برای کشورهای در حال توسعه پیشنهاد کرد. براساس تحقیقات انجام شده، تلفیق کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی نتایج مطلوبی در افزایش بازده تولید فرآورده‌های کشاورزی داشته که خود می‌تواند راهی به‌سوی کشاورزی پایدار باشد. امروزه استفاده از لجن فاضلاب در زمین‌های کشاورزی در سراسر جهان در حال افزایش است. در ایران نیز کشاورزان به‌دلیل ارزان بودن این کود، تمایل زیادی به استفاده از آن دارند. خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌علت عدم پوشش گیاهی کافی و بازگشت مقدار اندک بقایای گیاهی به خاک دارای ماده آلی کم می‌باشند. این خاک‌ها عموماً آهکی و دارای pH قلیایی بوده در نتیجه بسیاری از گیاهان در این خاک‌ها همواره با مشکل تغذیه عناصر مواجه هستند. کاربرد کودهای آلی نظیر لجن فاضلاب به‌صورت علمی می‌تواند سهم مهمی در تأمین نیازهای غذایی گیاهان داشته باشد (حسین‌پور و متقیان، ۱۳۹۲).
با توجه به اهمیت زراعت آفتابگردان به‌عنوان یکی از نباتات صنعتی مطرح جهان، در صورت توسعه آن در کشور سبب گسترش اشتغال فعال و مولد در صنایع روغن‌کشی، روغن نباتی و بهره‌برداری از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در بخش کشاورزی و جلوگیری از واردات بی‌رویه روغن و کنجاله خواهد شد. این گیاه به‌دلیل بالا بودن کیفیت روغن خوراکی آن و به‌خاطر نداشتن مقادیر زیاد کلسترول، کوتاه بودن دوره رشد و امکان کشت به‌عنوان محصول دوم بعد از برداشت گندم و جو، در میان دانه‌های روغنی از نظر سطح زیر کشت و تولید، مقام نخست را در کشور به خود اختصاص داده است (مستشفی و همکاران، ۱۳۹۰). از دیدگاه تغذیه

[۱۸۶] ۱-Water use efficiency

گیاهان، روغن آفتابگردان به‌دلیل داشتن مقادیر فراوانی از اسیدهای چرب اشباع نشده نظیر اسیدهای چرب لینولئیک و اولئیک مورد توجه می‌باشد. دانه آفتابگردان بسته به ارقام مختلف دارای ۲۶ تا ۵۰ درصد روغن می‌باشد (کریم‌زاده و همکاران، ۲۰۰۳).
با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی کشور و لزوم مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی برای تحقق کشاورزی پایدار، هدف از این پژوهش، بررسی اثر مصرف تلفیقی فسفر و کمپوست لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های رشد گیاه آفتابگردان در شرایط آبیاری مطلوب و محدود بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی در سال زراعی ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ فاکتور و ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی، زمان آبیاری در دو سطح (پس از ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A به‌ترتیب برای آبیاری مطلوب و تنش خشکی)، فاکتور دوم، سوپرفسفات تریپل ($Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$) در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور سوم، کمپوست لجن فاضلاب در چهار سطح (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) بود. سایر عناصر غذایی مورد نیاز بر اساس نتایج آزمون خاک، کود نیتروژن به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره ($CO(NH_2)_2$) و به‌صورت سرک در سه نوبت (قبل از کاشت، مرحله ۸ برگی و مرحله R_1[۱۸۷])، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (K_2SO_4) و روی از منبع سولفات روی ($ZnSO_4.7H_2O$) به‌صورت خاکی مصرف شد. قبل از کاشت بذر آفتابگردان (رقم فرخ)، نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر مزرعه مورد مطالعه تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). کمپوست لجن فاضلاب مورد استفاده در این پژوهش از تصفیه خانه فاضلاب شهر خوی تهیه و قبل از کشت گیاه به خاک افزوده شد و سپس به‌خوبی با خاک مخلوط گردید. زمین متشکل از ۷۲ کرت و کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۲×۳ متر بودند که فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت بذر ۵ سانتی‌متر بود. در طول دوره رشد آبیاری کرت‌ها با استفاده از کنتور و به طور یکسان برای تمام کرت‌ها انجام شد. بعد از پایان دوره رشد، کارایی مصرف آب (عملکرد دانه به حجم آب مصرفی در طول دوره رشد)، میزان نسبی آب برگ و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان نسبی آب برگ نمونه‌برداری قبل از انجام آبیاری از تمام کرت‌ها در مرحله گل‌دهی و از چهارمین برگ توسعه یافته صورت گرفت، نمونه‌ها در پاکت قرار داده شد و پس از انتقال به آزمایشگاه وزن تر آن‌ها با ترازوی دقیق دیجیتالی تعیین شد. این نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند. سپس وزن نمونه‌های برگی در حالت تورژسانس تعیین شد، نهایتاً نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند و وزن خشک آن‌ها تعیین شد. سپس با استفاده از فرمول زیر میزان آب نسبی برگ بر حسب درصد محاسبه شد:

$$RWC = FW - DW/TW - DW \times 100 \quad (۱)$$

در رابطه‌ی فوق FW وزن تر برگ، DW وزن خشک برگ و TW وزن برگ در حالت اشباع است.
در پایان، تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام و نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel رسم شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

بافت خاک	N کل	OM	pH	EC	Cu	Zn	Mn	Fe	K	P
	(%)		-	(dS m^{-1})	قابل استفاده (mg kg^{-1})					
رسی	۰۵/۰	۶/۰	۹/۷	۸/۰	۵۲/۲	۴۶/۰	۲/۶	۴/۹	۲۲۰	۱/۱

نتایج و بحث

کارایی مصرف آب: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی زمان آبیاری و کمپوست و اثرهای متقابل زمان آبیاری ×کمپوست لجن فاضلاب در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل کمپوست لجن فاضلاب×فسفر در سطح احتمال پنج درصد بر کارایی مصرف آب معنی‌دار بود ولی اثر متقابل کمپوست لجن فاضلاب×زمان آبیاری×فسفر غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار کارایی مصرف آب مربوط به تیمار مصرف تلفیقی ۶۰ تن کمپوست لجن فاضلاب بر هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار بود (شکل ۱) که علت آن را می‌توان به بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی خاک و فراهمی تدریجی عناصر غذایی در تیمارهای تلفیقی نسبت داد. هر عاملی که عملکرد را افزایش دهد سبب افزایش کارایی مصرف آب می‌گردد زیرا کارایی، نسبت عملکرد بر میزان آب مصرفی می‌باشد. در نتایج فوق مصرف کمپوست و فسفر سبب افزایش کارایی مصرف آب شد چون با افزایش عملکرد، می‌تواند کارایی مصرف آب را افزایش دهد. گزارش شده است که کاربرد کود فسفر در شرایط تنش خشکی سبب افزایش راندمان مصرف آب، جذب فسفر و در نتیجه افزایش مقاومت به خشکی در گیاه جو شد. مطالعات مختلف در نواحی خشک و نیمه‌خشک نیز نشان داد که افزودن کود فسفر ماده‌خشک بخش هوایی را در شرایط تنش آب افزایش می‌دهد (جونز و همکاران ۲۰۰۳). فسفر با افزایش رشد ریشه حجم بیشتری از خاک را در اختیار ریشه قرار می‌دهد و در نتیجه منبع وسیعتری از رطوبت خاک در دسترس ریشه خواهد بود (Jones et al., ۲۰۰۳). خورشید و همکاران (۱۳۸۷)، تأثیر لجن فاضلاب بر جذب فسفر و فسفر قابل

[۱۸۷] .جوانهٔ انتهایی طبق مینیاتوری به صورت خوشه‌ای از برگ‌ها را تشکیل می‌دهد. در نمای از بالا براکته‌ها ساختمان منشعب ستاره‌ای را بوجود می‌آورد

استفاده در خاک‌های آهکی را مطالعه و به این نتیجه رسیدند که به‌دلیل افزایش فسفر قابل استفاده بر اثر کاربرد لجن فاضلاب نیاز خاک‌ها به کودهای فسفردار کاهش یافت.

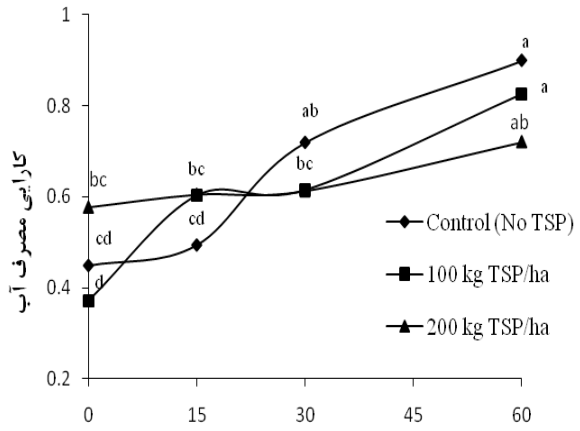
مقدار نسبی آب برگ: تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی آبیاری در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل کمپوست×فسفر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل کمپوست لجن فاضلاب× زمان آبیاری×فسفر غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار نسبی آب برگ مربوط به تیمارهای تلفیقی (۶۰ تن کمپوست بر هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار) بود (شکل ۲). محققان گزارش کردند که با افزایش تنش آبی، RWC برگ‌های گندم کاهش پیدا می‌کند که علت آن کاهش مقدار نسبی آب، کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه‌ها در شرایط کمبود آب می‌باشد (Schonfeld et al., ۱۹۸۸). طبق پژوهش‌های انجام یافته، ثابت شده است که لجن فاضلاب به‌علّت داشتن مقدار زیاد ماده آلی می‌تواند بر ویژگی‌های فیزیکی خاک از قبیل پایداری خاکدانه‌ها، هدایت هیدرولیکی، تهویه و رطوبت خاک تأثیر مطلوب داشته باشد (Glauser et al., ۱۹۹۸). همچنین گزارش شده است که مصرف مواد آلی، فسفر قابلاستفاده گیاهان را افزایش می‌دهد و به‌طور غیرمستقیم از رسوب فسفات در pHهای بالا که غیرقابل جذب برای گیاه است، جلوگیری می‌کند .(Bauer and Black, ۱۹۹۲)

عملکرد دانه: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی زمان آبیاری، فسفر و کمپوست و اثرهای متقابل زمان آبیاری ×کمپوست لجن فاضلاب و کمپوست لجن فاضلاب×فسفر در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود ولی اثر متقابل کمپوست لجن فاضلاب×زمان آبیاری×فسفر غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). در اینجا هم مصرف ۶۰ تن کمپوست لجن فاضلاب و مصرف تلفیقی ۶۰ تن کمپوست لجن فاضلاب و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به‌عنوان بهترین تیمار معرفی می‌شوند (شکل ۳). در مطالعه‌ای با بررسی اثر سطوح مختلف کودهای آلی (مرغی و دامی) و شیمیایی و اثر مصرف تلفیقی آنها بر رشد گیاه آفتابگردان گزارش شد که بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی (۵۰ درصد شیمیایی + کود مرغی) به‌دست آمد و در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، عملکرد دانه بیشتری نسبت به ۱۰۰ درصد کودهای آلی (دامی و مرغی) تولید شد (Munir et al., ۲۰۰۷). نجفی و مردمی (۱۳۹۲) گزارش کردند که مصرف کودهای آلی (کمپوست لجن فاضلاب و کود گاوی) با افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود وضعیت رشد و تغذیه گیاه، اثر صدمه غرقاب را در گیاه آفتابگردان کاهش داد. همچنین آنان گزارش کردند که افزودن لجن فاضلاب به خاک غلظت آهن، روی، مس و کادمیم قابل جذب خاک را بیشتر از کود گاوی افزایش داد و مصرف کود گاوی غلظت سدیم، پتاسیم و فسفر قابل جذب خاک را بیشتر از لجن فاضلاب افزایش داد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، مصرف تلفیقی ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و ۶۰ تن کمپوست لجن فاضلاب بر هکتار برای دستیابی به عملکرد مطلوب و پایدار توصیه می‌شود.

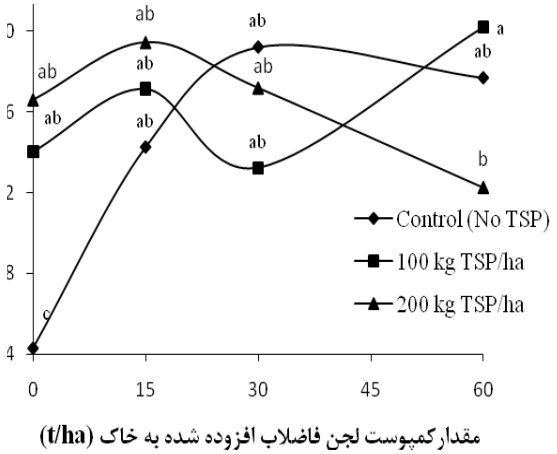
جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر کارایی مصرف آب، مقدار نسبی آب برگ و عملکرد دانه گیاه آفتابگردان.

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کارایی مصرف آب	مقدار نسبی آب برگ	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰۰۷/۰ ns	۱۷/۱۷ ns	۵۹/۷۶ ns
زمان ابیاری	۳	۹۸/۱۸*	۴۷/۱۱۷*	۵۴/۲۹۳*
کمپوست لجن فاضلاب	۱	۳۹/۰*	۱۰/۱ ns	۲۵/۲۱۳۶**
زمان آبیاری ×کمپوست لجن فاضلاب	۳	۴۷/۰**	۴۸/۵۰ ns	۷۲/۴۰۸*
فسفر	۲	۰۰۸/۰ ns	۹۶/۴۵ ns	۰۹/۷۳۹**
کمپوست لجن فاضلاب ×فسفر	۶	۰۵/۰*	۶۶/۱۳۳**	۰۸/۲۹۲*
زمان آبیاری ×فسفر	۱	۰۱۲/۰ ns	۶۲/۲۷ ns	۴۷/۲۴ ns
کمپوست لجن فاضلاب× زمان آبیاری×فسفر	۳	۰۴/۰ ns	۷۳/۸۰ ns	۴۲/۴۷ ns
خطا		۰۲۲/۰	۶۲/۲۷	۷۸/۱۰۷
ضریب تغییرات (%)		۹۲/۲۳	۴۸/۹	۳۵/۱۷

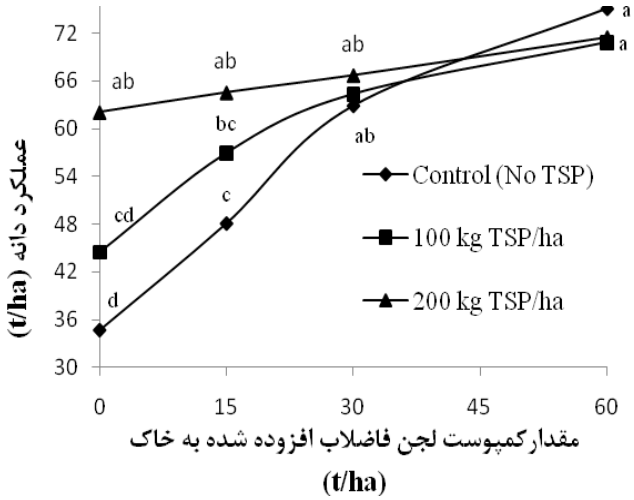
ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵% و ۱%



شکل ۱- اثر متقابل کمپوست و سوپرفسفات تریپل بر کارایی مصرف آب



شکل ۲- اثر متقابل کمپوست و سوپرفسفات تریپل بر مقدار نسبی آب برگ



شکل ۳- اثر متقابل کمپوست و سوپرفسفات تریپل بر عملکرد دانه

منابع

خورشید، م.، حسین پور، ع.و اوستان، ش. ۱۳۸۷. تأثیر لجن فاضلاب بر جذب فسفر و فسفر قابل استفاده در برخی از خاک‌های آهکی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۶: ۷۹۱ - ۸۰۱.

مستشفی حبیب آبادی، ف.، شایان‌نژاد، م.، دهقانی، م. و طباطبایی، س.ح. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر چهار نوع رژیم تلفیقی آبیاری با آب شور بر روی شاخص‌های کمی و کیفی آفتابگردان. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۴، صفحه‌های ۶۹۸ تا ۷۰۷.

نجفی، ن. و مردمی، س.، ۱۳۹۲. اثر کشت آفتابگردان، کود دامی و لجن فاضلاب بر فراهمی عناصر، pH و EC یک خاک قلیایی. مجله تحقیقات کاربردی خاک، جلد ۱، شماره ۱، صفحه‌های ۱ تا ۲۳.

Bauer A. and Black A.L. ۱۹۹۲. Organic carbon effects on available water capacity of three soil textural groups. Soil Science Society of America Journal, ۵۶:۲۴۸-۲۵۴.

FAO, ۱۹۹۸. Guide to efficient plant nutrient management, Rome: Land and Water Development Division, Food and Agricultural Organization of the United Nations.

Glauser R. Doner H.E. and Poul E.A. ۱۹۸۸. Soil aggregate stability as a function of particle size in sludge treated soils. Soil Science, ۱۴۶:۳۷-۴۳.

Jones C.A., Jacobsen J.S. and Wraith J.M. ۲۰۰۳. The effects of P fertilization on drought tolerance of malt barley. In Western Nutrient Management Conference, ۵:۸۸-۹۳.

Marschner H., ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. ۲th Edition. Academic Press, San Diego, ۸۸۹ pp.

Munir M.A., Malik M.A. and Saleem M.F. ۲۰۰۷. Impact of integration of crop manuring and nitrogen application on growth, yield and quality of spring planted sunflower (*Helianthus annuus L.*). Pakestan Journal of Botany, ۳۹:۴۴۱-۴۴۹.

Safarnejad A. ۲۰۰۴. Characterization of Somaclones of *Medicago sativa* L. for drought tolerance. Journal of Agricultural Science and Technology, ۶:۱۲۱-۱۲۷.

Schonfeld M.A., Johnson R.C., Carver B. and Morhinweg D.W. ۱۹۸۸. Water relation in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Science, ۲۸:۵۲۶-۵۳۱.

Subramanian K.S. and Charest C. ۱۹۹۷. Nutritional, growth, and reproductive responses of maize (Zea mays L.) to arbuscular mycorrhizal inoculation during and after drought stress at tasselling. Mycorrhiza, ۷:۲۵-۳۲.

Yuncai H. and Schmidhalter U. ۲۰۰۵. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutrition. Soil Science, ۱۶۸:۵۴۱-۵۴۹.

Abstract:

This investigation was conducted as a split factorial based on randomized complete blocks design with three factors and three replications to evaluate the effects of irrigation time at two levels (irrigation after ۶۰ and ۱۵۰ mm evaporation from class-A pan), phosphorus at three levels (۰, ۱۰۰ and ۲۰۰ kg per hectare as monocalcium phosphate, Ca $(H_۲PO_۴)_۲.H_۲O$) and compost at four levels (۰, ۱۵, ۳۰ and ۶۰ tons per hectare) on some growth characteristics of the oil sunflower at field conditions in Agricultural Research Station of Khoy. At the end of plant growth, water use efficiency (WUE), leaf relative water content (RWC) and grain yield were measured. The results showed that the effects of irrigation time and sewage sludge compost on WUE and grain yield and the effects of compost and P fertilizer on WUE, leaf RWC and grain yield were significant. Integrated application of ۱۰۰ kg P per hectare and ۶۰ tons per hectare of sewage sludge compost could be recommended under water deficit

مطالعه سینتیک رهاسازی فسفر برخی از خاک باغات انگور شهرستان ملایر

زینب نادری [۱]، محبوبه ضرابی [۲]، زهرا کلاه چی [۳]، بهنوش فرخ زاده [۴]، مریم کریمی [۱]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه ملایر، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ملایر، ۳- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه همدان، ۴-استادیار گروه مرتع و آبخیز داری دانشگاه ملایر

چکیده
بررسی واکنش‌های رهاسازی در خاک در طی زمان جهت اطلاع از مقدار فسفر فراهمی برای گیاه و احتمال ورود فسفر به رواناب از اهمیت زیادی برخوردار است. هدفاز این تحقیق مطالعه سرعت رهاسازی فسفر در ده نمونه از خاک‌های باغات انگور شهرستان ملایردر دو عمق (۰ - ۳۰)A و (۳۰ - ۶۰)B با استفاده از سه عصاره‌گیر کلسیم کلرید، اسید مالیک و اسید اگزالیک ۰۱/۰مولاردر مدت زمان ۷۲ ساعت بود. بعد از گذشت ۷۲ ساعت مقدار فسفر آزاد شده در عمق A بین ۴/۳۴ - ۲/۶۶۰ و عمق B بین ۱/۲۹ - ۰۷/۴۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر بود. فسفر تجمعی آزاد شده بوسیله شش مدل سینتیکی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که رهاسازی فسفر توسط معادلات الوویچ،تابع نمایی، مرتبه اول و پخشیدگی پارابولیک به خوبی قابل توصیف بود. همچنین سرعت رهاسازی فسفر درخاک‌ها با استفاده از اسید اگزالیک بیشترین مقداررا داشته است.

واژه های کلیدی: سینتیک، رهاسازی، فسفر، باغ انگور، ملایر

مقدمه
انگور یکیازمهم‌ترینمحصولاتباغیدر دنیاوایرانبشمار می‌رود (کاووسی و حسینی فرهی، ۱۳۸۶).ایران یکی از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده انگور در جهان است. ایران رتبه دهم تولیدکننده انگور و کشمش را در جهان دارد. شهرستان ملایر نیز رتبه دوم کشور در تولید انگور را بعد از استان فارس دارد. وجودتعادلبینعناصرغذاییدرباغ‌هایمیوه،عاملمهمیدرافزایشعملکردوبهبودکیفیمیوه‌های تولیدی می‌باشد(گودرزی وحسینی فرهی، ۱۳۸۷). هرچهتغذیهنامتعادل‌ترباشد،عملکرد میوهانگوربیشترکاهشمی‌یابد (.مجیدیوملکوتی، ۱۳۸۰).فسفر یکی از مهم‌ترین عناصر پرمصرف مورد نیاز گیاهان بوده که حدود ۱۵/۰ درصد وزن خشک گیاهان را تشکیل می‌دهد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).سالانهبرایهرهکتارتاکستان،بستهبهنوعخاکوسن گیاه، ۹۰ تا ۲۲۵ کیلو گرم P_2O_5 لازم است. ویژگی‌های خاک مثل مقدار رس، پ‌هاش، فسفر فراهمی خاک، محتوای ماده آلی خاک و مقدار کربنات کلسیم در خاک‌های قلیایی زیست فراهمی فسفر را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Shafqat and pierznski, ۲۰۱۴). فسفر در خاک تحت تاثیر واکنش‌های گوناگونی مانند جذب سطحی، رسوب، تثبیت و رهاسازی قرار دارد. که از جمله عوامل موثر بر این واکنش‌ها زمان می‌باشد (بیابانکی و حسین پور، ۱۳۸۶). بررسی واکنش‌های رهاسازی فسفر در خاک در طی زمان برای تعیین تغییرات فسفر قابل استفاده گیاه در خاک دارای اهمیت است (خورشید و همکاران، ۱۳۸۷). درک سرعت آزاد شدن فسفر از خاک‌ها می‌تواند در کاهش ورود فسفر به روان‌آب اهمیت داشته است (بیابانکی و حسین پور، ۱۳۸۶). تلفات فسفر از طریق روان‌آب سطحی بیشتر از جریان زیرزمینی است و این تلفات احتمالا با مصرف کود فسفری بیشتر می‌گردد.بررسی واکنش‌های رهاسازی فسفر در خاک در طی زمان برای تعیین تغییرات فسفر قابل استفاده گیاه در خاک دارای اهمیت است (خورشید و همکاران، ۱۳۸۷). معادلات متعددی برای توصیف سرعت رهاسازی عناصر در کانی‌های رسی و خاک استفاده شده است (بیابانکی و حسین پور، ۱۳۸۶). این معادلات شامل معادله مرتبه صفر، مرتبه اول، مرتبه دوم، الوویچ ساده، پخشیدگی پارابولیک و تابع نمایی می‌باشند. جدول ۱ معادله‌های سینتیکی استفاده شده را نشان می‌دهد.

جدول ۱. معادله‌های سینتیکی استفاده شده

مدل	معادلات سینتیکی
معادله مرتبه صفر	$P_0 - P_t = a - k_d \cdot t$
معادله مرتبه اول	$Ln (P_0 - P_t) = a - k_d \cdot t$
معادله مرتبه دوم	$P_t = a + k_d \cdot t/۱$
معادله الوویچ ساده	$P_t = a + b \ln t$
معادله پخشیدگی پارابولیک	$P_t/ P_0 = a + R \cdot t^{0.5}$
معادله تابع نمایی	$Ln P_t = \ln a + b \ln t$

P_t: فسفر آزاد شده در زمان t P_0: فسفری که می‌تواند در حال تعادل آزاد شود.
b، R، k_d : ضرایب سرعت معادلات سینتیکی a : عرض از مبدا معادلات t: زمان

هدف از این تحقیق بررسی سینتیک رهاسازی فسفر از خاک‌های تحت کشت انگور شهرستان ملایر به منظور ارزیابی وضعیت فسفر و مدیریت بهتر باغات انگور از نظر مصرف کود و مقایسه معادلات سینتیکی و انتخاب بهترین معادله جهت توصیف آزاد شدن فسفراز خاک‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در ابتدا ۱۰ نمونه خاک (عمق ۳۰ - ۰ و ۶۰ - ۳۰ سانتی‌متری) با بیشترین پراکنش جغرافیایی در باغات شهرستان ملایر جمع آوری شده و پس از اندازه‌گیری کلیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی (Rowell,۱۹۹۴)، سرعت رهاسازی فسفر با استفاده از سه عصاره‌گیر کلسیم کلرید، اسید مالیک و اسید اگزالیک ۰۱/۰ مولار اندازه گیری شد. مطالعه رهاسازی فسفر به روش عصاره‌گیری متوالی در مدت زمان ۲۵/۰ تا ۷۲ ساعت انجام شد. در پایان معادلات سینتیکی مرتبه صفر، مرتبه اول، مرتبه دوم، الوویچ ساده، تابع نمایی و پخشیدگی پارابولیکی (جدول ۱) بر مقدار فسفر رهاسازی شده برازش داده شد و بر اساس ضرایب تشخیص و اشتباه استاندارد برآورد معادلاتی که قادر به توصیف آزاد شدن فسفر بودند انتخاب شد.

نتایج و بحث

برخی ازخصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در عمق A و B در جدول ۲ آورده شده است. خاک‌های مورد مطالعه دامنه تغییرات رس و کربنات کلسیم خاک‌ها به ترتیب بین ۵/۲۱ تا ۵/۴۷و ۵/۱۰ تا ۵/۴۴ درصد می‌باشد. تغییرات پهاش خاک‌ها بین ۳۵/۷ تا ۹۸/۷ می باشد ماده آلی خاک‌های مورد مطالعه بین ۱ تا ۱/۳ درصد متغیر می‌باشد. غلظت فسفر اولسن خاک‌ها بین ۶/۱۱ تا ۳۶ بود، غلظت فسفر اولسن در عمق A نسبت به عمق B بدلیل استفاده از کودهای شیمیایی و فسفاته بیشتر می‌باشد.

جدول ۲. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	pH	EC	OM	رس	شن	سیلت	کربنات کلسیم معادل	$CaCl_2$-P	Olsen-P	CEC
		$dS\ m^{-1}$			%			$mg\ kg^{-1}$	$mg\ kg^{-1}$	$Cmol_c\ kg^{-1}$
عمق ۳۰-۰	۹۸/۷- ۴۱/۷	۲۴/۰- ۱۲/۰	۱/۳- ۱/۱	۵/۴۳- ۵/۲۱	۵۴- ۲۴	۵/۴۴- ۱۸	۲/۳۶- ۸	۸/۵- ۲/۲	۳۶- ۴/۱۳	۳/۲۴- ۳/۱۷
عمق ۶۰-۳۰	۹۳/۷- ۳۵/۷	۲۵/۰- ۱۱/۰	۱/۱-۷	۵/۴۷- ۵/۲۱	۵۴- ۲۴	۵/۴۴- ۱۶	۵/۳۷- ۷/۱۰	۶/۸- ۵/۱	۵/۳۴- ۶/۱۱	۲/۲۴- ۱/۱۴

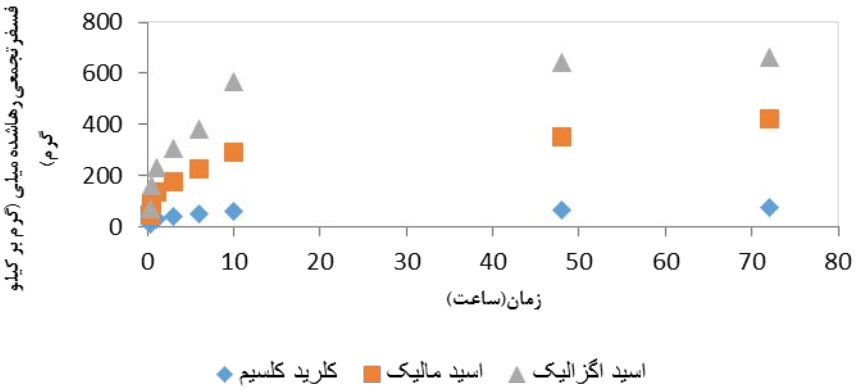
مقدار تجمعی فسفر رهاسازی توسط کلسیم کلرید با میانگین ۳۹/۵۵ میلی گرم در کیلوگرم خاکبدست آمد. میانگین فسفر تجمعی رها شده توسط عصاره‌گیرهای متوالی اسید مالیک و اسید اگزالیک در مدت ۷۲ ساعت به ترتیب ۱۶/۲۴۹ و ۴۹/۴۱۸ میلی گرم در کیلو گرم خاک بود. نتایج نشان می‌دهند که عصاره‌گیرها توانایی مختلفی در رهاسازی فسفر را دارند. بیشترین میانگین فسفر عصاره‌گیری شده در اسید اگزالیک و سپس اسید مالیک و کمترین مربوط به کلرید کلسیم می‌باشد.

اسید اگزالیک از اسید مالیک، اسیدی قوی‌تر می‌باشد. توانایی مختلف اسید مالیک و اسید اگزالیک در رهاسازی فسفر به مقادیر مختلف یون‌های هیدروژن و لیگاندهای آلی تولید شده از تجزیه این دو اسید وابسته است. غلظت یون‌های هیدروژن و لیگاندهای آلی حاصل از تجزیه اسید اگزالیک بیشتر از اسید مالیک است. با توجه به جدول ۳ بیشترین و کمترین مقدار فسفر تجمعی رهاسازی شده در هر سه عصاره‌گیر به ترتیب مربوط به خاک‌های شماره ۹ و ۱۰ می‌باشد. بیشترین و کمترین فسفر اولسن نیز به ترتیب در خاک‌های شماره ۹ و ۱۰ بوده است. در جدول ۳ مقدار فسفر تجمعی رهاسازی شده توسط سه عصاره‌گیر ارائه شده است.

جدول ۳. مقدار کل فسفر رهاسازی شده توسط سه عصاره‌گیر پس از پس از ۷۲ ساعت

عصاره‌گیر / عمق خاک	کلرید کلسیم	اسید مالیک	اسید اگزالیک
۰-۳۰	۳۹/۵۵	۱۶/۲۴۹	۴۹/۴۱۸
۳۰-۶۰	۱۷/۴۹	۱۹/۲۱۱	۹۸/۲۹۲

.شکل ۱ روند فسفر تجمعی رهاسازی توسط سه عصاره‌گیر در خاک شماره ۹ را نشان می‌دهد



شکل ۱. روند فسفر تجمعی رهاسازی توسط سه عصاره‌گیر در خاک شماره ۹

شش معادله سینتیکی شامل معادله مرتبه صفر، اول، دوم، الوویچ ساده، پخشیدگی پارابولیک و تابع بر داده‌های تجمعی برازش داده شدند. از میان معادلات معادلاتالوویچ ساده، مرتبه اول، تابع نمایی و پخشیدگی پارابولیک به خوبی توانستند رهاسازی تجمعی فسفر از خاک‌های مورد مطالعه را توصیف نمایند.دامنه تغییرات ثابت رهاسازی و عرض ازمبدا معادلات سینتیکی برای سه نوع عصاره گیر کلسیم کلرید، اسید مالیک و اسید اگزالیک در جدول شماره ۴ آورده شده است.

جدول ۴. میانگین ثابت رهاسازی و عرض ازمبدا معادلات سینتیکی سه عصاره گیر

معادلات عصاره گیر	مرتبه اول			الوویچ ساده			تابع نمایی			پخشیدگی پارابولیک		
	a	b	R^2	a	b	R^2	Lna	b	R^2	a	b	R^2
کلسیم کلرید ۰-۳۰ ۶۰-۳۰	۵/۳	۰.۰۳۴	۹۲/۰	۳/۱۷	۱/۱۰	۹۸/۰	۶/۲	۳۶/۰	۸۹/۰	۲۴/۰	۰۹۵/۰	۸۶/۰
	۴/۳	۰.۰۳۳	۹۲/۰	۵/۱۴	۹/۷	۹۸/۰	۵/۲	۳۶/۰	۸۹/۰	۲۲/۰	۰۹۷/۰	۸۷/۰
اسید مالیک ۰-۳۰ ۳۰-۶۰	۱/۵	۰۵/۰	۹۰/۰	۷/۶۷	۱/۴۰	۹۶/۰	۰۱/۴	۴۳/۰	۹۱/۰	۱۸/۰	۱/۰	۸۸/۰
	۹/۴	۰۴/۰	۸۹/۰	۸/۵۲	۹/۳۴	۹۶/۰	۲/۱	۴۵/۰	۹۰/۰	۱۵/۰	۱/۰	۸۹/۰
اسید اگزالیک ۰-۳۰ ۳۰-۶۰	۳/۵	۰۵/۰	۹۱/۰	۷۴/۱۷۲	۷۸/۶۰	۹۲/۰	۸/۴	۳۲/۰	۸۵/۰	۳۴/۰	۱۲/۰	۷۵/۰
	۵	۰۵/۰	۸۹/۰	۸/۱۱۱	۰۱/۴۴	۹۲/۰	۳/۴	۳۴/۰	۸۳/۰	۳۱/۰	۰۸/۰	۷۷/۰

بالا بودن ثابت رهاسازی و عرض از مبدا در عصاره‌گیرهای اسیدی در مقایسه با کلرید کلسیم از طرفی بالا بودن ثابت سرعت رها سازی و عرض از مبدا در اسید اگزالیک نسبت به اسید مالیک را می‌توان به نوع عصاره‌گیرها، مکانیزم عمل آن‌ها در عصاره‌گیری نسبت داد. بین ضرایب معادلات مربوط به آزاد شدن فسفر با فسفر اولسن و پهاش خاک‌های مورد مطالعه همبستگی معنی‌داری وجود داشت.

Islas-Espinoza et al(۲۰۱۳) طی تحقیقات خود در بررسی سرعت رهاسازی فسفر خاک‌های اصلاح شده با مواد زیستی بهترین معادلات توصیف‌کننده رهاسازی فسفر را معادله تابع نمایی و انتشار پارابولیک به ترتیب با ضریب هم‌بستگی ۸۹/۰ و ۹۹/۰گزارش نمودند و ضریب b معادله پارابولیک را (۰۲۸۸/۰ - ۲۳۸۴/۰) میلی گرم برکیلوگرم بر مجذور ساعت گزارش نمودند. Jalali and et al (۲۰۱۳))در مطالعات خود به بررسی رهاسازی فسفر خاک‌های استان همدان با انواع کاربری‌ها مانند : باغ، کشاورزی و مرتع پرداختند. آنها بیش‌ترین رهاسازی فسفر را در خاک‌هایی با کاربری سیب زمینی و کم‌ترین رهاسازی فسفر در خاک‌هایی با کاربری مرتع گزارش نمودند. آنها گزارش نمودند سینتیک رهاسازی فسفر در ابتدا سریع بوده و سپس سرعت آن کاهش می‌یابد. آنها معادله انتشار پارابولیک را بهترین معادله توصیف‌کننده رهاسازی فسفر گزارش نمودند و دامنه ضریب b را برای معادله پارابولیک (۷۰۷/۰ -

۱۱۸/۹) میلی گرم برکیلوگرم بر مجذور ساعت گزارش نمودند.بیابانکی و حسین پور (۱۳۸۶) طی تحقیقات خود به بررسیبررسی رهاسازی فسفر خاک‌های استان همدان بوسیله عصاره‌گیری مرحله ای بی کربنات سدیم انجام دادند به این نتیجه رسیدند که رها سازی فسفر توسط معادلات پخشیدگی پارابولیکی، مرتبه اول و تابع نمایی به خوبی قابل توصیف است.

نتیجه گیری

نتایج مطالعات نشان داد که میانگین فسفر تجمعی رها شده توسط اسیدها بیشتر از نمک کلرید کلسیم می‌باشد. واسیدها توانایی بیشتری در رهاسازی فسفر از خاک‌ها دارند. لذا ترشح این اسیدها توسط ریشه گیاه می‌تواند فراهمی فسفر را در خاک بالاتر ببرد. معادلات الوویچ ساده، مرتبه اول، تابع نمایی و پخشیدگی پارابولیک به خوبی توانستند رهاسازی فسفر از خاک را توصیف نمایند.

منابع

بیابانکی، ف؛ حسین پور، ع، ر.(۱۳۸۶). سینتیک آزاد شدن فسفر و هم‌بستگی ضرایب مدل‌های سینتیکی با برخی ویژگی‌های خاک و شاخص‌های گیاهی در تعدادی از خاک‌های همدان. مجله علوم و فنون کشاورزی ومنابع طبیعی، سال یازدهم، شماره ۴۲.

خورشید، م؛ حسین پور، ع، ر؛ اوستان، ش. (۱۳۸۷). تاثیر لجن فاضلاب بر جذب فسفر قابل استفاده در برخی از خاک‌های آهکی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم، شماره ۴۶.

کاووسی، ب؛ حسینی فرهی، م. (۱۳۸۷). زمان گل انگیزی و اثرهای محلول باشی با عناصر ازت، روی، بور بر ویژگی‌های کیفی و عملکرد انگور (Vitis vinifera L)رقم سیاه در سی سخت. مجله پژوهش در علوم کشاورزی. جلد ۴، ۷۳ - ۸۲.

گودرزی، ک. ف؛ حسینی فرهی، م. (۱۳۸۷). ارزیابی تعادل تغذیه‌ای در تاکستان های استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از روش دریس. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، جلد ۹، شماره ۱، ۴۵ - ۵۸.

مجیدی،ع. ف؛ ملکوتی، م، ج. (۱۳۸۰). مقایسهروشهایکاربردعناصرکممصرفدرارتباطباعملکردوکیفی میوهانگور.مجلهعلومخاکوآب، ۱۸۰ - ۱۹۰.

ملکوتی، م، ج؛ کشاورز، پ؛ کریمیان، ن، ع. (۱۳۸۷). روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. چاپ هفتم . انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

۷. Jalali, M., Ahmadi, N., Zinli, M. (۲۰۱۱). Kinentics of phosphorus release from calcareous soils under different land use in Iran. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, ۱۷۴, ۳۸ -۴۶.

۸. Islas-Espinoza, M., Solis, M., Esteller, M, V. (۲۰۱۳). Phosphorus release kentics in a soil amended with biosolids and vermicompost. *Envonmental Earth Sciences*, ۱ - ۱۱.

۹. Shafqat, M., pierznski, G. (۲۰۱۴). The freundlich adsorption isotherm constants and prediction of phosphorus bioavailability as affected by different phosphorus sources in twoKansas soils. *Chmosphere,* ۷۲-۸۰.

۱۰. Rowell, D, L. (۱۹۹۴). Soil science : methods and applications. Longman, London.

Abstract

Surveyreactions phosphorus release in the soilover timetothe notice ofavailabilityfor theplantandthe possibility ofphosphorusrunoffis important. The objective of this study was to investigated the release of phosphorus in ۱۰ soils samples vineyard of Malayer city in two depths (۰-۳۰) and (۳۰-۶۰) with three extractorcalciumchloride, malicacidandoxalic acid۰.۰۱M over time ۷۲ hours. After ۷۲hoursthe amount ofphosphorusreleased intotheA depthbetween ۳۴.۴ - ۶۶۰.۲ and B depth between ۲۹.۱ - ۴۵۴.۰۷ mg/kg was variable. The cumulative Preleasewas evaluatedbysix kinetics. The results showed that P releasebyElovichequations, power function, first order and parabolic diffusion lawwasdescribedwell. Thesoilphosphorus releaserateusingoxalic acidhad thehighest.

اثر بیوچار حاصل از کود مرغی بر زیست فراهمی عناصر غذایی در یک خاک آهکی

مختار زلفی باوریانی [۱]، عبدالمجید رونقی [۲]، رضا قاسمی [۲] ، جعفر یثربی [۲]
۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
این آزمایش به منظور بررسی اثرهای کود مرغی و بیوچار حاصل از آن در دماهای متفاوت (۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس) بر زیست فراهمی عناصر غذایی در یک خاک آهکی اجرا شد. تمامی منابع ماده آلی بطور جداگانه به میزان ۲% وزنی با ۴۰۰ گرم خاک مخلوط و به مدت ۱۵۰ روز خوابانده شد. قابلیت استفاده عناصر غذایی در زمان‌های مختلف خواباندن اندازه‌گیری شد. کاربرد تمامی منابع ماده آلی سبب افزایش معنیدار فراهمی عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس در خاک شد. بیوچار تهیه شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس بیشترین تأثیر را در بهبود قابلیت استفاده عناصر غذایی و ماندگاری آن در خاک داشت.

واژه های کلیدی: کود مرغی، بیوچار، خاک آهکی، عناصر غذایی.

مقدمه
آتشکافت یک فرآیند تجزیه حرارتی در شرایط عدم وجود اکسیژن آزاد است که در نتیجه آن از زیست توده اولیه سه محصول گاز، مایع و مواد جامد (بیوچار) تولید می‌شود (Ro et al., ۲۰۱۰). با توجه به مقاومت بیوچار به تجزیه بیولوژیکی هدف اولیه از تولید آن حفظ و نگهداری کربن در خاک و در نتیجه کاهش غلظت گازهای گلخانهای در اتمسفر می‌باشد. علاوه بر این بیوچار به عنوان یک ماده افزودنی، ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Vaccari et al., ۲۰۱۱). ویژگی‌های بیوچار تولیدی تحت تأثیر منبع زیست توده اولیه و شرایط آتشکافت به ویژه میزان و مدت اعمال حرارت است. بیوچار تولیدی از بقایای گیاهی در مقایسه با کودهای دامی معمولاً حاوی مقدار کمتری از عناصر غذایی است (Sheth and Bagchi, ۲۰۰۵). گزارش‌های زیادی در خصوص تأثیر بیوچار تهیه شده از منابع مختلف زیست توده تحت شرایط متفاوت تولید بر جنبه‌های حاصلخیزی خاک وجود دارد (Vaccari et al., ۲۰۱۱). تحقیقات انجام شده بر روی بیوچار عمدتاً در خاک‌های اسیدی بوده و در خاک‌های آهکی گزارشهای چندانی موجود نیست. از مهم‌ترین ویژگی خاک‌های آهکی پایین بودن قابلیت استفاده برخی از عناصر غذایی از جمله فسفر، آهن، روی، منگنز و مس است که عمدتا به دلیل پ‌هاش نسبتاً بالای این خاک‌ها می‌باشد (Havlin et al., ۲۰۰۵).
مواد آلی وضعیت عناصر غذایی در خاک را به دلیل جذب سطحی و واکنش‌های کمپلکسی تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bradl ۲۰۰۴). میزان این مواد در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر مناطق جنوبی ایران پایین بوده و برای بهره‌گیری از فوائد آن مقادیر هنگفتی از منابع مختلف مواد آلی مانند کودهای گاوی، گوسفندی، و مرغی در اراضی کشاورزی مصرف می‌شود. به دلیل تجزیه سریع، اثر این مواد پس از گذشت مدت زمان نسبتاً کوتاهی به شدت کاهش یافته و یا تقریباً از بین می‌رود. لذا کشاورزان ملزم به مصرف مداوم و سالیانه این مواد در خاک هستند. این موضوع علاوه بر ایجاد مشکلات زیست محیطی و بهداشتی افزایش هزینه تولید را نیز در پی دارد. اثر بیشتر کود مرغی بر قابلیت استفاده عناصر غذایی نسبت به سایر کودهای دامی (Havlin et al., ۲۰۰۵) از یک‌سو و تفاوت در ویژگی‌های بیوچار تهیه شده از آن در شرایط متفاوت از سوی دیگر لزوم بررسی اثر بیوچار حاصل از کود مرغی تحت دماهای متفاوت بر قابلیت استفاده عناصر غذایی در خاک و به خصوص ماندگاری اثر آن را ضروری نموده که هدف اصلی آزمایش حاضر است.

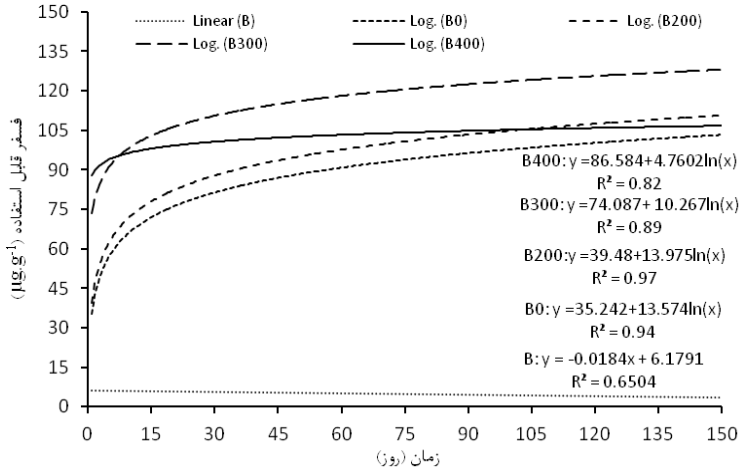
مواد و روشها
برای اجرای این آزمایش، خاک کافی از افق سطحی (۲۰-۰ سانتیمتری) جمع‌آوری شد. خاک هوا خشک شده پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری برخی از ویژگی‌های آن تعیین شد. بیوچار به طور جداگانه در دماهای ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس با استفاده از کوره الکتریکی (Heraeus مدل K-۱۲۵۲) تهیه شد. کود مرغی و سه نوع بیوچار تهیه شده از آن به طور جداگانه به میزان دو درصد وزنی با نمونه‌های ۴۰۰ گرمی خاک آهکی به طور کامل مخلوط شد.
آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد نظر شامل منابع ماده آلی در پنج سطح (بدون ماده آلی(B)، کود مرغی(B.) و بیوچارهای تهیه شده از آن در دماهای ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس به ترتیب $B_{۳۰۰}$ ، $B_{۲۰۰}$ و $B_{۴۰۰}$) و زمان نمونه‌برداری در چهار سطح (یک، ۱۵، ۴۵ و ۱۵۰ روز پس از شروع خواباندن) بود. تیمارهای مذکور به مدت ۵ ماه در شرایط حدود رطوبت مزرعه و دمای ۲۵ درجه سلسیوس خوابانده شد. از تمامی تیمارها در زمان‌های مذکور نمونه‌برداری و زیست فراهمی عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس در آنها تعیین شد. تجزیه آماری داده‌ها و روابط رگرسیونی مربوطه با نرم افزارهای SPSS و SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

پ‌هاش بالا، مقدار زیاد کربنات کلسیم معادل، پایین بودن قابلیت استفاده برخی عناصر غذایی و نیز مقدار کم کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی از مهم‌ترین مشخصه‌های خاک مورد مطالعه بود. افزایش قابلیت هدایت الکتریکی و نیز غلظت فسفر، آهن، روی، مس و منگنز در بیوچارهای تولیدی نسبت به زیست توده اولیه و نیز تشدید این روند با افزایش دمای آتشکافت از مهم‌ترین مشخصه‌های بیوچارهای حاصل از کود مرغی بود.

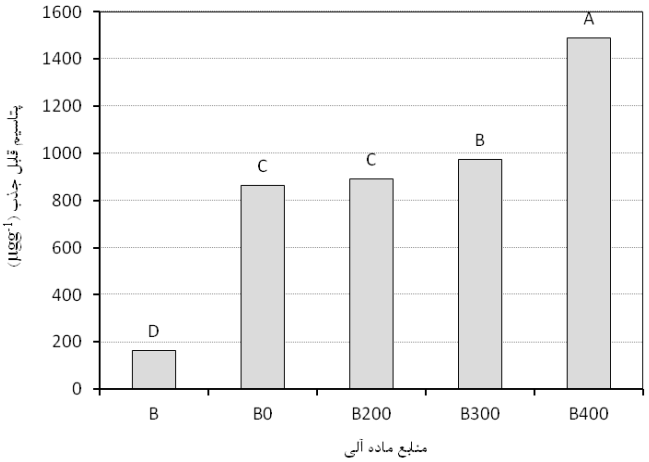
در تمامی مراحل نمونه‌برداری کاربرد کود مرغی و بیوچارهای حاصل از آن سبب افزایش معنی‌دار قابلیت استفاده فسفر در خاک نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۱). در زمان یک روز پس از شروع خواباندن، بیوچارهای تهیه شده در دمای بالاتر به دلیل غنی‌تر بودن تأثیر بیشتری بر افزایش قابلیت استفاده فسفر در خاک داشت (شکل ۱). میزان تأثیر مواد آلی در افزایش فراهمی فسفر در خاک به مقدار فسفر آنها بستگی دارد (Singh and Jones ۱۹۷۶).

در تمامی منابع ماده آلی با گذشت زمان خواباندن قابلیت استفاده فسفر در خاک به صورت لگاریتمی افزایش یافت(شکل ۱). شیب افزایش در ابتدای خواباندن در تمامی منابع مواد آلی زیاد بود اما با گذشت زمان کاهش یافت. روند افزایش در تیمارهای کود مرغی و بیوچار ۲۰۰ شدیدتر از بیوچار ۳۰۰ و در بیوچار ۴۰۰ بسیار جزئی بود. بر اساس گزارشات موجود آزاد سازی فسفر از کود دامی به فاز محلول خاک در ابتدا سریع بوده و با گذشت زمان با سرعت کمتری ادامه می‌یابد (Hansen and Strawn ۲۰۰۳). به نظر می‌رسد سرعت تجزیه بیشتر بیوچار تهیه شده در دمای پایین مشابه زیستتوده اولیه سرعت آزادسازی بیشتر فسفر در محلول خاک را در پی داشته است. در مراحل اولیه تجزیه مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها ترکیبات آلی محلول مانند قندها و اسیدهای آلی در محلول خاک افزایش می‌یابد (Rees et al., ۲۰۰۱). این ترکیبات با مکانیسم‌های متفاوت می‌توانند در افزایش فراهمی فسفر در خاک مؤثر باشند (Havlin et al., ۲۰۰۵). با گذشت زمان میزان تولید این ترکیبات در اثر تجزیه ماده آلی کاهش یافته و بنابراین تأثیر ماده آلی بر فراهمی فسفر با گذشت زمان کاهش می‌یابد (حلاج نیا و همکاران ۱۳۸۵). از سوی دیگر با افزایش مقاومت به تجزیه در اثر تبدیل کود مرغی به بیوچار و نیز بیشتر شدن این مقاومت با افزایش دمای آتشکافت (Steiner et al., ۲۰۰۸) انتظار می‌رود در مراحل اولیه خواباندن سرعت رها سازی فسفر در اثر تجزیه بیوچار کمتر از زیست توده اولیه باشد و با افزایش دمای آتشکافت کاهش بیشتری را شاهد باشیم. ماندگاری طولانی مدت اثر بیوچار بر ویژگی‌های خاک به دلیل مقاومت بیشتر آن به تجزیه می‌باشد (Fellet et al., ۲۰۱۱).



شکل ۱ - رابطه فسفر قابل استفاده در خاک با زمان انکوباسیون در تیمارهای مختلف

هرچند کاربرد کود مرغی سبب افزایش قابلیت استفاده پتاسیم در خاک شد اما کاربرد بیوچار تهیه شده از آن در دمای بالاتر با افزایش بیش از پیش قابلیت استفاده این عنصر غذایی در خاک همراه بود (شکل ۲). با توجه به افزایش غلظت پتاسیم در ساختار بیوچار با افزایش دمای آتشکافت این نتایج دور از انتظار نمی‌باشد. تصعید عناصر مختلف از ساختار زیست‌توده در اثر تبدیل آن به بیوچار تحت تأثیر دمای تصعید این عناصر می‌باشد (Krull et al., ۲۰۰۹). فسفر و پتاسیم در دامنه ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه سلسیوس تصعید می‌شوند (DeLuca et al., ۲۰۰۹). با توجه به اینکه حداکثر دمای اعمال شده در این آزمایش ۴۰۰ درجه سلسیوس بود انتظار می‌رود با افزایش دمای آتشکافت و تصعید برخی از عناصر، بیوچار حاصله از عناصری مانند فسفر و پتاسیم غنی‌تر شود.



شکل ۲- قابلیت استفاده پتاسیم در منابع مختلف ماده آلی

همچنین افزایش حلالیت فسفر، پتاسیم و عناصر غذایی کم مصرف موجود در ساختار زیست توده در اثر افزایش حرارت در افزایش قابلیت استفاده این عناصر در خاک مؤثر است (Steiner et al., ۲۰۰۷). ضمن اینکه افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در اثر افزودن بیوچار به خاک نیز گزارش شده است (Steiner et al., ۲۰۰۸). این عوامل می‌تواند در افزایش فراهمی عناصر مذکور مؤثر باشد. غلظت پتاسیم و فسفر در اثر تبدیل کود مرغی به بیوچار در شرایط متفاوت تولید به میزان ۸/۲ تا ۷ برابر افزایش یافته و می‌تواند به عنوان منبع عناصر غذایی در کشاورزی مورد استفاده گیرد (Knudsen et al., ۱۹۸۲).

یک روز پس از خواباندن، کاربرد کود مرغی و بیوچارهای تهیه شده در دمای ۲۰۰ و ۳۰۰ درجه سلسیوس سبب افزایش معنی‌دار قابلیت استفاده آهن در خاک نسبت به تیمار شاهد شد. در این راستا میزان تأثیر بیوچار ۲۰۰ بیش از دو نوع دیگر ماده آلی بود. با گذشت زمان قابلیت استفاده آهن در خاک در تیمارهای کود مرغی و بیوچارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ کاهش یافت. شدت کاهش در خاک تیمار شده با بیوچار ۳۰۰ کمتر از دو نوع دیگر ماده آلی بود. میزان آهن قابل استفاده در تمامی این تیمارها تا آخرین مرحله خواباندن بیش از تیمار شاهد بود اما تفاوت معنی‌داری بین خاک تیمار شده با بیوچار ۴۰۰ و تیمار شاهد مشاهده نشد (جدول ۱).

تأثیر منابع مختلف مواد آلی بر قابلیت استفاده روی و منگنز در خاک تقریباً مشابه بود. یک روز پس از شروع خواباندن حداکثر فراهمی این عناصر در خاک تیمار شده با بیوچار ۳۰۰ مشاهده شد. خاک‌های تیمار شده با بیوچار ۲۰۰، کود مرغی و بیوچار ۴۰۰ به ترتیب در مراتب بعدی قرار گرفتند. با گذشت زمان، فراهمی این دو عنصر غذایی در تمامی تیمارهای ماده آلی کاهش یافت. سرعت کاهش در خاک‌های تیمار شده با بیوچار ۳۰۰ و به خصوص بیوچار ۴۰۰ کمتر از دو نوع دیگر ماده آلی بود(جدول ۱). این امر باعث شد که در پایان خواباندن میزان فراهمی منگنز و روی در خاک تیمار شده با بیوچار ۳۰۰ بیش از سایر منابع ماده آلی باشد. هرچند قابلیت استفاده مس در خاک در یک روز پس از شروع خواباندن در تمامی منابع ماده آلی بیش از تیمار شاهد بود اما تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای کود مرغی و بیوچارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ وجود نداشت(جدول ۱). با گذشت زمان خوابانیدن قابلیت استفاده مس در خاک‌های تیمار شده با کود مرغی و بیوچارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ کاهش یافت اما تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های ۱۵، ۴۵ و ۱۵۰ روز در تمامی این تیمارها وجود نداشت. قابلیت استفاده مس در خاک تیمار شده با بیوچار ۴۰۰ کمتر از سایر منابع ماده آلی بود و با گذشت زمان تغییری در آن مشاهده نشد.

تغییر در قابلیت استفاده عناصر غذایی کم‌مصرف در خاک تحت تأثیر ویژگی‌های مواد آلی و خاک می‌باشد. با تجزیه مواد آلی عناصر غذایی موجود در آن آزاد می‌شود(Van Herwijnen et al., ۲۰۰۷). سرعت زیاد تجزیه کود مرغی و بیوچار تهیه شده از آن در دمای پایین(Steiner et al., ۲۰۰۷) رها سازی سریع‌تر عناصر موجود در ساختار آنها را سبب شده است. احتمالاً آهکی بودن خاک و پ‌هاش نسبتاً بالای آن کاهش سریع قابلیت استفاده عناصر آزاد شده را سبب شده است. برخی منابع افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی کم مصرف را در اثر کاربرد بیوچار در خاک(Namgay et al., ۲۰۱۰، Fellet et al., ۲۰۱۱) و برخی کاهش آن را (Kookana et al.,۲۰۱۱) گزارش کرده‌اند. تأثیر بیوچار بر قابلیت استفاده عناصر غذایی در خاک به دمای تولید آن بستگی دارد. اثرات متقابل (Joseph et al., ۲۰۱۰)خاک با بیوچارهای تولیدی در حرارت کم بیشتر از بیوچارهای تولیدی در حرارت بالا می‌باشد این نوع بیوچار در خاک فعال‌تر بوده و نسبت به بیوچار تولید شده در دمای بالا تأثیر بیشتری بر بهبود ویژگی‌های تشکیل گروه‌های عامل و محل‌های جذب در سطح بیوچار نیز ظرفیت خاک را در ایجاد(Steinbeiss et al., ۲۰۰۹)حاصلخیزی خاک دارد با توجه به ساختار سخت بیوچار در خاک و (Uchimiya et al., ۲۰۱۱). کمپلکس با یون‌های فلزی و جذب آنها افزایش می‌دهد انتظار می‌رود کمپلکس‌های ایجاد شده یونهای فلزی (Steiner et al., ۲۰۰۷)افزایش مقاومت آن به تجزیه با افزایش دمای آتشکافت ماندگاری طولانی مدت اثر بیوچار بر قابلیت استفاده.(Namgay et al., ۲۰۱۰)با بیوچار پایدارتر از سایر منابع ماده آلی باشد هرچند تبدیل کود (Fellet et al., ۲۰۱۱)عناصر غذایی و ویژگی‌های خاک به دلیل مقاومت بیشتر آن به تجزیه گزارش شده است

مرغی به بیوچار و نیز افزایش دمای آتشکافت غنی‌تر شدن آن را در پی داشت، اما افزایش پ‌هاش بیوچار با افزایش دمای آتشکافت به ۴۰۰ درجه سلسیوس، در کاهش قابلیت استفاده این عناصر در خاک مؤثر بوده است.

جدول ۱ - تأثیر کود مرغی و بیوچارهای حاصل از آن بر قابلیت استفاده برخی عناصر غذایی در خاک در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری

منابع مواد آلی	زمان نمونه‌برداری (روز)	آهن	منگنز	روی	مس
		(میکروگرم در گرم)			
شاهد	۱	g ۱۲/۲*	l ۸۹/۷	g ۰۰/۱	f ۶۰۱/۰
	۱۵	g ۰۳/۲	l ۶۵/۷	g ۰۳/۱	f ۵۸۰/۰
	۴۵	g ۰۰/۲	l ۸۳/۷	g ۱۰/۱	f ۵۲۶/۰
	۱۵۰	h ۶۴/۱	l ۵۴/۶	g ۹۷۳/۰	f ۵۵۰/۰
کود مرغی	۱	b ۷۱/۳	b ۸/۲۷	d ۴۶/۵	abc ۶۶۹/۱
	۱۵	cd ۸۴/۲	e ۸/۱۷	d ۴۸/۵	cd ۴۲۹/۱
	۴۵	cd ۸۲/۲	gh ۵/۱۵	d ۳۲/۵	d ۳۵۳/۱
	۱۵۰	fg ۲۱/۲	k ۸/۱۱	e ۶۸/۴	d ۳۶۱/۱
بیوچار ۲۰۰	۱	a ۱۱/۴	c ۵/۲۶	c ۳۲/۶	a ۷۴۶/۱
	۱۵	c ۱۱/۳	fg ۰/۱۶	d ۴۲/۵	bcd ۴۹۲/۱
	۴۵	cd ۸۷/۲	ef ۸/۱۶	d ۳۲/۵	d ۳۵۸/۱
	۱۵۰	fg ۲۷/۲	jk ۴/۱۲	e ۶۷/۴	d ۳۱۶/۱
بیوچار ۳۰۰	۱	c ۰۹/۳	a ۸/۳۱	a ۰۵/۹	ab ۷۰۰/۱
	۱۵	cd ۸۱/۲	ef ۰/۱۷	ab ۵۰/۸	bcd ۴۷۳/۱
	۴۵	de ۷۱/۲	fg ۲/۱۶	b ۳۵/۸	bcd ۴۹۱/۱
	۱۵۰	ef ۴۶/۲	hi ۵/۱۴	b ۰۹/۸	cd ۴۴۱/۱
بیوچار ۴۰۰	۱	g ۱۰/۲	d ۳/۲۲	f ۶۶/۳	e ۹۳۱/۰
	۱۵	g ۰۸/۲	i ۲/۱۴	d ۵۹/۵	e ۹۲۵/۰
	۴۵	g ۰۰/۲	ij ۳/۱۳	f ۵۲/۳	e ۹۵۹/۰
	۱۵۰	h ۵۹/۱	k ۷/۱۱	e ۵۷/۴	e ۹۵۹/۰

***: میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف کوچک مشترک هستند از نظر ازمون دانکن در سطح ۵% تفاوت معنی‌داری ندارند.**

منابع

حلاج نیا، ا.، غ. حق نیا، ا. فتوت و ر. خراسانی. ۱۳۸۵. تأثیر ماده آلی بر فراهمی فسفر در خاک های آهکی. مجله علوم و فنون کشاورزی. سال دهم. شماره چهارم(الف). ص: ۱۲۱ - ۱۳۲.

Bradl, H.B. ۲۰۰۴. Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. Journal of Colloid and Interface Science ۲۷۷, ۱-۱۸.doi:۱۰.۱۰۱۶/j.jcis.۲۰۰۴.۰۴.۰۰۵

DeLuca, T. H., M. D. MacKenzie, and M. J. Gundale. ۲۰۰۹. Biochar effects on soil nutrient transformations. In "Biochar for Environmental Management:Science and Technology" (J.Lehmann and S.Joseph, Eds.),Earth, London.

Fellet, G., L. Marchiol, G. D. Vedove, A. Peressotti. ۲۰۱۱. Application of biochar on mine tailings: Effects and perspectives for land reclamation. Chemosphere ۸۳: ۱۲۶۲-۱۲۶۷.

Hansen,J.C. and D.G.Strawn. ۲۰۰۳.Kinetics of phosphorus release from manure-amended alkaline soil. J.SSci. ۱۶۸:۸۶۹-۸۷۹.

Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisadale, and W. L. Nelson. ۲۰۰۵. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. ۷th Ed. Pearson Education Inc., Upper Saddle River. New Jersey, USA. ۵۱۵ p.

Joseph, S., M. Camps-Arbestain, Y. Lin, P. Munroe, C. H. Chia, J. Hook, L. Van Zwieten, S. Kimber, A. Cowie, B. P. Singh, J. Lehmann, N. Foidl, R. J. Smernik, and J. E. Amonette. ۲۰۱۰. An investigation into reactions of biochar in soil. Aust. J. Soil Res. ۴۸: ۵۰۱-۵۱۵.

Knudsen, D., G.A. Peterson, and P.F. Pratt. ۱۹۸۲. Lithium, sodium and potassium. Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties. PP.۲۲۵-۲۴۶. Part ۲, ۲nd ed., Agron. Monogr. No.۹. *In*: A. L. Page(Eds.), ASA and SSSA, Madison, WI.

Kookana R.S., A.K. Sarmah, L. Van Zwieten, E. Krull, and B. Singh. ۲۰۱۱. Biochar Application to Soil: Agronomic and Environmental Benefits and Unintended Consequences. Advances in Agronomy, Volume ۱۱۲: ۱۰۳-۱۴۳.

Krull, E. S., J. A. Baldock, J. O. Skjemstad, and R. S. Smernik. ۲۰۰۹. Characteristics of biochar: Organo-chemical properties. In "Biochar for Environmental Management: Science and Technology" (J. Lehmann and S. Joseph, Eds.), Earthscan, London.

Namgay, T., B. Singh, and B. P. Singh. ۲۰۱۰. Influence of biochar application to soil on the availability of As, Cd, Cu, Pb, and Zn to maize (Zea mays L). Aust. J. Soil Res. ۴۸: ۶۳۸-۶۴۷.

Rees, R. M., B. C. Ball, C. D. Campbell and C. A. Watson. ۲۰۰۱. Sustainable management of soil organic matter. British Society of Soil Science. CAB pub.

Ro, K.S., Cantrell, K.B., Hunt, P.G., ۲۰۱۰. High-temperature pyrolysis of blended animal manures for producing renewable energy and value-added biochar. Ind. Eng. Chem. Res. ۴۹, ۱۰۱۲۵-۱۰۱۳۱.

Shetch, A.C., Bagchi, B., ۲۰۰۵. Investigation of nitrogen-bearing species in catalytic steam gasification of poultry litter. J. Air Waste Manage. Assoc. ۵۵, ۶۱۹-۶۲۸.

Singh, B. B. and P. Jones. ۱۹۷۶. Phosphorus sorption and dessorption characteristics of soil as affected by organicresidues. Soil Sci. Soc. Amer. J. ۴۰:۳۸۹-۳۹۴

Steinbeiss, S., G. Gleixner, and M. Antonietti. ۲۰۰۹. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity. Soil Biol. Biochem. ۴۱: ۱۳۰۱-۱۳۱۰.

Steiner, C., K. C. Das, M. Garcia, B. Forster, and W. Zech. ۲۰۰۸. Charcoal and smoke extract stimulate the soil microbial community in a highly weathered xanthic Ferralso. Pedobiologia ۵۱: ۳۵۹-۳۶۶.

Steiner, C., W. G. Teixeira, J. Lehmann, T. Nehls, J. L. V. MaceDo, W. E. H. Blum, and W. Zech. ۲۰۰۷. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. Plant Soil: ۲۹۱, ۲۷۵-۲۹۰.

Uchimiya,M.,K.T.Klasson, L.H.Wartelle,and I.M.Lima.۲۰۱۱.Influence of soil properties on heavy metal sequestration by biochar amendment:۱.Copper sorption isotherms and the release of cations.Chemosphere۸۲,۱۴۳۱-۱۴۳۷

Vaccari, F. P., S. Baronti, E. Leugato, L. Genesio, S. Castaldi, F. Fornasier, and F. Miglietta. ۲۰۱۱. Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat. Europ. J. Agron. ۳۴: ۲۳۱-۲۳۸.

Van Herwijnen R., T. Hutchings, A. Al-Tabbaa, A. Moffat, M. Johns, and S. Ouki. ۲۰۰۷. Remediation of metal contaminated soil with mineral-amended composts. *Environmental Pollution* ۱۵۰, ۳۴۷-۳۵۴.

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of poultry manure (PM) and its derived biochars at different temperatures (۲۰۰, ۳۰۰ and ۴۰۰ C) on nutrients availability in a calcareous soil. All organic substances were incorporated with ۴۰۰ g of soil at ۲% level (w/w), separately and incubated for ۱۵۰ days. Soil nutrients availability determined at different stages of incubation time period. Application of all organic substances caused a significant increase in the availability of phosphorus, potassium, iron, zinc, manganese and copper in the soil. Biochar which produced at ۳۰۰ C had the greatest impact on improving of nutrients availability and its durability in

واجذبی پتاسیم غیرتبادلی در خاکهای استان فارس و انتخاب بهترین معادله سنتیکی تحت تاثیر اسیدهای آلی

عبدالصمد غلامی [۱]، سید علی ابطحی [۲]، صدیقه صفرزاده شیرازی [۳]، مهدی نجفی قیری [۴]
۱- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲-استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۴- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب

چکیده
تحقیقات زیادی در مورد آزادسازی پتاسیم از خاک‌ها تحت تاثیر عصاره‌گیرهای مختلف انجام شده، اما به اثر اسیدهای آلی بر روی این فرایند کمتر توجه شده است. بنابراین این آزمایش به منظور بررسی اثر اسیدهای آلی (اسید سیتریک و اگزالیک) بر سنتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی ۱۷ خاک استان فارس با ویژگی های متفاوت، انجام شد. نتایج نشان داد، مقدار پتاسیم تجمعی آزاد شده بوسیله اسید سیتریک نسبت به بیشتر بود و در همه خاک‌ها میزان اولیه آزادسازی پتاسیم زیاد و سپس کند و در نهایت به مقدار ثابتی رسید. از بین پنج معادله بررسی شده، معادله‌های مرتبه اول و تابع توانی با داشتن بیشترین مقدار ضریب تبیین (R^2) و کمترین خطای استاندارد (SE) به عنوان مناسب‌ترین مدل برای توصیف آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی برای تمام عصاره‌گیرها انتخاب شدند.

واژه های کلیدی: سنتیک، پتاسیم غیرتبادلی، اسیدهای آلی

مقدمه
پتاسیم یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان می باشد که نقش های بسیار مهمی در فتوسنتز، تقسیم سلولی و رشد، ساختن پروتئین ها، کمیت و کیفیت محصولات و در اقتصاد آب برای گیاه دارد. (مارشنر، ۱۹۹۵). چهار شکل مختلف پتاسیم در خاك شامل محلول، تبادلی، غیر تبادلی (تثبیت شده) و ساختمانی می باشد. بین این اشکال رابطه تعادلی وجود دارد و این روابط تعادلی در تغذیه گیاه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. پتاسیم غیر تبادلی ۱ تا ۱۰ درصد کل پتاسیم خاک را شامل می شود. این شکل از پتاسیم به آسانی قابل استفاده نیست اما خیلی آهسته به شکل قابل استفاده در می‌آید. پتاسیم غیرتبادلی در فضای بین لایه ای رس‌های ۲:۱ نگه داری می‌شود و در ساختمان کانی های حاوی پتاسیم وجود دارد (هاولین و همکاران، ۲۰۰۵).
علاوه بر مقدار پتاسیم غیر تبادلی سرعت رهاسازی آن نیز در میزان دسترس قرار گرفتن این شکل از پتاسیم در طول دوره رشد گیاه حائز اهمیت است. تبدیل پتاسیم از شکلی به شکل دیگر جزئی از پویایی پتاسیم در خاك بوده و در طول زمان ممکن است پتاسیم های ساختمانی و تثبیت شده به شکل محلول یا تبادلی و یا بالعکس، شکل های تبادلی و محلول به شکل تثبیت شده تبدیل شوند. از آنجایی که این تبدیلات بر قابلیت دسترسی پتاسیم برای گیاه تأثیرگذارند، مطالعه فرایندهای وابسته به زمان، که تغییرات این‌اشکال را بررسی می‌کنند ضروری به نظر می رسد.
اسیدهای آلی با دو سازوکار سبب افزایش انحلال کانی ها می شوند: تولید پروتون و تشکیل لیگاند با عناصر موجود در ساختمان کانیها. از طرفی اسیدهای آلی با تشکیل کمپلکس با فرآورده های محلول سبب افزایش سرعت انحلال کانیها میشوند. معمولا اسیدهای آلی بسته به توانایی‌شان در فراهم کردن پروتون (به عنوان یک اسید)، کلاته شدن با یون های فلزی (به عنوان یک عامل کلاته کننده)، و احیا عناصری (به عنوان عامل احیایی) می‌توانند عناصر غذایی و فلزات را از خاک یا کانیها آزاد کنند (اولمن و ولچ، ۲۰۰۲).
اسیدهای آلی مانند اسید سیتریک، اگزالیت و مالیک، در بسیاری از فرآیندهای ریشه شرکت می کنند که این فرآیندها شامل استخراج عناصر غذایی، سمیت زدایی فلزی، هوازدگی مینرالی و جذب پاتوژن ها می باشد. لیگاند های آلی مانند سیترات و اگزالات در واکنشهای رهاسازی پتاسیم در خاک نقش داشته و به عنوان عصاره گیر در آزمایشهای عصاره گیری دنباله ای بکار می روند. در خاکهای آهکی اسیدهای آلی حاصل از ترشحات ریشه گیاه می تواند به عنوان عامل موثر بر استخراج بخش قابل توجهی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه عمل نمایند و راندمان مصرف کود و آب را در این خاکها بهبود بخشند. از بین اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم اسیدهای اگزالیك، سیتریك، و مالیك معمولتر می باشند و به مقدار زیادتری نسبت به سایر اسیدها در محلول خاك وجود دارند (استرابل، ۲۰۰۱).
قدرت اسیدی کردن ریزوسفر بر آزادسازی پتاسیم معدنی از کانیهای پتاسیم دار اثر میگذارد. رهاسازی پتاسیم از کانیها تحت تأثیر ریشه گیاه به وسیله دو فرآیند انحلال ساختار بلور و یا تبادل پتاسیم بین لایه ای با کاتیون آب پوشیده رخ میدهد (اوگارد و کروگستاد، ۲۰۰۵). اثرات غیرمستقیم ماده آلی بر پتاسیم می تواند از طریق تأثیر آن بر پ هاش خاک و تولید اسیدهای آلی که نقش بسیار مهمی در جذب و رهاسازی پتاسیم از کانیهای پتاسیم دار ایفا می کنند، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی که باعث افزایش سطوح جذب پتاسیم و میزان پتاسیم رهاشده می شوند، بسته شدن دهانه رس ها و کاهش تثبیت (و گاهی افزایش تثبیت) و رهاسازی پتاسیم از شکل غیرتبادلی باشند. همچنین میزان ماده آلی بیش تر، جمعیت میکروبی فعالتری را موجب خواهد شد و به دنبال آن

تولید اسیدهای آلی که باعث می شود پتاسیم به شکل قابل دسترس تری در ریزوسفر برای گیاه تبدیل شود (خادمی و آروسنا، ۲۰۰۸).

استفاده از معادله های مختلف برای بررسی سینتیک آزاد سازی پتاسیم و تعیین بهترین معادله به سازوکار اصلی مؤثر در آزادسازی پتاسیم، ترکیب شیمیایی، و کانی‌شناسی خاک، نوع روش آزمایشگاهی استفاده شده و تیمار یا عدم تیمار خاک قبل از شروع آزمایش بستگی دارد. با توجه به اهمیت و تاثیر زیاد ریشه و اسیدهای آلی مترشحه از آن بر خاک، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر اسیدهای آلی سیتریک و اگزالیک بر آزادسازی پتاسیم در ۱۷ خاک استان فارس با ویژگی های فیزیکی و شیمیایی متفاوت و انتخاب بهترین معادله سینتیکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۷ نمونه خاک سطحی (۲۰-۰ سانتی متری) از نقاط مختلف استان فارس تهیه شد. خاک ها به ۷ راسته مختلف طبقه بندی شدند. برخی از ویژگی های این خاک ها نظیر بافت، پ-هاش، کربنات کلسیم معادل، ظرفیت تبادل کاتیونی، پتاسیم محلول، تبادلی، و ساختمانی اندازه‌گیری شد. جهت حذف پتاسیم تبادلی موجود در خاک، نمونه ها با محلول ۱ نرمال کلرید کلسیم به نسبت ۱۰ به ۱ (محلول به خاک) اشباع شده و پس از آن به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک شدند. به منظور بررسی اثر اسیدهای آلی بر آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی خاک ها، یک گرم از هر خاک توزین و به لوله سانتریفیوژ منتقل شد و به هر لوله ۲۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار اسید سیتریک و اگزالیک (به صورت جداگانه) و در دو تکرار افزوده شد. نمونه ها به مدت ۱، ۲، ۴، ۸، ۴۸، ۹۶، و ۲۱۶ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس تکان داده شدند. پس از سانتریفیوژ و صاف کردن، غلظت پتاسیم بوسیله دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد. معادله های مرتبه صفر، مرتبه اول، تابع توانی، ایلوویچ ساده شده و پخشیدگی پارابولیک جهت بررسی سینتیک آزادسازی پتاسیم استفاده شدند. این مدل ها با آنالیز رگرسیون حداقل مربعات آزموده و ضریب تبیین (R^2) محاسبه شد. خطای استاندارد(SE) نیز تعیین گردید.

نتایج و بحث

شکل محلول پتاسیم در خاک های مورد مطالعه از ۷/۲ تا ۳/۴۶ میلی گرم بر کیلوگرم خاک متغیر می باشد. مقادیر پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک جوشان که شامل پتاسیم محلول، تبادلی و غیرتبادلی می باشد دارای میانگین ۶/۹۴۷ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. محدوده شکل تبادلی پتاسیم ۹/۱۰۲ تا ۶/۴۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می باشد که حدود ۹/۱ تا ۳/۶ درصد از کل پتاسیم خاک را تشکیل می دهد.

به طور کلی مقدار تجمعی پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده بوسیله هر دو اسید در همه خاک‌ها در مراحل اولیه عصاره گیری با شیب بیشتر افزایش یافته و با گذشت زمان با آهنگ کندتری دنبال شده و در نهایت این شیب به مقدار ثابتی می رسد که در خاک های مختلف متفاوت است. حسین پور (۱۳۷۸)، مقدار پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده به وسیله عصاره گیری متوالی با اسید سیتریك را به عنوان تابعی از زمان از رسهای خالص مطالعه و مشاهده کرد که سرعت آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی در همه رس ها در مراحل اولیه زیاد، سپس کند شده و با سرعت نسبتاً ثابتی ادامه می یابد. رهاسازی سریع اولیه را می توان به آزاد شدن پتاسیم از مناطق لبه ای و گوه ای شکل کانیهای پتاسیم دار نسبت داد. با پیشروی رهاسازی، لبه های کانی از هم جدا شده و پتاسیم های بین لایه ای موجود در ساختمان کانی رها می شوند، به علت افزایش فاصله پتاسیم های درونی از لبه ها و قدرت جذب پتاسیم، رهاسازی با سرعت و پخشیدگی کمتری صورت می گیرد.

مقدار پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده طی ۷ مرتبه عصاره گیری خاک در مدت زمان ۲۱۶ ساعت به طور میانگین برای اسید اگزالیک ۲/۰ مولار ۳/۱۶۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (محدوده ۲/۸۳ تا ۹/۲۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) برای اسید سیتریک ۲/۰ مولار ۸/۲۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم (محدوده ۹/۱۳۳ تا ۳۵۸ میلی گرم بر کیلوگرم) تعیین شد. در هر دو عصاره گیر خاک راسته هیستوسول به دلیل داشتن ماده آلی زیاد، کمترین و راسته های الفی سول و ورتی سول به دلیل داشتن درصد رس بیشتر و همچنین کانی های حاوی پتاسیم بیشتر، بیشترین میزان آزادسازی را داشته است. نتایج، آزادسازی بیشتر اسید سیتریک نسبت به اسید اگزالیک را در خاک های مورد آزمایش نشان می دهد. سرینیواسارائو و همکاران (۱۹۹۷)، نشان دادند که میزان آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی و سازوکار آزادسازی آن به وسیله شرایط، میزان، نوع کانی های رسی و درصد اسید آلی خاك کنترل میشود. نوروزی و خادمی (۱۳۸۸)، در بررسی آزادسازی پتاسیم از کانی های میکایی نشان دادند که اسید سیتریک نسبت به اگزالیک و مالیک مقدار پتاسیم بیشتری را آزاد نموده و با افزایش غلظت اسیدها، مقدار آزادسازی افزایش یافت. سونگ و هوانگ (۱۹۸۸)، در مطالعات خود دلیل تفاوت در توانایی اسید سیتریک و اگزالیک در آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در چهار جزء بیوتیت، مسکوویت، میکروکلین و ارتوکلاز را به مقادیر متفاوت لیگاندهای آلی، یون هیدروژن تولید شده توسط اسیدها و قدرت تشکیل کمپلکس توسط لیگاندها نسبت دادند. به نظر می رسد اسیدهای آلی از طریق کئوردیناسیون گروه های کربوکسیلیك و هیدروکسیل با کاتیون های فلزی جذب کانی ها شده و کئوردیناسیون قوی اسیدهای آلی، آزادسازی پتاسیم به محلول را افزایش می دهد.

به منظور بررسی سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی و تعیین بهترین معادله سینتیکی، ضرایب تبیین (R^2) و خطای استاندارد (SE) پنج معادله سینتیکی شامل مرتبه صفر، مرتبه یک، تابع توانی، ایلوویچ ساده شده، و پخشیدگی پارابولیک محاسبه شد. مقادیر ضریب تبیین برای اسید اگزالیک ۲/۰ مولار در معادله های مرتبه صفر از ۲۸۶/۰-۲۰۲/۰ (میانگین ۲۳۶/۰)، مرتبه اول از ۷۸۳/۰-۶۸۶/۰ (میانگین ۷۳۲/۰)، ایلوویچ از ۷۰۷/۰-۵۶۰/۰(میانگین ۶۱۷/۰)، پخشیدگی پارابولیک از ۴۴۶/۰-

۳۲۵/۰(میانگین ۳۷۲/۰) و در تابع توانی از ۶۶۰/۰-۵۱۵/۰(میانگین ۵۸۱/۰) متغیر می باشد. این مقادیر برای اسید سیتریک ۲/۰ مولار در معادله های مرتبه صفر از ۲۸۴/۰-۲۱۵/۰ (میانگین ۲۵۹/۰)، مرتبه اول از ۸۱۵/۰-۷۰۴/۰(میانگین ۷۵۳/۰)، ایلوویچ از ۶۹۸/۰-۵۸۳/۰ (میانگین ۶۵۴/۰)، پخشیدگی‌پارابولیک از ۴۳۹/۰-۳۴۳/۰(میانگین ۴۰۴/۰) و در تابع‌توانی‌از ۶۵۹/۰-۵۴۲/۰(میانگین ۶۱۳/۰) متغیر می باشد.

به طور کلی معادله ای مناسب است که ضریب تبیین بالاتر و خطای استاندارد کمتری داشته باشد (هاولین و همکاران، ۱۹۸۵). نتایج نشان داد که از بین مدل های سینتیکی استفاده شده، مدل های مرتبه اول و تابع توانی با داشتن بیشترین مقدار ضریب تبیین و کمترین خطای استاندارد مناسب ترین مدل برای توصیف آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی بوسیله دو اسید آلی در خاک های مورد آزمایش می باشند. به علت تایید داده ها با معادله های مرتبه اول و توانی این امکان وجود دارد که فرآیند رهاسازی در خاك ها متأثر از پدیده پخشیدگی باشد. به عبارتی این معادله ها، رهاسازی پتاسیم را بهتر توجیه می‌نمایند. جلالی (۲۰۰۵ و ۲۰۰۶)، با بررسی سینتیک آزادسازی پتاسیم در خاک های آهکی نشان داد که در صورت حذف پتاسیم محلول و تبادلی قبل از شروع عصاره گیری معادله های تابع توانی، مرتبه اول، و پخشیدگی پارابولیک و در صورت عدم حذف پتاسیم محلول و تبادلی خاک قبل از شروع عصاره گیری معادله های ایلوویچ، تابع توانی و پخشیدگی پارابولیک بهتر سینتیک آزادسازی پتاسیم را توصیف می کنند. از آنجا که قبل از شروع آزمایش، خاک های مورد مطالعه با کلرید کلسیم ۱ نرمال در حالت تعادل قرار داده شده و پتاسیم محلول و تبادلی حذف گردیدند؛ نتایج به دست آمده با نتایج ایشان مطابقت دارد. حسین پور و کاووسی (۱۳۸۳)، نیز با مطالعه سرعت آزاد شدن پتاسیم در برخی از خاک های استان گیلان بوسیله عصاره گیر اسید سیتریک نشان دادند که سرعت آزاد سازی پتاسیم با معادله های مرتبه اول، پخشیدگی پارابولیک، و تابع توانی تشریح شد. معادله توانی نیز یکی از معادله های نشان‌دهنده کنترل فرآیندها با پخشیدگی است (هاولین و همکاران، ۱۹۸۵).

منابع

حسین پور، ع . ۱۳۷۸. مطالعه تثبیت پتاسیم، کمیت به شدت و سرعت آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی در تعدادی از خاکهای ایران. پایان‌نامه دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

حسین پور، ع. و کاووسی، م. ۱۳۸۳. سرعت آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی و پاسخ گیاه در تعدادی از خاکهای گیلان. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، صفحه های ۳۴۷ تا ۳۵۵.

نوروزی، س. و خادمی، ح. ۱۳۸۸. آزاد سازی پتاسیم از موسکویت و فلوگوپیت توسط چند اسید آلی. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، صفحه های تا ۲۶۳ تا ۲۷۳.

Havlin, J.L., Westfall D.G., and Olsen S.R. ۱۹۸۵. Mathematical models for potassium release kinetics in calcareous soils. Soil Sci. Soc. Am. J. ۴۹: ۳۷۱-۳۷۶.

Havlin, J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L., and Nelson W.L. ۲۰۰۵. Soil fertility and fertilizers: ۶th ed. An introduction to nutrient management.۷th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, NJ. ۵۱۵ pp.

Jalali, M. ۲۰۰۵. Release kinetics of nonexchangeable potassium in calcareous soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. ۳۶: ۱۹۰۳-۱۹۱۷.

Jalali, M. ۲۰۰۶. Kinetics of nonexchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of western Iran. Geoderma ۱۳۵: ۶۳-۷۱.

Khademi, H. and Arocena, J.M. ۲۰۰۸. Kaolinite formation from palygorskite and sepiolite in rhizosphere soils. Clays Clay Miner. ۵۶: ۴۲۹-۴۳۶.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. ۲nd ed. Academic Press., London, San Diego, CA. ۸۸۹pp.

gaard, A.F. and Krogstad, T. ۲۰۰۵. Release of interlayer potassium in Norwegian grassland soils. J. Plant Nutr. Soil Sci. ۱۶۸: ۸۰-۸۸.

Song, S.K., and Huang P.M. ۱۹۸۸. Dynamics of potassium release from potassium bearing minerals as influenced by oxalic and citric acids. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۲: ۳۸۳-۳۹۰.

Srinivasarao, C., Datta S.P., Subba Rao A., Sing S.P., and Takkar P.N. ۱۹۹۷. Kinetics of non-exchangeable potassium release by organic acids from mineralogically different soils. J. Ind. Soc. Soil Sci. ۴۵: ۷۲۸-۷۳۴.

Strobel, W. ۲۰۰۱. Influence of vegetation on low molecular-weight carboxylic acids in soil solution, A review. Geoderma ۹۹: ۱۶۹-۱۹۸.

Ulman W.J., and Welch S.A. ۲۰۰۲. Organic ligands and feldspar dissolution. The Geochem. Soc. ۷: ۳-۳۵.

Abstract

Many researches has been conducted to study K release in soils as influenced by different extractants, however limited information is available about the effect of organic acids on K release from soils. Therefore, this experiment was conducted to study the effect of organic acids (citric and oxalic acids) on the kinetics of non-exchangeable potassium (NEK) release in ۱۷ different soils of Fars province. Cumulative K released by citric acid was higher than oxalic. In all soils, the rate of potassium release was initially high but gradually decreased to a constant rate. Among five equations evaluated, first order and power function equations best described NEK release as indicated by high values for coefficient of determination ($R^۲$) and low values standard error of estimate (SE).

بررسی اثر محلولپاشی ترکیبات آمینوکلات کلسیم و نیترات کلسیم در دوره قبل از برداشت، بر انبارمانی میوه پرتقال والنسیا

حمید رضا روستا [۱]، حسین کریمی ساردو [۲]
۱ دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

چکیده
جهت بررسی اثر ترکیبات کلسیم‌دار بر روی انبارمانی میوه پرتقال رقم والنسیا آزمایشی با ترکیب تیماری کود (آمینوکلات کلسیم ۲، ۴ و ۶ در هزار و نیترات کلسیم صفر، ۲ و ۴ درهزار) و مدت زمان انبارداری (۲، ۳ و ۴ ماه انبارداری) اجرا شد. نتایج نشان داد که بیشترین کاهش وزن میوه در تیمار عدم محلولپاشی کلسیم و چهارماه انبارمانی میوه بدست آمد و در تیمار کاربرد ۶ در هزار آمینوکلات کلسیم و دو ماه انبارمانی میوه کمترین میزان کاهش وزن حاصل شد. بیشترین میزان pH و TSS آب میوه در تیمار کاربرد آمینوکلات کلسیم توام با ۴ ماه انبارمانی بدست آمد و کمترین مقدار آنها در تیمار شاهد حاصل شد. بیشترین میزان پوسیدگی و فساد میوه‌ها نیز در تیمار شاهد همراه با چهارماه انبارمانی بدست آمد و در تیمار کاربرد آمینوکلات کلسیم ۶ در هزار همراه با دوماه انبارمانی میزان درصد میوه فاسد در پایین‌ترین سطح قرار داشت.

واژه‌های کلیدی: پرتقال، والنسیا، کلسیم، انبارمانی

مقدمه:
کاربرد کلسیم پیش از برداشت موجب جلوگیری از نابسامانی‌های فیزیولوژیک، تاخیر در رسیدگی و بهبود کیفیت میوه‌های مختلف از جمله توت‌فرنگی می‌گردد (چاپیراسارت و همکاران، ۲۰۰۶). کلسیم اثرات زیادی روی سفتی میوه و مقاومت به پوسیدگی می‌گذارد ولی کاربرد آن نتایج متفاوتی را بسته به رقم، سرعت و زمان رسیدگی ایجاد می‌کند (هانکوک، ۱۹۹۹). در آزمایشی غلظت ۵/۰ درصد کلریدکلسیم موجب کاهش معنی‌دار مواد جامد محلول گردید. در این آزمایش غلظت‌های کلریدکلسیم، دفعات محلول‌پاشی و اثرات متقابل غلظت و دفعات محلول پاشی بر اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها اثری نداشت (عطری و همکاران، ۱۳۸۷). حرکت کلسیم در گیاه با جریان تعرق همراه بوده و کلسیم به نقاطی می‌رود که تعرق بیشتر است. از آن جا که در میوه تعرق کمتری صورت می‌گیرد، جریان شیره خام حاوی کلسیم نیز به طرف میوه کاهش پیدا می‌کند (سیاری و راحمی، ۱۳۸۱). انتقال کند کلسیم به این اندام‌های کم تعرق، دلیل اصلی کاهش تجمع کلسیم در میوه‌ها تلقی می‌شود. این اثر ممکن است به علت محدود بودن ظرفیت گیاه برای تنظیم توزیع داخلی کلسیم باشد (متیو و همکاران، ۲۰۰۴). اکنون دو مکانیسم کلی برای تاثیر کلسیم بر تغییرات سفتی بافت میوه و کیفیت آن پس از برداشت ارائه شده است. یکی اتصال کلسیم به دیواره سلولی است که به آن استحکام می‌بخشد و دیگری برهم کنش کلسیم با وظایف و ساختار غشای سلولی است. همبستگی مثبتی بین افزایش غلظت کلسیم میوه‌ها و کاهش پوسیدگی وجود دارد (عطری و همکاران، ۱۳۸۷).گزارش شده که تغذیه منابع نیتراتی کلسیم مانند نیترات کلسیم باعث افزایش غلظت کلسیم در بافتهای میوه سیب و گلابی گردیده و عوارض ناشی از کمبود کلسیم کاهش یافت (Raese et al., ۱۹۹۰).

سطح پایین کلسیم در میوه‌ها با کاهش عمر پس از برداشت و اختلالات فیزیولوژیکی آنها مرتبط است. تیمار کلسیم باعث کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن و به تأخیر انداختن آغاز رسیدگی میوه های سیب، آووکادو و انبه می‌گردد .(Joyce et al., ۲۰۰۱) مانگاناریس (۲۰۰۶) تأثیر کاربرد کلسیم را بر خصوصیات دیواره سلولی و مشخصات کیفی میوه هلو رقم آندروس را در زمان پس از برداشت و نگهداری در انبار به مدت ۴ هفته، بررسی و نشان داد که کلریدکلسیم با غلظت ۵/۶۲ میلی مولار در افزایش سفتی بافت میوه مؤثر بود.

اغلب محصول‌های باغی دارای مقدار زیادی اسیدهای آلی هستند که در متابولیسم یاخته‌ای آنها نقش مهمی داشته و مقدار این اسیدها در کیفیت محصول‌های باغی، به ویژه میوه‌ها مؤثر است. مهمترین اسید آلی میوه مرکبات سیتریک اسید می‌باشد و مقدار اسیدیته آب میوه در مراحل مختلف نمو آن تغییر می‌کند به گونه‌ای که به طور معمول با شکسته شدن آن‌ها و تبدیل آن‌ها به قندهای مختلف، درجه ترشی میوه کاهش می‌یابد. مقدار و نوع اسید موجود در میوه‌ها در تقابل با مواد جامد محلول در عصاره بر کیفیت مزه و همچنین عمر پس از برداشت میوه‌ها بسیار مؤثرند (والتر و همکاران، ۱۹۸۹).

مواد و روشها
در این آزمایش از درختان پرتقال والنسیا که از باغات شرکت کشت و صنعت جیرفت انتخاب شده بودند استفاده شد و برداشت میوه‌ها در تاریخ ۲۰ بهمن ماه ۱۳۹۲ انجام شد. میوه ها در مرحله‌ای از رشد برداشت شدند که دارای آب کامل بوده و نسبتاً شیرین و قابل خوردن بودند، و پوست میوه‌ها از لحاظ رنگ دارای رنگ نارنجی بودند.
این آزمایش به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی به مرحله اجرا درآمد که در آن فاکتور ترکیبات کلسیم دار در ۶ سطح (آمینوکلات کلسیم ۲، ۴ و ۶ در هزار و نیترات کلسیم ۲ و ۴ درهزار و یک تیمار هم شاهد) و فاکتور مدت زمان انبارداری

در ۳ سطح (۲، ۳ و ۴ ماه انبارداری) در نظر گرفته شدند. این آزمایش دارای ۱۸ تیمار و ۳ تکرار بود و در مجموع از ۵۴ پلات آزمایشی تشکیل شده بود. درختان پرتقال ۱۵ ساله و از باغ تجاری شرکت کشت و صنعت جیرفت انتخاب شدند. محلول‌پاشی در ۳ مرحله ۲۰ مرداد ماه، ۲۰ شهریورماه و ۲۰ مهرماه انجام شد. در پایان برداشت میوه‌ها را در بسته‌های ۵ کیلوگرمی، ضدعفونی نموده و درون انبار قرار داده شدند و پس از سپری شدن دوره انبار در هر مرحله صفات اسیدیته کل میوه، TSS، اسید سیتریک، pH میوه، کاهش وزن میوه و مقایسه نسبتهای پوست، تفاله و آب میوه نسبت به تیمارهای شاهد اندازه گیری شدند.

پس از گردآوری اطلاعات، داده‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS ، تجزیه و تحلیل گردید و با استفاده از نرم افزار Excell نمودارها رسم شدند.

جدول ۴- ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل کلسیم و مدت انبارداری روی صفات مورد بررسی در میوه پرتقال والنسیا

تیمار	درصد کاهش وزن	آب میوه	درصد تفاله	نسبت پوست	pH	TSS	اسید اسکوربیک	اسید سیتریک	درصد میوه فاسد
تیمار شاهد×دوماه انبار	۳۴/۱ ۹c	۶۴/۲ ۳gh	۲۳/۵ ۶b	۱۲/۲۰c def	۶۸/۳ ef	۲۰/۶k	۵۶/۵ ۴a	۳۳/۹۹ ۱c	۷۹/۵ ۶b
تیمار شاهد× سه ماه انبار	۴۱/۲ ۱b	۰۱/۲ ۳h	۸۹/۶ ۲a	۰۹/۱۴fg h	۷۶/۳ ef	۷۲/۶j	۷۴/۵ ۲ab	۲۴/۹۵ ۱d	۶۷/۵ ۸b
تیمار شاهد× چهار ماه انبار	۶۴/۲ ۲a	۹۲/۱ ۸i	۶۲/۶ ۵a	۴۵/۱۵ef gh	۰۵/۴ cd	۱۶/۷g hi	۸۸/۴ ۶de	۶۸/۸۸ ۶gh	۷۷/۶ ۳a
نیترات کلسیم ۲ درهزار×دوماه انبار	۸۵/۱ ۵fg	۳۴/۳ ۴cde	۵۷/۴ ۹cd	۰۹/۱۶d efgh	۶۹/۳ ef	۷۷/۶j	۲۸/۴ ۶c	۲۴/۹۲ ۰ef	۳۸/۳ ۷fg
نیترات کلسیم ۲ درهزار× سه ماه انبار	۵۷/۱ ۷de	۸۸/۳ ۱de	۰۹/۴ ۲fgh	۰۲/۲۶a bc	۸۳/۳ def	۸۵/۶ij	۶۵/۴ ۳fg	۵۴/۸۷ ۲hi	۴۹/۳ ۹e
نیترات کلسیم ۲ درهزار× چهار ماه انبار	۵۵/۱ ۸cd	۰۹/۲ ۷fg	۷۹/۴ ۱fgh	۱۱/۳۱a	۸۵/۳ def	۳۰/۷fg h	۲۹/۳ ۹i	۹۱/۸۶ ۲hij	۲۲/۴ ۴cd
نیترات کلسیم ۴ درهزار×دوماه انبار	۷۴/۱ ۳jk	۳۵/۴ ۲b	۴۲/۳ ۵k	۲۲/۲۲b cd	۷۷/۳ ef	۱۴/۷hi	۰۵/۵ ۲b	۵۷/۸۸ ۶gh	۹۵/۲ ۹i
نیترات کلسیم ۴ درهزار× سه ماه انبار	۱۰/۱ ۶f	۶۸/۳ ۲de	۵۹/۴ ۰ghi	۷۲/۲۶a b	۷۱/۳ ef	۴۵/۷c dfgh	۹۳/۵ ۰bc	۸۸/۸۳ ۹jkl	۹۹/۳ ۳h
نیترات کلسیم ۴ درهزار× چهار ماه انبار	۴۱/۱ ۶f	۸۱/۳ ۴cd	۱۰/۴ ۴ef	۰۹/۲۱b cde	۴۲/۴ ab	۵۸/۷e df	۱۸/۳ ۹i	۱۹/۸۲ ۶l	۰۱/۴ ۳d
آمینوکلات کلسیم ۲ درهزار×دوماه انبار	۹۰/۱ ۴ghi	۹۳/۴ ۱b	۱۵/۴ ۶de	۹۱/۱۱h	۷۶/۳ ef	۳۸/۷ef gh	۲۸/۴ ۶e	۶۸/۹۴ ۰ed	۶۴/۲ ۴k
آمینوکلات کلسیم ۲ درهزار× سه ماه انبار	۶۵/۱ ۵fgh	۸۳/۳ ۲cde	۶۰/۵ ۱c	۵۶/۱۵ef gh	۵۹/۳ ef	۷۵/۷b cd	۴۴/۴ ۲gh	//۴۸ ۹۲۹edf	۸۵/۲ ۵jk
آمینوکلات کلسیم ۲ درهزار× چهار ماه انبار	۴۸/۱ ۷e	۰۵/۲ ۷fgh	۷۴/۴ ۳efg	۲۰/۲۹a	۵۸/۴ a	۰۵/۸a b	۴۳/۴ ۱ghi	۵۷/۸۳ ۳kl	۲۸/۲ ۷j
آمینوکلات کلسیم ۴ درهزار×دوماه انبار	۹۵/۱ ۲k	۶۶/۵ ۱a	۱۲/۳ ۶jk	۲۲/۱۲h	۵۸/۳ f	۳۹/۷ef gh	۵۲/۴ ۵ef	۴۰/۱۰ ۳۹b	۴۵/۳ ۳h
آمینوکلات کلسیم ۴ درهزار× سه ماه انبار	۴۳/۱ ۶f	۸۴/۳ ۶c	۰۲/۴ ۴ef	۱۳/۱۹d efg	۸۴/۳ def	۶۵/۷c de	۱۲/۴ ۲gh	۲۱/۹۰ ۷fg	۸۷/۳ ۸ef
آمینوکلات کلسیم ۴ درهزار× چهار ماه انبار	۷۹/۱ ۷de	۵۱/۳ ۰ef	۳۷/۳ ۹hij	۱۲۵/۳۰ a	۱۹/۴ bc	۰۶/۸a b	۹۱/۴ ۰hi	۹۹/۸۶ ۴hi	۶۲/۴ ۵c
آمینوکلات کلسیم ۶ درهزار×دوماه انبار	۸۱/۱ ۰m	۷۴/۴ ۷a	۰۳/۳ ۸ijk	۲۲/۱۴fg h	۶۸/۳ ef	۵۱/۷e dfg	۱۶/۴ ۹cd	۲۲/۱۱ ۱۳a	۶۵/۳ ۰i
آمینوکلات کلسیم ۶ درهزار× سه ماه انبار	۱۶/۱ ۴ij	۸۳/۳ ۶c	۹۴/۴ ۹c	۲۲/۱۳g h	۸۷/۳ de	۹۷/۷a bc	۷۹/۴ ۵ef	۱۲/۹۵ ۲d	۳۸/۳ ۳h
آمینوکلات کلسیم ۶ درهزار× چهار ماه انبار	۶۱/۱ ۴hij	۳۳/۴ ۱b	۳۳/۴ ۸cd	۳۳/۱۰h	۲۸/۴ bc	۲۶/۸a	۸۲/۳ ۵j	۶۵/۸۵ ۵ijk	۲۰/۳ ۶g

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری بر اساس آزمون LSD در سطح ۵% اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

نتایج و بحث

نتایج حاصله از آزمایش انجام شده بر روی پرتقال والنسیا نشان داد که اثرات متقابل محلولپاشی با ترکیبات کلسیم و مدت زمان انبارداری بر صفات نسبت آب میوه، درصد تفاله، نسبت پوست به میوه، pH، اسید اسکوربیک، اسید سیتریک و درصد میوه فاسد در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی‌داری داشت ولی بر صفات درصد کاهش وزن و TSS آب میوه تفاوت معنی داری نشان نداد. به گونه ای که بیشترین کاهش وزن میوه در اثر متقابل تیمار شاهد (یا عدم محلولپاشی) و چهارماه انبارمانی میوه پرتقال والنسیا به میزان ۶۴/۲۲ درصد بدست آمد و در تیمار کاربرد ۶ در هزار آمینوکلات کلسیم و دو ماه انبارمانی میوه کمترین میزان کاهش وزن به میزان ۱۰ / ۸ درصد حاصل شده به نظر می‌رسد که آمینوکلات کلسیم ۶ در هزار باعث استحکام بیشتر پوست میوه شده و همچنین کوتاه بودن دوره انبارمانی باعث حفظ کیفیت میوه شده است. ترکیبات کلسیم‌دار همچنین می‌توانند به صورت اگزالات کلسیم در پوست میوه پرتقال رسوب نموده و باعث افزایش استحکام آن و جلوگیری از خروج آب درون میوه شوند. به نظر می‌رسد که افزایش کلسیم توام با نیتروژن در درشتی میوه و ذخیره آب بیشتر در میوه نقش موثری دارد. بیشترین میزان pH آب میوه در تیمار کاربرد آمینوکلات کلسیم ۴ در هزار توام با ۴ ماه انبارمانی بدست آمد و کمترین میزان pH در تیمار شاهد و چهار ماه انبارمانی به میزان ۵۸/۳ حاصل شد. بیشترین میزان TSS در تیمار کاربرد آمینوکلات کلسیم ۶ در هزار توام با ۴ ماه انبارمانی به میزان ۲۶/۸ درجه بریکس بدست آمد و در تیمار شاهد و دوماه انبار مانی کمترین درجه بریکس به میزان ۲/۶ بدست آمد. به نظر می‌رسد که آمینوکلات کلسیم در رسیدگی میوه تاثیر زیادی داشته و همچنین طولانی‌تر شدن دوره انبار باعث افزایش ترکیبات قندی و کاهش اسیدیته گردیده است. بیشترین میزان پوسیدگی و فساد میوه‌ها در تیمار عدم محلول‌پاشی با کلسیم همراه با چهارماه انبارمانی به میزان ۶۴/۲۴ درصد بدست آمد و در تیمار کاربرد آمینوکلات کلسیم ۶ در هزار همراه با دو ماه انبارمانی میزان درصد میوه فاسد به میزان ۶۴/۲۴ درصد در پایین ترین سطح قرار داشت. بنابراین با افزایش غلظت کلسیم به ویژه کاربرد ترکیب کلاته آن باعث جذب بیشتر کلسیم در میوه شده و استحکام پوست را به دنبال دارد و همچنین کوتاه بودن دوره انبارمانی میزان فساد میوه‌ها را کاهش می‌دهد. در آزمایشی تأثیر کاربرد کلسیم را بر خصوصیات دیواره سلولی و مشخصات کیفی میوه هلو رقم آندروس را در زمان پس از برداشت و نگهداری در انبار به مدت ۴ هفته، بررسی و نشان دادند که کلریدکلسیم با غلظت ۵/۶۲ میلی مولار در افزایش سفتی بافت میوه مؤثر بود. همچنین در آزمایشی دیگر هلوی رقم لورینگ را در محلول کلریدکلسیم با غلظت ۱ گرم در لیتر به مدت ۵ دقیقه غوطه ور کردند و نشان دادند کلریدکلسیم سبب افزایش مقاومت میوه‌های تیمار شده به پوسیدگی قهوه‌ای شده و علائم پوسیدگی در آنها کاهش یافت (Biggs et al., ۱۹۹۷). دهقانیان (۱۳۸۴) با آزمایشی بر روی نارنگی گزارش کرد که با رسیده‌تر شدن میوه، غلظت مواد جامد محلول آن بیشتر می‌شود که این افزایش به دلیل تجزیه پلی کربناتهای غیر محلول مانند نشاسته و سلولز به قندها می‌باشد. از آن جایی که مرکبات جزو محصول های نافرازگرا به حساب می‌آیند تغییرهای قندی آن‌ها پس از برداشت ناچیز است و نتایج این آزمایش نیز مؤید این مطلب می‌باشد که از میان تیمارهای مختلف اعمال شده و برهمکنش‌های آن‌ها، تغییرهای غلظت مواد جامد محلول فقط تحت تأثیر دما و زمان نگهداری، به صورت خیلی جزئی تغییر نمود. بنابراین در منطقه جیرفت، بهترین تیمار جهت تغذیه و نگهداری میوه پرتقال استفاده از آمینوکلات کلسیم ۶ در هزار همراه با دوماه انبارمانی می‌باشد.

منابع

دهقانیان ، ر. ۱۳۸۴. بررسی اثر تیمارهای گرمایی و شیمیایی در افزایش عمر پس از برداشت نارنگی کینو در انبار معمولی و سرد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد جهرم ،ص ۴۳ .

سیاری، م و راحمی، م. ۱۳۸۱. نقش گرمادهی، کلریدکلسیم و پرمنگنات پتاسیم بر عمر انباری و سفتی گوشت میوه سیب گلدن دلیشس. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۶، ش ۴، ص ۶۷-۷۶.

عطری، م، م.غلامی و ف. کرمی،. ۱۳۸۷. اثر محلولپاشی برگی با کلرید کلسیم بر افزایش ماندگاری توت فرنگی رقم کردستان. پژوهش کشاورزی : آب، خاک و گیاه در کشاورزی- جلد هشتم- شماره اول، صفحه ۲۵-۳۶.

Biggs, A. R., El-Kholi, M. M., El-Neshawy, S. & Nickerson, R. (۱۹۹۷). Effects of calcium salts on growth, polygalacturonase activity, and infection of peach fruit by *Monilinia fructicola*. *Plant Disease*,۸۱, ۳۹۹-۴۰۳.

Chaiprasart, P., Hansawasdi, C. and Pipattanawong, N. ۲۰۰۶. The effect of chitosan coating and calcium chloride treatment on post harvest qualities of strawberry fruit (*Fragaria ananassa*) Acta Horticulture, ۷۰۸:

Hancock, J. F. ۱۹۹۹. Strawberries. CABI publishing, ۲۳۷ pp.

Joyce, D. C., Shorter, A. J. & Hockings, P. D. (۲۰۰۱). Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturation. *Sientia Horticultureae*, ۹۱, ۸۱-۹۹.

Manganaris, G. A., Vasilakakis, M., Diamantidis, M. & Mignani, I. (۲۰۰۶). The effect of postharvest calcium application, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruit. *Food hemistry*, ۱۸, ۲۳-۱۷.

Mattew, D. Taylor and Salvador, J. ۲۰۰۴. Blossom-end rot: a calcium deficiency. Journal of Plant Nut, ۲۷(۱): ۱۲۳-۱۳۹.

Raese , J. & Staiff, D. (۱۹۹۰). Fruit calcium, quality and disorder of apple and pear influenced by fertilizers . *Van Beusichem Plant Nutrition- Physiology and Application*. Kluwer Academic Publishers,pp. ۶۱۹- ۶۲۳.

Walter R., E.C. Calavan and G.E. Carman. ۱۹۸۹. The Citrus Industry. Divi. Agr. Natur. Resour. University of California, ۳۵۴ p.

Abstract

In order to investigating of the effect of calcium contained compounds on the fruit shelf life of Valencia orange an experiment was conducted with fertilizer treatment (Aminochelate calcium at ۲, ۴ and ۶ g $L^{-۱}$ and calcium nitrate at ۲ and ۴ g $L^{-۱}$ and control) and storage times (۲, ۳ and ۴ months) combinations. The results showed that the highest weight loose was related to the interactive effect of control (without calcium spray) and four monthes storage of Valencia fruits, and in treatment of ۶ g $L^{-۱}$ calcium aminochelate and two monthes storage the lowest weight loose was observed. The highest fruit juice pH and TSS achieved in the ۴ g $L^{-۱}$ aminochelate accompanying with ۴ monthes storage and, the lowest (۳.۵۸) pH achived in control treatment and four monthes storage. The highest fruits decay was observed in non-sprayed fruits and four monthes storage and the lowest fruit decay was achived in ۶ g $L^{-۱}$ calcium aminochelate and two monthes storage.

بررسی اثر کاربری‌های مختلف بر خصوصیات شیمیایی خاک بخشی از منطقه جیرفت

المیرا کارگرزاده [۱] ، ناصر برومند [۲]، حسین شکفته [۳] ، صالح سنجری [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت،۲ - استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت،۳- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان (عج)، ۴- مربی گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

چکیده
امروزه سلامت و کیفیت خاک از ارزش بالایی برخوردار است. ارزیابی کیفیت خاك با در نظر گرفتن و اندازه‌گیری برخی از خصوصیات خاك به عنوان شاخص‌های کیفیت خاك صورت مي‌پذیرد. نوع کاربری زمین از جمله مهمترین عوامل مؤثر بر کیفیت خاك است. در این مطالعه با هدف بررسی تاثیر کاربری‌های مختلف بر کیفیت خاک، ۴ خصوصیت شیمیایی شامل درصدآهک، درصد کربن آلی، هدایت الکتریکی و اکنش خاک در ۱۰۶ نمونه از پنج کاربری زمین‌های زراعی، باغات، گلخانه‌ها، مراتع فصلی و زمین‌های بایر در مناطق جنوب شهرستان جیرفت تعیین شد. نتایج حاکی از آن بود که بین میزان خصوصیت‌های مطالعه شده در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌دار است که این اختلاف در هدایت الکتریکی بیشترین و در واکنش خاک کمتر است همچنین میزان کربن آلی نیز در کاربری‌ها کم است که این خود باعث کاهش کیفیت خاک می‌باشد.
واژه های کلیدی: کیفیت خاک، خصوصیت شیمیایی، تغییرکاربری

مقدمه
در مناطق خشک و نیمه‌خشک مخصوصاً درکشور ما خاك‌ها مشکلات مختلفی دارند که بایستی مورد مطالعه قرار گرفته و با توجه به روند افزایش جمعیت مملکت و رفع نیاز غذایی مردم از آنها استفاده بهینه به عمل آید. کیفیت خاك عمدتاً به پاسخ خاك در قبال سیستم‌های متفاوت کاربري‌اراضی و عملیات مدیریتی وابسته است به طوریکه ممکن است اغلب ویژگی‌های خاك و به دنبال آن ظرفیت تولیدی آن با مدیریت و اعمال کاربری صحیح اصلاح گردد. از جمله ویژگی‌های مهم خاك که تحت تأثیر کاربري‌اراضی تغییر می‌یابد، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی است (وحیدی و همکاران، ۱۳۹۱). مفهوم کیفیت خاك به عنوان ظرفیت نوع مشخصی از خاك برای کاربرد آن در زیست بوم‌های طبیعی یا مدیریت شده بیان مي‌شود (آرخازلو و امامی، ۱۳۹۱). کیفیت خاك در نواحی مختلف جغرافیایی به دلیل تفاوت در اقلیم، توپوگرافی، مواد مادری، پوشش گیاهی و کاربری اراضی متفاوت است (Brejda,۲۰۰۰). نوع کاربری زمین از جمله عوامل تأثیرگذار بر کیفیت خاك مي‌باشد. تغییرکاربری جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی، امروزه به یکی از نگرانی‌های قابل توجه در سطح دنیا در زمینه تخریب محیط زیست و تغییر اقلیم جهانی تبدیل شده‌است (برومند و همکاران، ۱۳۹۱). ویژگي‌های مختلفی از خاك به عنوان شاخص کیفیت خاك مطرح شده‌اند که تغییر کاربری زمین بر آن‌ها مؤثر است. از جمله این شاخص‌ها درصد کربن آلی است که یکی از مهمترین تأثیرات آن، بهبود پایداری ساختمان خاك و افزایش خاکدانه‌های درشت است (Curtin and Mullen,۲۰۰۲;Bettina et al.,۲۰۰۵). نمک‌ها نیز بعضی خواص فیزیکی و شیمیایی خاك را تحت تأثیر قرار مي‌دهند که این به نوبة خود بر خاك به عنوان محیطی مناسب برای رشد گیاه تأثیر مي‌گذارد. زیرا رشد گیاه به طور مستقیم تحت تأثیر میزان pH و غلظت املاح نمك از جمله یون‌های سدیم و کلر و سایر نمك‌های موجود در محلول خاك قرار مي‌گیرد. افزایش میزان سدیم در محلول خاك، سبب تخریب خاکدانه‌ها، تورم و پراکندگی ذرات رس، سله‌بندی و کاهش تخلخل, و نفوذپذیری خاك خواهدشد (کمالی و همکاران، ۱۳۹۰). در تحقیقی Khormali et al.,۲۰۰۹)) مشاهده کردند که تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی که با رشد سریع جمعیت صورت گرفته‌است، موجب تخریب شدید خاك و کاهش کیفیت آن مي‌شود. (حجتی و همکاران، ۱۳۹۲) در بررسی تأثیر انواع مختلف کاربری اراضی روی کیفیت خاك در جنگل النداں ساری در پنج کاربری (تودة راش، تودة مخروبه، جنگل‌کاری کاج، جنگل‌کاری ون و زمین کشاورزی) به این نتیجه رسیدند که نتایج مقایسة خصوصیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاك در بین کاربري‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری را نشان داده‌است. همچنین در بین کاربری‌های مورد مطالعة جنگل‌کاری، کاج به طور معنی‌داری کمترین کیفیت و جنگل مخروبه و جنگل‌کاری ون، بیشترین میزان این شاخص را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج این پژوهش مؤید تأثیر قابل توجه انواع کاربریها روی شاخص کیفیت خاك است. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تغییر کاربری زمین بر کیفیت خاك بخشی از مناطق جیرفت می‌باشد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق درکاربری‌های مختلف بخشی از منطقه دشت جیرفت واقع در جنوب شرق استان کرمان انجام شد. وضعیت آب و هوایی منطقه گرمسیری، ارتفاع از سطح دریا در حدود ۶۰۰ متر، رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه مطالعاتی به ترتیب اریدیک و هایپرترمیک می‌باشد. این منطقه در حد فاصل طول‌های جغرافیایی '' ۸ '۳۰ ۵۷ تا '' ۲۷ '۴ ۵۸ شرقی و عرض‌های جغرافیایی '' ۴۰ ' ۲۸ ۲۸ تا '' ۶ '۵۲ ۲۸ شمالی قرارگرفته است .نمونه‌برداری به طور سیستماتیک تصادفی از پنج کاربری گلخانه، مرتع، زمین بایر، زمین زراعی و باغ از عمق ۰- ۲۰ سانتی متر انجام شد در نهایت تعداد ۱۰۶ نمونه از منطقه موردنظر برداشت گردید. سپس

نمونه‌های تهیه شده در مجاورت هوای آزاد خشك و از الك ۲ میلی‌متری عبور داده‌شدند. تجزیه‌های آزمایشگاهی لازم بر روی آنها انجام شد. برای این منظور، واکنش خاک در خمیر اشباع با دستگاه پ هاش متر و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی، میزان آهک با روش تیتراسیون میزان کربن آلی با روش والکی و بلک اندازه‌گیری شد.پس از جمع آوری داده‌ها بررسی آماری برای مناطق مختلف به منظور بررسی اثر نوع کاربری و اثر متقابل آنها بر ویژگی‌های مختلف به صورت طرح کاملا تصادفی نامتعادل و مقایسه میانگین به روش دانکن با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر تفاوت معنی‌دار بین کاربری‌ها می‌باشد (جدول ۱).

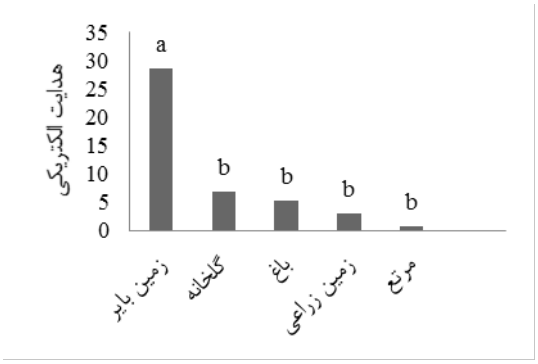
جدول ۱-تجزیه واریانس

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
درصداهک	۴	۵۶/۶۵*
درصد کربن آلی	۴	۲۹۱/۰*
هدایت الکتریکی	۴	۱۹/۶۷۹۲*
واکنش خاک	۴	۳۵/۸*

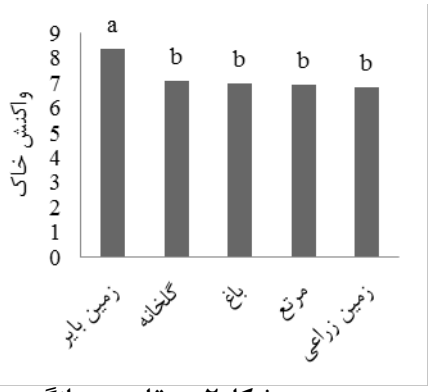
بیانگر معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد *

هدایت الکتریکی و واکنش خاک

هدایت الکتریکی که ناشی از یون‌های محلول در خاک است، در خاک‌های زمین بایر میزان آن به طور معنی‌داری نسبت به سایر کاربری‌ها افزایش یافته است که به نظر می‌رسد تبخیر و تعرق سالانه زیاد این منطقه باعث تجمع شوری در سطح خاک شده است (شکل ۱). واکنش خاک در زمین بایر نسبت به کاربری‌های دیگر تفاوت معنی‌داری داشته که بالا بودن درصد آهک این منطقه می‌تواند دلیل آن باشد (شکل ۲).



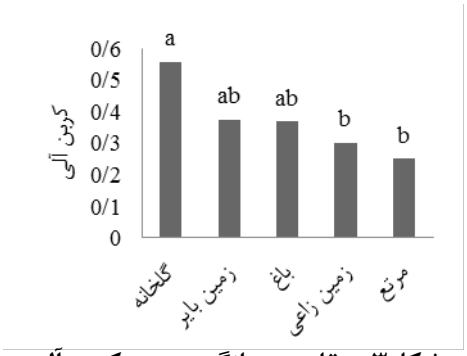
شکل ۱ - مقایسه میانگین هدایت الکتریکی



شکل ۲ - مقایسه میانگین واکنش خاک

کربن‌آلی

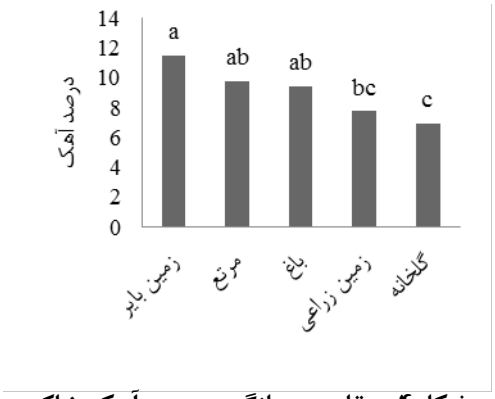
نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین، بیانگر آن است که اختلاف معنی داری بین گلخانه‌ها و زمین‌های زراعی و مراتع در میزان کربن آلی دیده می‌شود که به دلیل افزایش مقدار بیشتر کودهای حیوانی در واحد سطح در این کاربری می‌باشد. همچنین اختلاف معنی داری بین کاربری باغ مرکبات و خرما، زمین بایر، زمین زراعی و مرتع دیده نمی‌شود. به طورکلی وضعیت پوشش گیاهی (تراکم و نوع)، چگونگی استفاده از اراضی پس از تغییر کاربری، عملیات خاک‌ورزی، شدت و تناوب عملیات شخم و شیار، کوددهی، نوع محصول کشت شده، زمان نمونه‌برداری و غیره بر میزان افزایش یا کاهش مقدار کربن آلی تاثیر گذار است (شکل ۳).



شکل۳- مقایسه میانگین درصدکربن آلی

درصد آهک

نتایج بدست آمده در شکل (۴) نشان می‌دهد بین کاربری‌های باغ، مراتع، زمین‌های بایر درمیزان درصد آهک اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. اما بین زمین‌های بایر، زمین زراعی و گلخانه اختلاف معنی‌دار است این درحالی است که بین باغ و مراتع و زمین‌های زراعی نیز اختلاف معنی‌دار نیست. این نتایج همسو با نتایج به دست آمده توسط(kizilkaya and Dengiz,۲۰۱۰) می‌باشد. تغییر آهک خاک در اثر تغییر کاربری نشان می‌دهد که آب آبیاری و عملیات کشاورزی نقش مهمی درتغییر درصد آهک خاک‌های زمین‌های کشاورزی دارد.



شکل۴- مقایسه میانگین درصد آهک خاک

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش پیش رو، در رابطه با کمبودن کیفیت خاك نتایج این پژوهش گویای وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین خصوصیات مطالعه شده در کاربریهای مختلف می‌باشد بیشترین اختلاف آماری در اثر تغییر کاربری اراضی در مقدار هدایت الکتریکی مشاهده شد.

منابع

برومند، م. قاجارسپانلو، م. و بهمنیار، م. ۱۳۹۳. اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاك (مطالعه موردی: سمسکنده ساری). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، سال پنجم ، شماره ۹، صفحه ۷۸-۹۴.
حجتی، م. اسدیان، م. پورمجیدیان، م. و فلاح، الف.۱۳۹۲. تأثیر انواع مختلف کاربری اراضی روی کیفیت خاك در جنگل الندساری. پژوهش های جغرافیای طبیعی، سال ۴۵ ، شماره ۳، صفحه ۶۵-۷۶.
شهاب آرخازلو، ح. و امامی، ح.۱۳۸۲. ارزیابی کمی پیامدهای تغییر کاربری زمین بر کیفیت خاك های جنوب مشهد. مجله مدیریت خاك و تولید پایدار جلد دوم، شماره ۲، صفحه ۶۹-۸۸.
کمالی، الف. شاه محمدی حیدری، ز.حیدری، م. و فیضی،م. ۱۳۹۰. اثر شوری آب آبیاری و آبشویی بر خصوصیات شیمیایی خاك و عملکرد گلرنك در منطقه اصفهان. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۲ ، شماره ۱، صفحه ۶۳-۷۰.
وحیدی،م ج. جعفرزاده، ع الف. اوستان، ش. و شهبازی، ف. ۱۳۹۰. تأثیر کاربری اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی وکانی‌شناسی خاك‌های جنوب شهرستان اهر. نشریه دانش آب و خاك ،جلد ۲۲، شماره ۱، صفحه ۳۳-۴۷.

Bettina, J., Tamon, Y., Bernard, L., and Heiner, F. ۲۰۰۵. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types ofland use. Geoderma. ۱۲۸: ۶۳-۷۹.
Brejda, J.J., Moorman, T.B., Karlen, D.L., and Dao, T.H. ۲۰۰۰. Identification of regional soil quality factors and indicators: I. Central and Southern High Plains. Soil Sci. Soc. Amer. J. ۶۴: ۲۱۱۵-۲۱۲۴.
Curtin, J.S., and Mullen, G.J. ۲۰۰۲. Spent mushroom compost effect on aggregate stability and percent organic carbon on low organic matter tilled soils. Life Science Dept., University of Limerick, Limerick.
Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, S., Srinivasarao, Ch., and Wani, S.P. ۲۰۰۹. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment, ۱۳۴: ۱۷۸-۱۸۹.
Kizilkaya, R. and O. Dengiz. ۲۰۱۰. Variation of land use and land cover effects on some soil physico- chemical characteristics and soil enzyme activity. Zemdirbyste Agric. ۹۷(۲) P ۱۵-۲۴.
Richards, L. A. ۱۹۵۴. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. of Agriculture Handbook No. ۶۰, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

Abstract

Recently soil health and quality is very important. Soil quality can be assessed and monitored using soil quality indicators. The type of land use is one of the most important factors affecting soil quality. In this study, in order to evaluating the effects of five land uses including garden, seasonal pasture, greenhouse and degraded soil on soil quality, four chemical properties including the percentage of organic carbon and lime, soil electrical conductivity and reaction were determined in ۱۰۶ soil samples were taken form soil surface of the land uses on southern part of jiroft region. The results showed that there was a significant differences among soil properties of the land uses, that difference in soil electrical conductivity is maximum and reaction is minimum also percentage of organic carbon is low in land uses, soil quality of the studied was decreased.

بررسی وضعیت اراضی آبی استان زنجان از لحاظ میزان عناصر کم مصرف

مهدی طاهری، محمد اسماعیلی [۱]، محمد عباسی و سمیرا واحدی [۱]
۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان

چکیده

وجود اقلیم خاص آب و هوایی متفاوت، بالا رفتن شوری رودخانه قزل اوزن و محدودیت های سایر منابع آبی و همچنین رایج بودن سیستم های مختلف کشت، دستیابی به تصویر کلی و پهنه بندی وضعیت عناصر غذایی مهم کم مصرف را با ارایه نقشه کمبود و بیش بود آنها ضروری می سازد. بدین منظور در ۱۵۷۱۸۸ هکتار از اراضی زراعی آبی استان نمونه برداری خاک در فواصل ۲ کیلومتر از همدیگر به کمک دستگاه GPS از عمق ۳۰ - ۰ سانتی متر صورت گرفت و مقادیر عناصر کم مصرف روی، آهن، منگنز و مس درآن ها اندازه گیری شد. سپس با استفاده از نتایج آزمایشگاهی و انترپولاسیون مابین نقاط نمونه برداری شده اقدام به پهنه بندی و تهیه نقشه پارامترهای فوق در محیط GIS گردید. براساس نتایج به دست آمده، مقدار متوسط آهن، منگنز و مس قابل جذب این خاک ها به ترتیب ۶/۷، ۳/۱۱ و ۹/۱ میلی گرم در کیلوگرم خاک است و این در حالی است که مقدار روی قابل جذب خاک های محدوده حداقل ۱/۰، حداکثر ۵۶ و به طور میانگین ۳/۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک تعیین شده است.

واژه های کلیدی: عناصر کم مصرف، خاک، GIS، زنجان.

مقدمه

در خاک های زراعی کشور به دلیل شرایط خاص حاکم بر آن ها از جمله میزان مواد آلی کم، pH نسبتاً بالا و وجود یون های بیکربنات و کربنات در آب آبیاری، احتمال کمبود عناصر غذایی ضروری در اغلب مزارع وجود دارد و متولیان امر و دست اندرکاران را ناگزیر به استفاده از کودهای شیمیایی مختلف جهت بهره برداری می نماید. به دلیل عدم شناخت کافی از وضعیت پراکنش عناصر غذایی در خاک های تحت کشت حتی با در دست داشتن حد بحرانی عناصر، امکان توصیه دقیق کودی میسر نخواهد بود و توصیه کودی در این شرایط منجر به ایجاد عدم تعادل غذایی خواهد شد.

عناصر غذایی کم مصرف از جمله عناصر ضروری برای رشد گیاهان محسوب می‌شوند. قابلیت دسترسی این عناصر و میزان جذب آنها توسط گیاهان به عوامل مختلفی خاکی، محیطی و گیاهی وابسته است. عواملی چون میزان رطوبت و دما، pH و ماده آلی خاك، برهمکنش عناصر غذایی، مواد مادری و نیز پتانسیل اکسیداسیون و احیای اولین تجربه ها جهت به کارگیری روش های آماری مبتنی بر زمین آمار در علوم خاک، با تجزیه و تحلیل pH و میزان شن خاک با استفاده از تابع واریوگرام، توسط کمپل(۱۹۷۸) آغاز گردید. بعد از آن، مطالعات تکمیلی گستردهای توسط وبستر(۱۹۸۵)، انجام شد. در مجموعه مقالات منتشر شده توسط این محققین جهت تهیه نقشه خصوصیات مختلف خاک از روش کریجینگ استفاده شده است. (به نقل از محمدی، ۱۳۷۷). لیوو همکاران (۲۰۰۴) وابستگی مکانی عناصر غذایی کم مصرف در مزارع برنج استان ژیانگ واقع در جنوب غربی چین را با استفاده از زمین آمار و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بررسی کردند. آن ها ۱۳۴ نمونه خاک تهیه کرده و میزان عناصر کم مصرف (روی، مس، آهن و منگنز) را با روش DTPA اندازه گیری کردند و تغییر پذیری مکانی روی، مس، آهن و منگنز را بررسی نمودند و نشان دادند که در منطقه مورد مطالعه روی و منگنز بهترین برازش را با مدل نمایی به ترتیب با دامنه ۴/۴ و ۹۷/۲ کیلومتر داشتند و آهن بهترین برازش را با مدل خطی با دامنه ۴۸/۲۳ کیلومتر داشت و مس هیچ گونه همبستگی مکانی با مدل اثر قطعه ای خالص نشان نداد. به علاوه روی و منگنز بیشترین وابستگی مکانی را به خاطر اثر فاکتورهای ذاتی مانند مواد مادری، پستی و بلندی و نوع خاک داشتند و آهن وابستگی مکانی متوسطی در یک فاصله طولانی تر داشت. توزیع مکانی هر چهار عنصر کم مصرف قابل استفاده به صورت معنی داری با فاکتورهای تشکیل خاک همبستگی داشتند. قاسمی فسایی و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که با افزایش میزان آهن در خاک، میزان جذب آهن افزایش می یابد اما مقدار روی، منگنز و مس کاهش می یابد و کاربرد آهن سبب افزایش نسبت آهن به روی، منگنز و مس می شود، در عوض استفاده از منگنز فقط سبب افزایش میزان منگنز می‌گردد و اثر معنی داری بر جذب سایر عناصر کم مصرف ندارد. افزایش سطح بی‌کربنات، سبب کاهش میزان آهن می گردد. قاسمی فسایی (۲۰۰۸)، گزارش کردند که جلوگیری از انتقال منگنز از ریشه به شاخه،اصلی ترین دلیل کاهش میزان منگنز است. زانگ و همکاران (۲۰۰۸)، تغییر پذیری غلظت مس کل و قابل استفاده را در ارتباط با کاربری اراضی و ویژگی های خاک در دلتا رودخانه یانگتز چین بررسی نمودند. نتایج همبستگی ها و تجزیه و تحلیل های ANOVA نشان دادند که کاربری اراضی به صورت معنی داری بر میزان مس قابل استفاده و مس کل و نسبت مس قابل استفاده به مس کل اثر دارند. آن ها نشان دادند که میزان کل مس همبستگی معنی داری با نیتروژن کل در شالیزارها دارد و میزان مس قابل استفاده در شالیزارها با pH، CEC مواد آلی و نیتروژن کل همبستگی معنی دار دارد.

دستیابی به تصویر کلی از شرایط عناصر غذایی در خاکها این امکان را فراهم می‌آورد که خاکهایی که در آنها وضعیت یک یا چند عنصر دچار مشکل است (کمبود یا سمیت) مکان‌یابی شده و برآن اساس اقدامات لازم صورت گیرد. به طور کلی اهداف این تحقیق دستیابی به تصویر کلی از شرایط عناصر غذایی مهم کم مصرف (شناخت، وضعیت و تعیین پراکنش) در اراضی زراعی غالب تحت کشت آبی استان زنجان با ارائه نقشه کمبود و بیش بود هر یک از عناصر غذایی مکان یابی نواحی و خاك هایی که در آنها وضعیت یك یا چند عنصر دچار مشکل است و استفاده از نتایج حاصله از تحقیق برای سایر تحقیقات مرتبط می باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش توزیع عناصر کم مصرف مانند روی، آهن، منگنز و مس مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از روش درون یابی وزن‌دهی عکس فاصله، پهنه‌بندی صورت گرفت و این اطلاعات نقطه‌ای به سطح تبدیل شد. به منظور اجرای پروژه، در ۱۵۷۱۸۸ هکتار از اراضی زراعی آبی استان نمونه های خاک در فواصل ۲ کیلومتر از همدیگر به کمک دستگاه GPS از عمق ۳۰ - ۰ سانتی متر به صورت مرکب که هر نمونه متشکل از ۱۰ نمونه فرعی می باشد، تهیه و پس از آماده سازی مقادیراسیدیته، شوری، کربنات کلسیم، آهن، روی، مس و منگنز قابل جذب در نمونه های خاک توسط آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان و براساس روش های معمول در آزمایشگاههای موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه گیری گردید(علی احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲). با استفاده از نتایج آزمایشگاهی و انترپولاسیون مابین نقاط نمونه برداری شده اقدام به تهیه نقشه پراکنش برای هر یک از خصوصیات شیمیایی و عناصر غذائی در خاک گردید.

نتایج و بحث

آهن

شکل ۱ توزیع مکانی آهن را در خاک های استان نشان میدهد حد بحرانی آهن قابل جذب در خاک برای اغلب گیاهان زراعی تحت کشت در منطقه بین ۵-۶ میلی گرم در کیلوگرم خاک تعیین گردیده است (میرنیا و محمدیان، ۱۳۸۴). به طور کلی مقدار آهن در خاک های مورد مطالعه حداقل ۶۴/۱، حداکثر ۸/۹۹ و به طور میانگین ۷/۷ میلیگرم در کیلوگرم به دست آمده است. به طوری که نتایج (جدول ۱) نشان میدهند، در اراضی منطقه کمبود آهن به طور قابل ملاحظهای در سطح مزارع آبی وجود دارد و بیشترین کمبود آهن در اراضی شهرستانهای خدابنده، خرمدره و ایجرود مشاهده می شود. دلیل این موضوع احتمالا وجود pH بالا، زیاد بودن مقدار کربنات کلسیم خاک و عدم توجه لازم در بکارگیری کودهای حاوی آهن در مزارع آبی می باشد. لیکن در اراضی حاشیه رودخانه قزل اوزن کمبود قابل ملاحظه ای وجود ندارد. سطح قابل توجهی از اراضی حاشیه رودخانه قزل اوزن در شهرستانهای طارم، زنجان و ماهنشان همه ساله تحت کشت برنج قرار میگیرد و پس از برداشت برنج به کشت سایر گیاهان زراعی اختصاص مییابد. اعمال تناوب در مزارع موجب می گردد قسمت اعظم اراضی بطور متناوب هر ۲-۳ سال تحت کشت برنج قرار گیرند. حاکم بودن شرایط متناوب غرقابی در اراضی محدوده مورد مطالعه و همچنین شرایط اکسید و احیایی موجود در این خاکها موجب بروز تغییرات زیاد در عنصر آهن گردیده است. خرمی زاده(۱۳۸۸) درمطالعه پراکنش عناصر کم مصرف در اراضی تحت کشت برنج در گیلان گزارش نمود در منطقه مورد مطالعه کمبودی از نظر آهن قابل استفاده گیاه مشاهده نگردید و به علاوه سمیت آهن نیز وجود نداشت چرا که غلظت آهن قابل استفاده گیاه کمتر از ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بوده است.

جدول ۸- میزان تغییرات آهن قابل جذب خاک در اراضی زراعی آبی استان زنجان

علامت روی نقشه	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	مساحت اراضی(هکتار)	درصد اراضی
۱	۰-۲.۵	۹۱۴	۰.۵۸
۲	۲.۵-۵	۵۳۱۷۵	۳۳.۸۳
۳	۵-۷.۵	۵۹۴۵۴	۳۷.۸۲
۴	۷.۵-۱۰	۲۰۰۲۹	۱۲.۷۴
۵	۱۰-۲۰	۲۱۷۹۶	۱۳.۸۷
۶	۲۰-۴۰	۱۴۹۱	۰.۹۵
۷	۴۰<	۳۲۹	۰.۲۱
	جمع کل	۱۵۷۱۸۸	۱۰۰

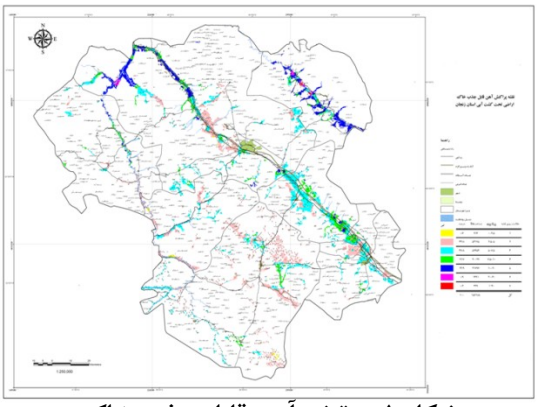
منگنز

توزیع مکانی منگنز در خاک های منطقه مورد مطالعه در شکل ۲ ارایه شده است. حد بحرانی منگنز در خاک برای اغلب گیاهان ۶ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است (ملکوتی و غیبی ۱۳۷۶). براساس نتایج به دست آمده (جدول ۲) و درون یابی آنها با استفاده از روش های آماری کمبود منگنز در خاک های منطقه در حد قابل توجهی وجود ندارد به طوریکه حدود ۱۴درصد اراضی

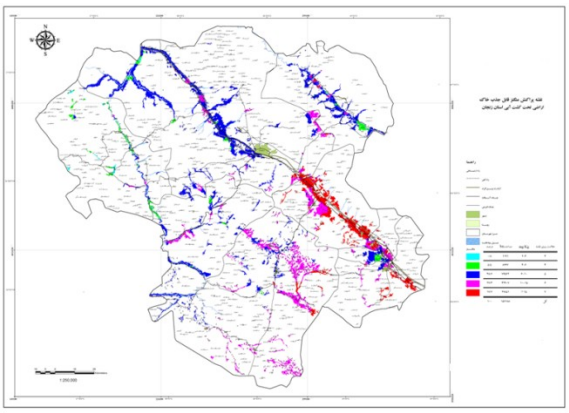
ابی استان دارای منگنز قابل جذب کمتر از ۶ میلی گرم در کیلوگرم است و باقیمانده اراضی دارای بیش از ۶ میلی گرم در کیلوگرم خاک می باشند. نتایج حاصل از این تحقیق با گزارش سایر محققین مطابقت دارد (خرمی زاده ۱۳۸۸).

جدول ۲- میزان تغییرات منگنز قابل جذب خاک در اراضی زراعی آبی استان زنجان

علامت روی نقشه	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)	مساحت اراضی(هکتار)	درصد اراضی
۱	۰-۱	۰	۰.۰
۲	۱-۲	۰	۰.۰
۳	۲-۴	۰	۰.۰
۴	۴-۶	۱۶۲۱	۱۳.۷
۵	۶-۱۰	۷۶۱۰	۶۴.۵
۶	۱۰-۱۵	۲۴۷۷	۲۱
۷	۱۵<	۸۴	۰.۸
	جمع کل	۱۵۷۱۸۸	۱۰۰



شکل ۱ - نقشه آهن قابل جذب خاک



شکل ۲- نقشه منگنز قابل جذب خاک

مس

شکل ۳ توزیع مکانی مس را در استان زنجان نشان میدهد. حد بحرانی مس قابل استفاده برای اغلب گیاهان ۱ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است (ملکوتی و غیبی، ۱۳۷۶) براساس نتایج به دست آمده (جدول ۳) مس قابل استفاده در خاک های اراضی آبی استان حداقل ۳/۰، حداکثر ۶/۸ و به طور میانگین ۹/۱ میلیگرم در کیلوگرم خاک می باشد. از عوامل موثر بر قابلیت استفاده از مس می توان به pH، نوع و مقدار مواد آلی، بر همکنش سایر عناصر در محلول خاک، کاربرد کود و مواد بهساز خاک، غرقاب شدن (مانند کشت برنج) عوامل محیطی و عوامل گیاهی اشاره نمود (معزاردلان و همکاران، ۱۳۸۱). بنابراین با عنایت به نتایج حاصل،کمبود مس در اغلب خاک های منطقه مشاهده نمی شود.

جدول ۳- میزان تغییرات مس قابل جذب خاک در اراضی زراعی آبی استان زنجان

علامت روی نقشه	مس (میلی گرم در کیلوگرم)	مساحت اراضی(هکتار)	درصد اراضی
۱	۰	۹۳	۰.۰۶
۲	۰.۲۵-۰.۵	۹۳	۰.۰۶
۳	۰.۵-۱	۵۹۲۳	۳.۷۷
۴	۱-۲	۹۹۹۱۰	۶۳.۵۶
۵	۲-۴	۴۸۸۸۸	۳۱.۱۰
۶	۴-۶	۲۰۸۲	۱.۳۲

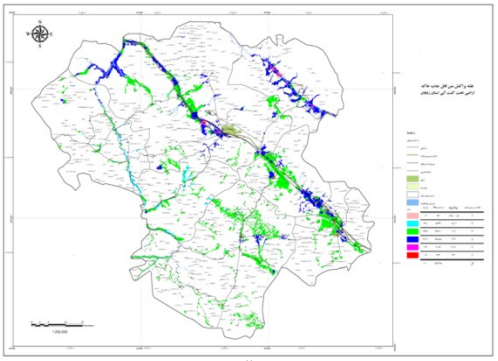
	۶<	۲۹۲	۰.۱۹
		۱۵۷۱۸۸	۱۰۰

روی

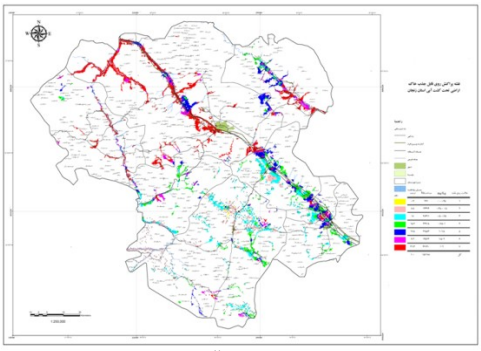
نتایج به دست آمده (شکل ۴) از مطالعه تغییرات روی در اراضی زراعی آبی استان نشان میدهد روی قابل استفاده گیاه در خاک مزارع، حداقل ۱۰/۰، حداکثر ۰/۵۶ و به طور میانگین ۳/۲ میلی گرم در کیلوگرم میباشد. حد بحرانی روی براساس روش DTPA در خاک ۱ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است (ملکوتی و غیبی، ۱۳۷۶) براساس تجزیه و تحلیل آماری و بررسی مکانی تغییرات مشاهده می شود حدود ۴۳ درصد خاک های منطقه دارای روی قابل استفاده کمتر از ۱ میلی گرم در کیلوگرم و حدود ۱۷ درصد اراضی دارای روی قابل استفاده ۱-۵/۱ میلی گرم در کیلوگرم خاک، در حدود ۹ درصد اراضی روی قابل استفاده ۲ - ۵/۱ درصد و ۳۱ درصد نیز روی بیش از ۲ درصد هستند (جدول ۴). به طور کلی ملاحظه می شود سطح وسیعی از اراضی منطقه دارای کمبود روی هستند و این کمبود در اراضی آبی شهرستانهای خدابنده، ابهر، خرمدره و ایجرود در حد قابل توجهی بوده و بیش از ۶۰ درصد اراضی آبی این شهرستانها را شامل می شود لیکن در اراضی آبی شهرستان زنجان کمبود روی در حد بسیار کم مشاهده گردید. وجود اراضی غرقابی تحت کشت برنج و همچنین شور بودن اراضی موجب گردیده میزان روی قابل استفاده گیاه در سطح حدود نیمی از اراضی منطقه درحد کمبود بروز نماید ولی در شهرستان زنجان و ماهنشان کمبود روی مشاهده نگردید. خاک این مناطق به علت دارا بودن معادن و همچنین صنایع فراوری روی از نظر این عنصر غنی و حتی در برخی نقاط مسمومیت روی نیز وجود داردگلچین و همکاران(۱۳۸۴).

جدول ۴- میزان تغییرات روی قابل جذب خاک در اراضی زراعی آبی استان زنجان

علامت روی نقشه	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	مساحت اراضی(هکتار)	درصد اراضی
۱	۰-۰.۲۵	۲۹۲	۰.۱۹
۲	۰.۲۵-۰.۵	۱۳۳۹۴	۸.۵۲
۳	۰.۵-۰.۷۵	۲۸۳۷۱	۱۸.۰۵
۴	۰.۷۵-۱	۲۳۹۱۵	۱۵.۲۱
۵	۱-۱.۵	۲۷۵۵۳	۱۷.۵۳
۶	۱.۵-۲	۱۴۵۲۳	۹.۲۴
۷	۲<	۴۹۱۴۰	۳۱.۲۶
	جمع کل	۱۵۷۱۸۸	۱۰۰



شکل ۳ - نقشه مس قابل جذب خاک



شکل ۴- نقشه روی قابل جذب خاک

منابع

خرمی زاده، ف.۱۳۸۸. بررسی پراکنش مکانی برخی عناصر غذایی کم مصرف در محدوده گیلان مرکزی و تعیین ارتباط آن با برخی ویژگیهای خاک با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی . داشگاه گیلان

علی احیائی م و بهبهانی زاده ع ا، ۱۳۷۲. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاك. جلد اول. نشریه فنی شماره ۸۹۳. موسسه تحقیقات خاك و آب. تهران. ایران.

گلچین، ا و اسماعیلی ، م و تکاسی، م. ۱۳۸۴ . منابع آلاینده خاک ها و محصولات زراعی و باغی استان زنجان به فلزات سنگین. انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان زنجان.
محمدی جهانگرد. ۱۳۷۷. مطالعه تغییرات مکانی شوری خاك در منطقه رامهرمز (خوزستان) با استفاده از نظریه ژئواستاتیستیك کریجینگ . مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی . جلد ۲ شماره ۴ صفحه ۴۹ تا ۶۳ .
معزاردلان، محمد و غ. ثواقبی فیرئز آبادی. ۱۳۸۱ مدیریت حاصلخیزی خاك برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تهران .
میرنیا، س و م . محمدیان. ۱۳۸۴. برنج (اختلالات عناصر غذایی، مدیریت عناصر غذایی) .دانشگاه مازندران.
Balasunram, S.K, M.H.A. husni and O.H. Ahmad. ۲۰۰۸. Application of geostatistical tools to quantify spatial variability of selected soil chemical properties from a cultivated tropical peat. J. Journal of Agronomy ۷ (۱): ۸۲-۸۷
Ghasemi-Fasaei, R and A. Ronaghi. ۲۰۰۸. Interaction of Iron with Copper, Zinc and Manganese in Wheat as affected by Iron and Manganese in a calcareous soil. J. Plant Nutrition ۳۱ : ۸۳۹-۸۴۹
Liu, X.M., J.M. Xu, M.k. Zhang and X.F. Yu. ۲۰۰۴. Application of geo statistics and GIS technique to characterize spatial variability's of bioavailability micronutrients in paddy soils. J. Environmental Geology ۴۶ : ۱۸۹-۱۹۴
Zhang, X, F. Lin, Y. Jiang, K. Wang and X.L. Feng. ۲۰۰۸. Variability of total and available copper concentrations in relation to land use and soil properties in Yangtz river deltab of china. J. Environ Moint Assess ۴ : ۴۸-۵۶

Abstract

Because of special climatic conditions, increasing in Ghizel Ozan's salinity and other limitations in water resources and multiple cropping systems being used in lands, there is highly demand for distribution maps of nutrients for demonstrating their deficiencies or over loadings. So in ۱۵۷۱۸۸ ha of arable lands in Zanjan province, soil sampling sere done in ۲ Km intervals using a GPS device from the upper ۳۰ cm, and some of soil properties micronutrients like zinc, iron, manganese and cupper were measured. Then using these data and interpolations between sampled points in ArcGIS software, distribution maps of named themes have been created. Based on local distribution maps prepared, Soils average content of Iron, Manganese and Cupper are ۷.۶, ۱۱.۳ and ۱.۹ mg/Kg respectively, also soils available Zinc is between the minimum of ۰.۱ and maximum of ۵۶ and averagely specified ۲.۳ mg/Kg.

سرعت رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی با استفاده از محلول کلرید کلسیم در برخی خاک‌های استان کهگیلویه‌و بویراحمد

زینب براتی [۱]، حمیدرضا اولیایی [۲]، ابراهیم ادهمی [۲]، مهدی نجفی قیری [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج، ۳-استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب دانشگاه شیراز

چکیده
اطلاعات درباره خاکهای جنگلی زاگرس بسیار کم است، در حالی که این جنگل‌ها سطحی در حدود ۴۱ درصد از مساحت جنگل‌های ایران را به خود اختصاص داده‌اند. . پتاسیم از عناصر ضروری گیاه بوده و نقش مهمی در روابط آبی گیاه دارد. در این تحقیق سینتیک آزادشدن پتاسیم غیر تبادلی در ۱۰ خاک انتخابی (مربوط به دو عمق) جنگلی استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار در مدت ۸۸۴ ساعت مطالعه شد. رهاسازی پتاسیم در همه خاک‌ها در مراحل اولیه سریع بود و در مراحل بعدی با سرعت کمتری ادامه یافت. براساس ضرایب تشخیص و خطای استاندارد برآورد، سرعت آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی به وسیله معادله‌های الوویچ و تابع توانی و مرتبه اول توصیف شد. کانی‌های موجود در بخش رس خاک‌ها شامل ایلیت، کلریت، اسمکتیت، پالیگورسکیت و کوارتز بود.

واژه‌های کلیدی: آزاد شدن پتاسیم، سینتیک، پتاسیم غیرتبادلی، خاک جنگلی

مقدمه
در گذشته وسعت جنگل‌های زاگرس ۱۰ میلیون هکتار برآورد گردیده بود که به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه به‌سرعت از وسعت آن کاسته شد و اکنون حدود ۵ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود (اولیایی و همکاران، ۱۳۹۰). اصلی‌ترین گونه گیاهی این جنگل‌ها، گونه بلوط است. تحقیقات نشان داده است که ۳۹ گونه و زیرگونه بلوط در منطقه رویشی زاگرس، در ایران وجود دارد که گونه *Quercus brantii Lindl* وسیع‌ترین پراکنش را بین گونه‌های جنس بلوط در حوزه رویشی زاگرس دارا بوده و از دره سیلوانا در آذربایجان غربی تا ارتفاعات جنوبی روستاهای دادنجان و چنار سوخته شهرستان فیروزآباد فارس گسترش دارد. این گونه معروف به بلوط ایرانی، بلوط زاگرس و بلوط غرب است. بلوط ایرانی درختی بزرگ با ارتفاع متوسط حدود ۸ متر (گاهی ارتفاع آن به ۲۰ متر نیز می‌رسد) با برگ‌هایی یکنواخت و تخم‌مرغی با حاشیه دندانه‌ای شکل می‌باشد. از نظر نیازهای اکولوژیکی، عموماً روی خاک‌هایی با منشاء تشکیلات آهکی و pH قلیایی فاقد آبشویی، آهک و رس استقرار یافته است (متینی زاده و همکاران، ۱۳۸۵). خاک این رویشگاه‌ها عموماً کم‌عمق تا نسبتاً عمیق بوده و از تکامل خوبی برخوردار نمی‌باشند.

پتاسیم فراوان‌ترین عنصر غذایی موجود در عمق ۱۵ سانتی‌متری بخش رویین خاك است که بجز وظایف فیزیولوژیکی مهمی که در گیاه به عهده دارد، در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه خاصی را به خود اختصاص داده است. هوازدگی کانی‌های پتاسیمی و تداوم مصرف کودهای پتاسیمی از عامل‌های مؤثر بر ورود پتاسیم به بخش قابل دسترس خاك است (آزادی و همکاران، ۱۳۹۲). شکل‌های مختلف پتاسیم در خاك به ترتیب قابلیت استفاده برای گیاه شامل پتاسیم محلول، تبادلی، غیرتبادلی (تثبیت‌شده) و ساختمانی می‌باشند (Sparks & Huang, ۱۹۸۵ ؛ Martin & Sparks, ۱۹۹۵). میزان پتاسیم محلول بسیار پایین است و حدود ۵ درصد از کل نیاز گیاه را در طی فصل رشد تأمین می‌کند (Mengel & Kirkby, ۲۰۰۱). پتاسیم محلول خاک، شکل قابل استفاده برای جذب گیاهان است. به‌طور معمول سطح پتاسیم محلول خاک پایین است مگر این‌که کود پتاسیم به خاک افزوده‌شده باشد (Sparks, ۱۹۸۷). پتاسیم قابل‌تبادل که با جایگزینی آمونیوم از استات آمونیوم تعیین می‌شود دارای پیوند الکتروستاتیکی با سطح کانی‌های رسی و مواد آلی است و قابل‌تبادل با دیگر کاتیون‌ها بوده، به آسانی برای گیاه قابل‌استفاده است (Sparks, ۱۹۸۷). پتاسیم در شکل غیرتبادلی در کریستال کانی تثبیت نشده است اما بین لایه‌ها، در حفره‌های شش‌وجهی بین صفحات چهاروجهی‌های مجاور در میکاها و ورمیکولیت های با هشت‌وجهی دوجایی و سه جایی و کانی‌های رسی بینابین مانند میکا- ورمیکولیت نگه‌داشته شده است (Sparks, ۱۹۸۷). این پتاسیم به‌راحتی با دیگر کاتیون‌ها، قابل‌تبادل نیست.پتاسیم غیرتبادلی، پتاسیم تبادلی را که در نتیجه آبشویی و جذب گیاهی کم شده است پشتیبانی می‌کند (Sparks et al., ۱۹۸۰). پتاسیم ساختمانی که ۹۰ تا ۹۸ درصد کل پتاسیم خاك را تشکیل می‌دهد، در ساختمان کانی‌های اولیه دارای پتاسیم مثل میکاها و فلدسپارها نگه‌داشته می‌شود. این منبع به آرامی در خاك آزاد می‌شود و پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی را تجدید می‌کند (Sharpley, ۱۹۹۰). تعادل موجود بین شکل‌های مختلف پتاسیم در خاک، سبب تداوم تأمین پتاسیم برای گیاه می‌شود (جلالی، ۲۰۰۶). پتاسیم کل در خاک، حاصل مجموع این چهار شکل است. چون وجود کاتیون‌های مختلف در محلول خاك بر قابلیت استفاده پتاسیم خاك تأثیرگذار است، بنابراین بررسی روند آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در حضور کاتیون‌های غالب ضروری به نظر می‌رسد.آنها علاوه بر رقابت بر سر مکان‌های تبادلی، بر ضریب فعالیت و درنهایت فعالیت یون‌ها در محلول خاك و سرعت رهاسازی پتاسیم تأثیرگذارند (Murashkina et al, ۲۰۰۷). یون غالب و تأثیرگذار در خاکهای آهکی، یون کلسیم است که روی آزادسازی

پتاسیم غیرتبادلی در خاك تاثیر می‌گذارد، بنابراین برخی مطالعات مربوط به سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی با استفاده از محلول کلرید کلسیم انجام شده است (بحرینی طوحان و همکاران، ۱۳۸۹. جلالی و ضرابی، ۱۹۹۷). مکانیزم عمل یون کلسیم، جانشینی می‌باشد، بنابراین یون کلسیم به علت اندازه و انرژی هیدراتاسیون بالایی که نسبت به یون پتاسیم دارد، به‌راحتی نمی‌تواند با پتاسیم‌های بین لایه‌ای تبادل شود و در خاک‌های با کانی غالب انبساط ناپذیر مثل ایلیت این موضوع بیش‌تر نمایان می‌شود (Srinivasarao et al,۱۹۹۹).

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در ۱۰ نقطه از مناطق عمده جنگلی استان کهگیلویه و بویراحمد با پوشش غالب درخت بلوط، در دو بخش سردسیری و گرمسیری استان انجام شد و از خاک زیر سایه‌انداز درختان به فاصله حدود نصف فاصله تنه تا لبه خارجی تاج پوشش از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه تهیه شد. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل و آزمایش‌های اولیه مختلف فیزیکی، شیمیایی از جمله: بافت خاك به روش هیدرومتر، قابلیت هدایت الکتریکی خاك در عصاره گل اشباع توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی، pH در گل اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی خاك با استات‌سدیم ۱ نرمال pH ۲/۸ ، کربنات کلسیم به روش تیتراسیون برگشتی اسیدکلریدریک، اندازهگیری کربن آلی به روش سوزاندن تر بر روی آن‌ها انجام شد. شکلهای مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و کل به ترتیب در عصاره اشباع، عصارهگیری با استات آمونیوم ۱ نرمال pH ۷، عصارهگیری با اسید نیتریک یک مولار جوشان، و هضم با اسیدفلوریدریک و تیزاب‌سلطانی تعیین شدند. عصارههای به دست آمده با روش شعله سنجی با دستگاه فلیم فتومتر اندازهگیری شدند.

برای مطالعات سینتیک آزادسازی پتاسیم، ابتدا پتاسیم تبادلی و محلول از افقهای سطحی حذف شد (Martin & Sparks, ۱۹۸۵). جهت انجام این کار نمونههای خاك با محلول ۱ نرمال کلرید کلسیم به مدت ۲۴ ساعت در تعادل قرار گرفت تا نمونهها کاملاً اشباع از کلسیم شدند. سپس جهت حذف یون کلرید اضافی، نمونهها با الکل و سپس آب مقطر شسته شدند. برای اطمینان از حذف کامل یون کلرید از آزمون نیترات نقره استفاده و سپس نمونهها در آون خشک شدند. در مرحله بعد حدود ۲ گرم از خاك اشباع با کلسیم در لوله سانتریفوژ ریخته و ۲۰ میلی‌لیتر از محلول کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار به آن اضافه شد و به مدت معین تکان داده شد. سپس نمونه سانتریفوژ شده و محلول زلال رویی جهت اندازهگیری غلظت پتاسیم نگهداری شد. مجدداً محلول تازه کلرید کلسیم به نمونه اضافه کرده و این مراحل تا جایی که غلظت پتاسیم در عصاره به مقدار ثابتی رسید، تکرار شد. غلظت پتاسیم در هر مرحله در نمونهها اندازهگیری شد. پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده در عصاره با دستگاه شعله سنج اندازه‌گیری و سپس نسبت به زمان با معادلات مختلف سینتیکی برازش داده شد.

بحث و نتیجه‌گیری

برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. دامنه تغییرات مقدار رس، سیلت، کربنات کلسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی معادل به ترتیب ۷/۵۲-۷/۲۲، ۴/۳۸-۲۰، ۴/۸۷-۱۸و ۶/۵۷-۳/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. دامنه تغییرات پتاسیم محلول، پتاسیم تبادلی خاک،پتاسیم غیر تبادلی و پتاسیم کل به ترتیب ۲۲/۸-۲۴/۷۱ ، ۲۱/۳۸۴-۹۱/۶۴، ۴۶/۱۲۶۰-۱۳/۱۰۶ و ۱۱/۸۱۱۰-۲۴/۱۰۱۰ می‌باشد.

روند آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی با کلرید کلسیم از خاک: شکل‌های ۱ و ۲ مقدار پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده به روش عصاره‌گیری متوالی با کلرید کلسیم را به‌عنوان تابعی از زمان عصاره‌گیری از خاک‌ها نشان می‌دهد. با توجه به شکل‌های ۱و ۲ تقریبا در تمام خاک‌ها سرعت رهاسازی تا ۵۴ ساعت پس از شروع آزمایش فزاینده بود و پس از این مرحله رهاسازی با سرعت کم‌تری ادامه یافت. روند رهاسازی سریع‌تر اولیه و سپس یکنواخت شدن آن در بسیاری از مطالعات رهاسازی،از جمله در مطالعات تو و همکاران (۲۰۰۷)، فرشادی‌راد و همکاران (۱۳۹۲) و عبدی و همکاران (۱۳۹۳) دیده شده است. به‌طور کلی رهاسازی سریع اولیه را می‌توان به آزاد شدن پتاسیم از مناطق لبه‌ای و گوه‌ای شکل کانی‌های پتاسیم دار نسبت داد. با پیش روی رهاسازی، لبه‌های کانی از هم جدا شده و پتاسیم های بین لایه‌ای موجود در ساختمان کانی رها می‌شوند، به علت افزایش فاصله پتاسیم‌های درونی از لبه‌ها و قدرت جذب پتاسیم، رهاسازی با سرعت و پخشیدگی کم‌تری صورت می‌گیرد (گولدینگ، ۱۹۸۴). نتایج نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین مقدار پتاسیم غیر تبادلی به ترتیب از خاک تنگ گنجه‌ای با عمق ۳۰-۰ سانتیمتر و خاک بولوار بویراحمد با عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتر آزاد شده است (جدول ۲). این می‌تواند با تفاوت در نوع و مقدار رس در این خاکها با خاکهای دیگر مرتبط باشد. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که مقدار پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی با میزان کانی‌های رسی ایلیت و اسمکتیت در سطح ۱ درصد رابطه معنی‌دار دارد که این نتیجه با نتایج گزارش شده توسط حیدرماه (۱۳۹۰) و نجفی (۱۳۸۹) مطابقت دارد.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی منتخب خاک‌های مورد مطالعه

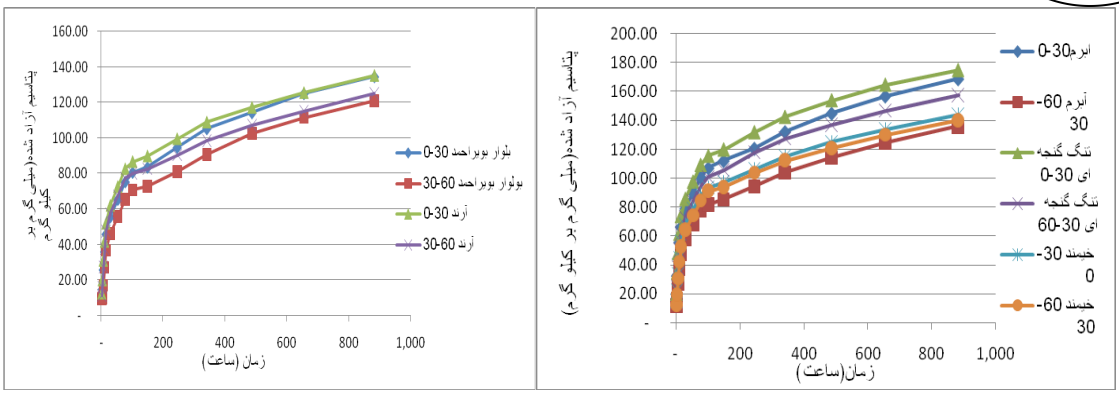
شماره خاک	نام سری	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	اهک (درصد)	EC (ds/m)	CEC cmol(+)/m	ماده آلی (درصد)	pH
۱	آب‌برم ۳۰-۰	۷/۲۶	۲۴	۳/۴۹	۳/۵۷	۵/۰	۹/۳۵	۹/۲	۶/۷
۲	آب‌برم ۶۰-۳۰	۷/۲۲	۲۸	۳/۴۹	۵/۶۰	۵/۰	۴/۲۲	۸/۱	۶/۷
۳	تنگ گنجه‌ای ۳۰-۰	۷/۴۴	۲۶	۳/۲۹	۱/۲۲	۷/۰	۳/۵۳	۱/۷	۳/۷
۴	تنگ گنجه‌ای ۶۰-۳۰	۴/۴۹	۲۰	۶/۳۰	۱۸	۵/۰	۶/۵۷	۹/۲	۲/۷
۵	خیمند ۳۰-۰	۷/۵۲	۲۴	۳/۲۳	۵۶	۷/۰	۵/۵۲	۲/۲	۴/۷
۶	خیمند ۶۰-۳۰	۴/۵۲	۲۵	۶/۲۲	۵/۴۵	۶/۰	۹/۴۸	۳/۰	۴/۷
۷	بولوار بویراحمد ۳۰-۰	۱/۴۷	۲۶	۹/۲۶	۴/۸۳	۲/۱	۵/۳۱	۴/۴	۹/۶
۸	بولوار بویراحمد ۶۰-۳۰	۷/۲۱	۳۳	۳/۴۵	۴/۸۷	۶/۰	۳/۲۸	۶/۲	۱/۷
۹	آرند ۳۰-۰	۴/۴۰	۴/۳۸	۲/۲۱	۱/۴۱	۶/۰	۹/۳۵	۳/۲	۶/۷
۱۰	آرند ۶۰-۳۰	۴/۴۶	۲۸	۶/۲۵	۹/۴۸	۴/۰	۳۷	۱/۱	۶/۷

.جدول ۲- شکل‌های محلول، تبادلی،غیرتبادلی و کل خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	نام سری	میلی‌گرم در کیلوگرم			
		پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیرتبادلی	پتاسیم کل
۱	آب‌برم ۳۰-۰	۲۱	۴/۲۵۱	۸/۵۴۱	۹/۱۰۳۱
۲	آب‌برم ۶۰-۳۰	۶/۹	۵/۱۱۷	۷/۲۹۴	۷/۲۱۷۷
۳	تنگ گنجه‌ای ۳۰-۰	۴/۲۴	۲/۳۸۴	۵/۱۲۶۰	۷۸۰۸//۸
۴	تنگ گنجه‌ای ۶۰-۳۰	۹/۸	۶/۳۰۹	۵/۱۰۹۷	۸/۸۹۷۵
۵	خیمند ۳۰-۰	۹/۲۲	۶/۳۲۲	۱/۶۴۷	۸/۱۲۳۳
۶	خیمند ۶۰-۳۰	۸/۴	۷/۲۴۸	۶/۸۴۹	۷/۳۲۸۵
۷	بولوار بویراحمد ۳۰-۰	۳/۱۵	۵/۱۱۵	۱/۲۲۵	۸/۱۰۸۷
۸	بولوار بویراحمد ۶۰-۳۰	۴/۳	۹/۶۴	۱/۱۰۶	۷/۱۲۹۴
۹	آرند ۳۰-۰	۴/۱۱	۲/۱۷۶	۴/۵۸۵	۳/۴۳۹۰
۱۰	آرند ۶۰-۳۰	۸/۴	۳/۲۵۲	۴/۵۲۹	۴/۷۰۰۷

شکل ۲- منحنی رهاسازی پتاسیم با عصاره گیری $CaCl_2$

شکل ۱ - منحنی رهاسازی پتاسیم با عصاره گیری متوالی با $CaCl_2$



.مدل‌های سینتیکی انتخاب شده (SE)و خطای معیار (R^2)جدول۳- مقادیر ضرایب تبیین

خاک	الوویچ		توانی		پخشیدگی سهموی		مرتبه اول	
	SE	R^2	SE	R^2	SE	R^2	SE	R^2
آب‌برم ۳۰-۰	۳۸/۴	۹۹/۰	۳۸/۴	۹۹/۰	۶۳/۱۴	۹۱/۰	۱۷/۰	۹۵/۰
آب‌برم ۶۰-۳۰	۵۱/۴	۹۹/۰	۵۱/۴	۹۹/۰	۸۱/۱۱	۹۱/۰	۱۷/۰	۹۴/۰
تنگ گنجه‌ای ۳۰-۰	۲۵/۳	۱	۲۵/۳	۱	۴۸/۱۶	۸۹/۰	۱۸/۰	۹۵/۰
تنگ گنجه‌ای ۶۰-۳۰	۱۰/۳	۱	۱۰/۳	۱	۹۵/۱۴	۹۰/۰	۱۸/۰	۹۵/۰
خیمند ۳۰-۰	۲۳/۳	۹۹/۰	۲۳/۳	۹۹/۰	۱۷/۱۴	۸۹/۰	۱۹/۰	۹۴/۰
خیمند ۶۰-۳۰	۰۴/۳	۹۹/۰	۰۷/۳	۹۹/۰	۰۰/۱۴	۸۹/۰	۲۰/۰	۹۴/۰
بولوار بویراحمد ۳۰-۰	۵۸/۴	۹۹/۰	۵۸/۴	۹۹/۰	۵۱/۱۱	۹۲/۰	۱۶/۰	۹۶/۰
بولواربویراحمد ۶۰-۳۰	۴۷/۵	۹۸/۰	۴۷/۵	۹۸/۰	۱۳/۱۰	۹۳/۰	۱۵/۰	۶۹/۰
آرند ۳۰-۰	۹۶/۲	۹۹/۰	۹۶/۲	۹۹/۰	۱۳/۱۳	۸۹/۰	۱۹/۰	۹۴/۰
آرند ۶۰-۳۰	۳۷/۳	۹۹/۰	۳۷/۳	۹۹/۰	۱۲/۶۴	۸۸/۰	۲۰/۰	۹۳/۰
میانگین	۴۵/۳	۹۰/۰	۴۵/۳	۹۰/۰	۱۳/۱۲	۸۲/۰	۱۶/۰	۸۶/۰

منابع

اولیایی، ح. ر. ادهمی، ا. فرجی، ه. و فیاض، پ. ۱۳۹۰. آثار درخت بلوط ایرانی (*Quercus brantii Lindl*.) بر برخی خصوصیات خاک در منطقه جنگلی یاسوج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاك، جلد ۵۶، صفحه‌های ۱۹۳ تا ۲۰۶.

آزادی، ا. باقرنژاد، م. و ابطحی، ع. ۱۳۹۲. بررسی وضعیت پتاسیم و ارتباط آن با کانی‌شناسی و ویژگی‌های خاک در خاک‌های منطقه کافتر. نشریه مدیریت خاک، شماره سوم، صفحه های ۵۹ تا ۶۹.

بحرینی طوحان، م. دردی پور، ا. و موحدی نائینی، ع. ۱۳۸۹. سرعت رها سازی پتاسیم غیر تبادلی با استفاده از اسید سیتریک و کلرید کلسیم رقیق در خاك های زراعی سری های غالب استان گلستان. مجله علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۴، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۲۶.

حیدرماه، ص. ۱۳۹۰. سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در خاکهای آهکی استان کهگیلویه و بویر احمد. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه یاسوج.

عبدی، ص. قاسمی فسایی، ر. کریمیان، ن. ع. و فیضیان، م. ۱۳۹۳. قابلیت استفاده و سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در برخی خاک‌های آهکی استان فارس. نشریه آب و خاکف جلد ۲۸، شماره ۴، صفحه‌های ۷۶۶ تا ۷۷۷.

فرشادی‌راد، ا. دردی‌پور، ا و خرمالی، ف. ۱۳۹۲. سرعت رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی با استفاده از کلرید کلسیم در خاک‌ها و اجزای آن. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد سوم، شماره اول، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۲۹.

متینی‌زاده، م. علی احمد کروری، س. خوشنویس، م. تیموری، م و پرازنیک، و. ۱۳۸۵. تغییرات فصلی کربوهیدرات‌های غیر ساختاری و آمیلاز در شاخه‌های بلوط ایرانی. فصل‌نامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۴، شماره ۳، صفحه‌های ۲۶۹ تا ۲۷۷ .

نجفی قیری، م. ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و کانیشناسی و وضعیت پتاسیم در خاکهای استان فارس. پایان نامه دکتری خاشناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شیراز

Andrist-Rangel Y., Hillier S., born I., Lilly A., Towers W., Edwards A., and Paterson E. ۲۰۱۰. Assessing potassium reserves in northern temperate grassland soils: A perspective based on quantitative mineralogical analysis and aqua-regia extractable potassium. Geoderma, ۱۵۸: ۳۰۳-۳۱۴.

Goulding K.W T. ۱۹۸۴. The availability of potassium in soil to crops as measured by its release to a calcium-saturated cation exchange resin. Agriculture Science, ۲۶۵-۲۷۵.

Jalali M. and Zarabi M. ۲۰۰۶. Kinetics of nonexchangeable-potassium release and plant response in some calcareous soils. Plant Nutrition and Soil Science, ۱۶۹: ۱۹۶-۲۰۴.

Martin W.H., and Sparks D.L. ۱۹۹۵. On the behaviour of nonexchangeable potassium in soils. Soil Science. Plant Anal, ۱۶: ۱۳۳-۱۶۲.

Mengel K. and Kirkby E.A. ۲۰۰۱. Principles of plant nutrition. Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht.

Murashkina M.A., Southard R.J., and Petty G.S. ۲۰۰۷. Silt and sand fraction dominate K fixation in soils derived from granitic alluvium of the sanjoaquin valley California. Geoderma, ۱۴۱: ۲۸۳-۲۹۳.

Sharpley A.N. ۱۹۹۰. Reaction of fertilizer potassium in soils of different mineralogy. Soil Science, ۱۴۹: ۴۴-۵۱

Sparks D. L. and Huang P. M. ۱۹۸۵. Physical Chemistry of soil potassium.Pp. ۲۰۱-۲۷۶. In Potassium in Agricalture. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

Sparks, D.L. ۱۹۸۰. Chemistry of soil potassium in Atlantic coastal plain soils. Soil Science, Plant Anal, ۱۱: ۴۳۵-۴۴۹.

Srinivasarao C., Datta S.P., SubbaRao A., Sing S.P., and Takkar P.N. ۱۹۹۹. Kinetics of non-exchangeable potassium release by organic acids from mineralogically different soils. Soil Science, ۴۵: ۷۲۸-۷۳۴.

Abstract

There is low information regarding Zagros forest sosf۴ils, while the forest surface area of about ۴۱ per cent of the country's forest area allocated. Potassium is an essential element in plants and plays an important role in plant water relations. In this research, potassium release of non-exchangeable of ۱۰ selected soils (belong to ۲ depths) of Kohgilouye province were studied using ۰.۰۱M $CaCl_۲$ over a period of ۸۸۴ h. K release was fast in the earlier periods of the extraction in all soils and it is followed with a lower rate to the end of experiment. The non-exchangeable release rates were well described through Ellovich, power function and first order equations upon the highest determination coefficient and the least estimation standard error. Major soil clay minerals were illite, chlorite, smectite, palygroskite and quartz.

اثر تنش خشکی بر غلظت عناصر غذایی در ارقام و ژنوتیپ های مختلف مرکبات جنوب کرمان در مرحله جوانه زنی

طاهره ظاهرآراء [۱]، ناصر برومند [۲] و محمدسادات حسینی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه جیرفت، ۲- استادیار علوم خاک دانشگاه جیرفت، ۳- عضو هیئت علمی دانشگاه جیرفت

چکیده
مرکبات سالانه در سراسر جهان با تنش های زنده و غیرزنده مواجه می باشد. در این تحقیق ، بمنظور بررسی اثر تنش خشکی بر غلظت عناصر غذایی ، آزمایشی بر روی ۱۰ رقم مرکبات در ۳ تکرار و ۶ سطح غلظت پلی اتیلن گلیکول (۰ ، ۰.۲۵- ، ۰.۵- ، ۰.۷۵- ، ۱- و ۱.۵- مگاپاسکال) بصورت فاکتوریل و طرح کاملا تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. در پایان عناصر میکرو و ماکرو اندازه گیری گردید . نتایج نشان دادکه در تمامی عناصر اختلاف معناداری وجود دارد . با افزایش تنش خشکی میزان عنصر نیتروژن ، فسفر ، آهن و منگنز کاهش می یابد و میزان عنصر پتاسیم ، کلسیم ، منیزیم ، روی و مس افزایش می یابد. بیشترین میزان عناصر در ارقام بکرایی ، رافلمون و ماکروفیلا و کمترین میزان در ارقام تریوسترنج ، پرتقال محلی و پاین اپل مشاهده گردید.

واژه های کلیدی: پلی اتیلن گلیکون ، کمبود آب ، جیرفت ، عناصر ریزمغذی .

مقدمه
درختان مرکبات برای رشد و تولید اقتصادی میوه به آب کافی نیاز دارند، بر اثر کمبود آب، دچار تنش خشکی می شوند که با کاهش رشد و تولید میوه همراه است . در شرایط تنش میزان آب قابل استفاده از خاك کم می شود و جذب عناصر غذایی به عنوان یکی از عوامل اصلی در رشد و نمو گیاهان در افق های سطحی خاك کاهش می یابد (Garcia et al , ۲۰۰۷) این کاهش جذب عناصر غذایی در گیاهان تحت تنش باعث کاهش رشد رویشی، زایشی، کاهش اندازه و تعداد برگ، عملکرد و کیفیت میوه ها می شود (Cohen , ۱۹۸۸ ; Faliveen et al , ۲۰۰۷ ; Montieth , ۱۹۸۶ ; Umar et al , ۱۹۹۳ and Rodrigues et al , ۲۰۱۰) همچنین، کاهش انتقال یون ها از خاك به ریشه ها ، تغییر جذب یون ها به وسیلة ریشه ها، تغییر تقاضای ریشه ها و اندام های هوایی برای مواد معدنی و کاهش انتقال از طریق گیاه از اثرات متقابل تنش خشکی و جذب عناصر غذایی هستند(کافی ، ۱۳۸۶).
تنش خشکی و کمبود آب قابل دسترس یکی از مهم ترین عوامل کاهش تولید محصولات کشاورزی به خصوص در مناطق خشك و نیمه خشك دنیا محسوب می شود. تنش خشکی زمانی در گیاهان حادث می گردد که میزان آب دریافتی کمتر از تلفات آن بوده، این امر ممکن است به علت اتلاف بیش از حد آب یا کاهش جذب و یا وجود هر دو مورد باشد .(Hassani, ۲۰۰۵) تنش خشکی علاوه بر اثر منفی بر روی عملکرد، باعث بروز یا تشدید سایر تنش ها مخصوصا تنش کمبود عناصر غذایی برای گیاه می شود. یکی از زیان بارترین اثرات تنش خشکی اختلال در روند جذب و تجمع عناصر غذایی است که علاوه بر تلفات کود، باعث کاهش عملکرد دانه و علوفه می گردد (کافی ، ۱۳۸۶ و علیزاده ، ۱۳۷۸) مکانیسم های جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاهان، مانند جریان توده ای، انتشار و یا جذب و انتقال به وسیله پدیده اسمز همگی، تابعی از مقدار رطوبت موجود در خاك و ریشه است و در صورت کاهش رطوبت، شدت و مقدار جذب عناصر غذایی دستخوش تغییر و تحول می گردد(Taiz et al , ۱۹۹۸) و (رفیعی و همکاران ، ۱۳۸۳) .اگر چه برخی از این سیستم های انتقالی عناصر، نظیر انتشار به مقدار رطوبت کمتری جهت جذب عناصر غذایی نیازمند بود در این راستا، با کاهش رطوبت تا آستانه بحرانی، نیز روند جذب و انتقال برخی از عناصر غذایی توسط ریشه ادامه می یابد. ولی برخی دیگر از جمله جریان توده ای وابستگی زیادی به مقدار رطوبت دارند. در صورت کاهش رطوبت، عناصری که بوسیله این جریان انتقال م یابند، روند جذب منفی خواهد داشت (Taiz et al , ۱۹۹۸)و (عبدالله پور و همکاران ، ۱۳۹۲) . خشکی به چند طریق ممکن است بر وضعیت تغذیه معدنی گیاهان اثر داشته باشد، شامل کاهش انتقال یون ها از خاك به ریشه ها، تغییر جذب یون ها به وسیلة ریشه ها ، تغییر تقاضای ریشه و اندام های هوایی برای یون ها، کاهش انتقال از طریق گیاه و کمبود یا تجمع یون هایی که ممکن است در متابولیسم اختلال ایجاد و یا پاسخ های سازش را القا کنند (کافی ، ۱۳۸۶).به طور کلی، پایه و پیوندك به طور معنی داری غلظت عناصر غذایی برگ را تغییر می دهند. پایه های پونسیروس و سیترنج به القای تجمع نیتروژن، فسفر و پتاسیم در حد متوسط تا بالا در برگ پیوندك منجر می شوند ، ولی پایة رافلمون به القای تجمع پتاسیم کمتری در برگ پیوندك منجر میشود (Taylor et al , ۱۹۹۳). وضعیت عناصر غذایی در برگ نارنگی انشو که روی ده پایة مختلف پیوند شده بودند ، بررسی شدند و نتیجه گرفته شد که غلظت عناصر بور و نیتروژن برگ های نارنگی انشوی پیوند شده روی پایة سیترنج بالاترین مقدار را داشته است، ولی پایة نارنج کمترین مقدار بور و نیتروژن را القا کر ده است (Creste et al ۱۹۹۵)در شرایط تنش خشکی میزان جذب عناصری مثل نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مرکبات تحت تأثیر نوع پایه قرار دارد.(Rodrigues et al, ۲۰۱۰). هدف از این پژوهش، بررسی اختلالات رشدی و فیزیولوژیکی مرکبات در اثر تنش خشکی در مرحله جوانه زنی می باشد

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۹۳ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت در قالب طرح کامل تصادفی بصورت فاکتوریل در ۱۰ ژنوتیپ ، ۶ سطح و سه تکرار اجرا شد . فاکتور a شامل ۱۰ رقم مرکبات (بکرایی ، نارنج ، شله محل ، رافلمون ، لیموترش ، ماکروفیلا ، ترویسترنج ، پرتقال محلی ، پرتقال پایین اپل و گریپ فروت ردبلاش) و فاکتور b شامل ۶ سطح غلظت پلی اتیلن گلیکون (۰ ، ۰.۲۵- ، ۰.۵- ، ۰.۷۵- ، ۱- و ۱.۵- مگاپاسکال) بود . ابتدا بذور مرکبات از میوه های باغات مرکز تحقیقات شهرستان جیرفت تهیه گردید . پس از برداشت میوه و بذرگیری آنها بذرها را با سم کاپتان ۳ در هزار ضدعفونی کرده و سپس با آب مقطر شسته و در هوای آزاد به مدت سه روز خشک گردید و سپس بذور در داخل گلدان های پلاستیکی به قطر ۷ سانتی متر و طول ۱۱ سانتی متر که دارای محیط کشت پرلیت بودند ، کاشته شدند. برای انجام این آزمایش از پرلیت با دانه بندی متوسط که برای رشد بذر گیاهان باغی مناسب می باشد و یک محیط کشت بسیار مناسب و طبیعی رشد را به وجود می آورد، استفاده شد. محلول پلی اتیلن گلیکول PEG نیز با استفاده از روش (Michel &Kaufmann, ۱۹۷۳) تهیه شد.در هر گلدان ۳ عدد بذر ضد عفونی شده قرار داده و به هر کدام مقداری محلول PEG با پتانسیل مربوطه اضافه شد به طوری که بذور در تماس با محلول باشند. گلدان ها در محیط گلخانه با دمای ۲۱ درجه سانتیگراد منتقل شدند. بذرها به طور روزانه بازبینی و تعداد بذور جوانه زده ثبت شدند. پس از اتمام دورة آزمایش برگ ها جدا و پس از شست و شوی دقیق، در آون در دمای ۷۰ درجة سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و پس از خشك شدن ، با آسیاب برقی به صورت پودر در آورده شدند. پس از تهیة خاکستر از مواد گیاهی در دمای ۵۰۰ درجة سانتی گراد ، عصاره گیری با استفاده از ۲ میلی لیتر کلریدریك اسید ۲ نرمال و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی لیتر انجام شد . غلظت پتاسیم و کلسیم و منیزیم در عصاره با دستگاه فلیم فتومتر JENWAY مدل PFP ۷آهن، روی، منگنز و مس با دستگاه جذب اتمی GBC مدل AVANTA ، و فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتری MAPADA مدل ۱۱۰۰ -V در طول موج ۸۸۰ اندازه گیری شدند. همچنین، مقدار نیتروژن به روش هضم با استفاده از میکروکجلدال اندازه گیری شد. داده های به دست آمده در تجزیه و سپس ، SAS نهایت، با استفاده از نرم افزار آماری مقایسة میانگین ها با کمك آزمون دانکن انجام و در نهایت ، رسم نمودار با استفاده از نرم افزار Excel اجرا شدند.

نتایج و بحث

فسفر

نتایج تجزیة واریانس داده ها (جدول ۱) نشان داد که ارقام مرکبات و اثر متقابل ارقام مرکبات و تنش خشکی بر میزان فسفر برگ در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار و سطوح تنش خشکی در سطح احتمال ۱ درصد بسیار معنادار بود. نتایج مقایسة میانگین داده ها (جداول ۱ و ۲) نشان داد که بالاترین میزان فسفر در ارقام رافلمون و ماکروفیلا و سطح تنش صفر میباشد و کمترین میزان فسفر در رقم تریوسترنج و در سطح تنش ۱.۵- می باشد. که با نتایج تحقیق (Rodrigues et al , ۲۰۱۰) و (عبدالله پور و همکاران ، ۱۳۹۲) که نشان داده است که پایه های مختلف مرکبات در مواجه شدن با تنش مقدار جذب فسفر متفاوتی دارند موافق می باشد.

نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که ارقام مرکبات و سطوح تنش خشکی در سطح ۵ درصد اختلاف معنادار و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد بسیار معنادار شده است . نتایج مقایسه میانگین نشان دارد (جداول ۲ و ۳) که بیشترین میزان نیتروژن در رقم ماکروفیلا و در سطح تنش خشکی صفر و کمترین میزان در رقم تریوسترنج و در سطح تنش ۱.۵- می باشد . که با نتایج (Creste et al ۱۹۹۵ and Iyenger , ۱۹۹۲) و (عبدالله پور و همکاران ، ۱۳۹۲) بر روی مرکبات مطابقت دارد.

پتاسیم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اختلاف معناداری در سطح ۵ درصد بر سطوح تنش خشکی و بسیار معنادار در سطح ۱ درصد بر ارقام مرکبات و اثر متقابل ارقام و سطوح تنش خشکی وجود دارد (جدول ۱).نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم برگ در رقم رافلمون و سطح تنش خشکی ۱.۵- و کمترین میزان در ترویسترنج و پرتقال محلی و پایین اپل و در سطح صفر مشاهده شد(جداول ۲و ۳). که با نتایج (Rodrigues et al , ۲۰۱۰)و (عبدالله پور و همکاران ، ۱۳۹۲) مطابقت دارد.

کلسیم

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اختلاف معناداری در سطح احتمال ۵ درصد در سطوح تنش خشکی و اثر متقابل و بسیار معنادار در سطح ۱ درصد در ارقام مرکبات وجود دارد . نتایج مقایسه میانگین نشان دارد (جداول ۲ و ۳) که بیشترین میزان نیتروژن در رقم نارنج و در سطح تنش خشکی ۱.۵- و کمترین میزان در رقم تریوسترنج و در سطح تنش صفر می باشد . که با نتایج (Murillo and Amador, ۲۰۰۲) مطابقت دارد

منیزیم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارقام مرکبات و سطوح تنش خشکی در سطح ۵ درصد اختلاف معنادار و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد بسیار معنادار شده است . نتایج مقایسه میانگین نشان دارد (جداول ۲ و ۳) که بیشترین میزان نیتروژن در رقم ماکروفیلا و در سطح تنش خشکی صفر و کمترین میزان در رقم تریوسترنج و در سطح تنش ۱.۵- می باشد .

روی ، مس ، آهن و منگنز

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که برای عناصر آهن و مس ارقام مرکبات و سطوح تنش خشکی در سطح ۵ درصد اختلاف معنادار و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد بسیار معنادار شده است و برای عناصر روی و منگنز اختلاف معناداری در سطح ۵ درصد بر ارقام مرکبات و اثر متقابل و اختلاف بسیار معنادار در سطح ۱ درصد وجود دارد . نتایج مقایسه میانگین نشان دارد (جداول ۲ و ۳) که بیشترین میزان آهن و مس و روی در سطح تنش ۱.۵- و کمترین در سطح تنش خشکی صفر و بالعکس برای عنصر منگنز بیشترین میزان در سطح تنش صفر و کمترین در سطح تنش ۱.۵- مشاهده گردید و بیشترین میزان عناصر مس و منگنز در رقم بکرایی و کمترین در تریوسترنج و برای عنصر آهن بیشترین میزان در رقم رافلمون و برای عنصر روی بیشترین میزان در ارقام ماکروفیلا و ردبلاش و کمترین در ترویسترنج مشاهده شد.

در مورد عنصر روی نیز روندی مشابه عنصر پتاس در گیاه دیده میشود، که این روند در مورد عنصر مس نیز دیده می شود اما تنش خشکی باعث کاهش جذب عنصر منگنز گردیده است، منگنز و آهن از نظر جذب توسط گیاه رابطه عکس با یکدیگر دارند یعنی افزایش جذب منگنز باعث کاهش جذب آهن می گردد (Benjamin et al , ۱۹۹۷) . محققین بیان نموده اند که تنش آب فعالیت ریشه های پیرتر را متوقف می کند و فقط نوك ریشه ها جذب عناصر غذایی را انجام می دهند که کاتیون های دو ظرفیتی نسبت به یك ظرفیتی بیشتر جذب می شوند و جذب آنیون ها نیز محدود می گردد (Martins et al , ۲۰۰۳ ; Benjamin et al , ۱۹۹۷ and Zhow et al , ۱۹۹۷).که نتایج این تحقیق با نتایج کار سایر محققین همخوانی دارد.

جدول ۱ - خلاصه نتایج آنالیز واریانس تاثیر تنش خشکی پلی اتیلن گلیکول بر عناصر میکرو و ماکرو در مرحله جوانه زنی مرکبات منطقه جیرفت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		فسفر	نیتروژن	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	مس	منگنز	روی
ارقام مرکبات (a)	۹	۰.۰۰۵*	۰.۶۸۱ns	۷.۲۷۵**	۰.۲۵۷*	۰.۰۸۹ns	۰.۰۶۸*	۰.۰۱۴*	۰.۰۴۷ns	۰.۰۶۷*
سطح تنش خشکی (b)	۵	۰.۰۱۷*	۱.۴۸۷ns	۲۸.۳۵۵ns	۰.۴۶۱*	۰.۳۶۳**	۰.۲۴۱*	۰.۰۵۶*	۰.۱۶۲**	۰.۳۰۷ns
a.b	۴۵	۰.۰۰۰*	۱.۰۱۲**	۲.۶.۲۹**	۰.۱۱۹*	۰.۰۳۲ns	۰.۰۱۶*	۰.۰۰۱*	۰.۰۰۸ns	۰.۰۲۱*
خطای آزمایش	۱۲۰	۰.۰۰۱	۱.۰۱۱	۸.۲۵۹	۰.۰۱۵	۰.۱۲۵	۰.۳	۰.۰۱۴	۰.۰۰۹	۰.۱۹
مجموع	۱۷۹	۰.۰۰۴	۳.۰۲۵	۲۹.۲۵۸	۰.۵۸۹	۰.۳۶۹	۰.۳۵	۰.۵۷	۰.۱۲۹	۰.۲۳
%CV		۰.۰۱۲	۰.۰۲۵	۱.۱۵۳	۰.۹۹۲	۰.۳۶۰	۰.۲۵۸	۰.۱۵۸	۰.۰۸۱	۰.۰۴۷

عدم وجود اختلاف معنی دار n.s
وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد*
وجود اختلاف بسیار معنی دار در سطح آماری ۱ درصد**

جدول۲-نتایج مقایسه میانگین اثر تنش خشکی پلی اتیلن گلیکول بر عناصر میکرو و ماکرو در مرحله جوانه زنی مرکبات منطقه جیرفت

ارقام	فسفر	نیتروژن	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	مس	منگنز	روی
بکرایی	۰.۲۹۸ab	۳.۳۱۲b	۱۲.۷۷۸ab	۱.۶۲۳ab	۱.۴۲۲a	۱.۱۰۷ab	۰.۷۱۸a	۱.۵۰۲a	۱.۱۵۶ab
شل محله	۰.۱۸۸c	۲.۵۸۳bc	۷.۱۳۰bc	۰.۷۳۵bc	۰.۸۳۲c	۰.۶۵۰c	۰.۳۱۸c	۰.۴۶۷bc	۰.۵۰۴b

	۰.۲۹۲a b	۲.۹۴۸bc	۱۰.۲۲۵ b	۷.۳۷۵a	۱.۰۵۸b c	۱.۰۳۲b	۰.۴۲۲b	۰.۹۲۳b	۰.۶۱۱ cd
نارنج تریوسترنج	۰.۰۶۸d	۰.۵۴۷d	۱.۴۷۸d	۰.۰۲۰d	۰.۱۹۳d	۰.۲۱۱d	۰.۱۲۰d	۰.۱۴۷d	۰.۱۴۳ d
لیمو ترش	۰.۲۶۳b	۳.۰۰۵b	۹.۶۹۵b	۱.۱۷۳b	۱.۱۴۷b	۱.۰۱۲b	۰.۴۲۰b	۰.۴۷۵c	۱.۰۲۵ ab
رافلمون	۰.۳۳۰a	۳.۴۶۰ab	۱۳.۰۲۷ a	۱.۷۷۲a b	۱.۳۹۲a b	۱.۱۵۰a	۰.۵۵۳a b	۰.۸۵۷b	۱.۰۶۰ ab
پرتقال محلی	۰.۰۹۸c d	۱.۱۶۵c	۳.۰۷۸c	۰.۰۸۷c	۰.۲۸۸c d	۰.۳۴۵c d	۰.۱۳۲c d	۰.۱۹۸c d	۰.۰۹۶ bc
پرتقال پاین اپل	۰.۰۹۸c d	۱.۱۸۷c	۲.۸۶۲c	۰.۰۵۷c	۰.۲۸۳c d	۰.۳۱۳c d	۰.۱۱۷c d	۰.۱۷۷c d	۰.۰۷۱ bc
ردبلاش	۰.۲۳۳b	۲.۶۶۳bc	۸.۶۷۳b c	۰.۸۰۵b c	۱.۰۶۷b c	۰.۹۴۳b c	۰.۳۴۹c	۰.۶۸۳b c	۱.۵۲۷ a
ماکروفیلا	۰.۳۲۹a	۳.۸۸۸a	۱۲.۰۰۸ ab	۱.۵۸۵a b	۱.۳۶۲a b	۱.۰۶۳b	۰.۴۴۵b	۱.۰۶۵a b	۱.۵۷۰ a

.در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معني‌داری ندارند

جدول۳-نتایج مقایسه میانگین اثر تنش خشکی پلی اتیلن گلیکول بر عناصر میکرو و ماکرو در مرحله جوانه زنی مرکبات منطقه جیرفت

سطح تنش خشکی	فسفر	نیتروژن	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	مس	منگنز	روی
۰	۰.۴۰۲a	۴.۰۳۳a	۱۰.۰۰۱d	۰.۵۶۴e	۱.۰۳۲f	۱.۲۶۲a	۰.۴۸ ۷d	۱.۰۵۷a	۰.۵۳ ۵f
-۰.۲۵	۰.۲۷۶b	۳.۹۱۹b a	۱۰.۸۸۰c d	۰.۸۰۳d	۱.۱۳۴e	۱.۱۱۶b	۰.۴۵ ۰e	۰.۹۱۱c	۰.۹۱ ۹e
-۰.۵	۰.۲۹۰ba	۳.۶۰۹b	۱۱.۲۱۱c	۰۹۶۹c	۱.۲۸۹d	۱.۱۱۵b	۰.۴۳ ۱f	۱.۰۱۴b	۰.۹۰ ۹d
-۰.۷۵	۰.۳۰۰ba	۱.۹۷۱c	۱۲.۲۴۲b c	۱.۷۰۳b	۱.۳۶۵c	۱.۰۳۳d	۰.۵۵ ۲c	۰.۸۹۰d	۱.۲۳ ۶c
-۱	۰.۲۳۴cb	۱.۶۰۰c d	۱۲.۷۶۰b	۱.۹۵۵a b	۱.۵۶۲b	۱.۰۱۷e	۰.۵۶ ۲b	۰.۸۳۴e	۱.۷۰ ۵b
-۱.۵	۰.۲۲۴c	۱.۲۳۰d	۱۴.۳۴۸a	۳.۰۹۰a	۱.۷۰۶a	۱.۰۴۲c	۰.۷۰ ۴a	۰.۶۹۶f	۲.۱۳ ۱a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معني‌داری ندارند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده ، این آزمایش نشان داد که هرچه سطح تنش خشکی افزایش یابد میزان فسفر ، نیتروژن ، آهن و منگنز کاهش میابد و میزان پتاسیم ، کلسیم ، منیزیم ، روی و مس افزایش می یابد و مقاومترین ارقام در برابر تنش خشکی رافلمون ، نارنج و ماکروفیلا و ضعیف ترین ارقام ترویسترنج و پرتقال پاین اپل و پرتقال محلی در برابر افزایش تنش می باشند.

منابع

رفیعی ، م ؛ نادیان ، ح ؛ نورمحمدی ، ق ؛ کریمی ، م. ۱۳۸۳. اثرات تنش خشکی و مقادیر روی و فسفر بر غلظت و کل جذب عناصر در ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران . جلد ۳۵. شماره ۱. صفحه ۲۳۵-۲۴۳.

عبدالله پور ، ع ؛ قاسم نژاد ، م ؛ مومن پور ، ع ؛ اشکوری ؛ ع . ۱۳۹۲. اثر دور آبیاری و نوع پایه بر غلظت برخی از عناصر غذایی در برگ نهال های جوان پرتقال تامسون ناول . مجله به زراعی کشاورزی. شماره ۲. صفحه ۱۲۵-۱۳۴.

علیزاده، ا؛ . ۱۳۷۸ . رابطة آب، خاك، گیا.ه انتشارات آستان قدس رضوی، صفحه ۳۵۳.
کافی، م ؛ مهدوی دامغانی ، ع ؛ . ۱۳۸۶ . مکانیسمها ی مقاومت گیاها ن به تنشها ی محیطی. انتشار ات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۴۶۷.
Baker RJ .۱۹۹۴. Breeding methods and selection indices for improved tolerance to biotic and abiotic stresses in cool season food legume. Euphytica ۷۳: ۶۷-۷۲.
Benjamin J.G., Pokter L.K., H. Duke and L.R. Ahuja. ۱۹۹۷. Corn growth and nitrogen uptake with furrow irrigation and fertilizer bands. Agronomy Journal, ۸۹: ۶۰۹ - ۶۱۲.
Cohen G and Goell A .۱۹۸۸. Fruit growth and dry matter accumulation in grape fruit during periods of water with holding and after reirrigation. Journal of plant physiology ۱۵(۵): ۶۳۳-۶۳۹.
Creste, JE and Lima IA .۱۹۹۵. Effect of different rootstock on mineral composition of leaves on fruiting shoots of Satsuma Tangerine tree. Cientifica-Saboticbal ۲۳: ۴-۱۶.
Faliveen S, Giddings J, Kardy S. and Sanderson G.۲۰۰۷. Managing citrus orchard with less water. www.dpi.nsw.gov.au/primefacts
Garcia F, Syvertsen JP and Perez JG.۲۰۰۷. Response to flooding and drought stress by two citrus rootstocks seeding with different water use efficiency. Physiology plant arum ۱۳۰: ۵۳۲-۵۴۲.
Hassani, A., ۲۰۰۵. Effect of water deficit on growth, yield and essential oil herb Badrshbov. Iran. J. Medic. Aroma. Plants. ۲۲(۳), ۲۵۶-۲۶۱.
Iyenger BRV, Iyer CPA and Sullaamath V.۱۹۸۲. Influence of rootstocks on the leaf nutrient composition of two scion cultivars of Mandarin. Sciatica Horticulturae۱۶: ۱۶۳-۱۶۹.
Martins A.L.C., O.C. Batagha, O.A. Camargo and H. Contarella. ۲۰۰۳. Corn yield and uptake of Cu, Fe, Mn and Zn from sewage sludge-amend soil with and without liming. Revista -Basilica-Deciencia, ۲۷: ۵۶۳-۵۷۴.
Montieth JL .۱۹۸۶ . Significance of the coupling between saturation vapor pressure deficit rainfalls in monsoon climates. Experimental Agriculture ۲۲: ۳۲۹-۳۳۸
Murillo-Amador, B.R., C. Lopez-Aguilar, J. Kaya, A. Larrinaga-Mayoral and F. Hernandez. ۲۰۰۲. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. Journal. Of Agronomy & Crop Science, ۱۸۸:۲۳۵-۲۴۷.
Rodrigues JG, Edvardo, PMJ, Forner B and Angeles F .۲۰۱۰. Citrus rootstock response to water stress. Sciatica horticulture. ۱۲۶: ۹۵-۱۰۲.
Strivastav A.K., R. Kohli R. and Ram R.۱۹۹۴. Cation exchange capacity of root as marker for vigor of citrus rootstock. Indian of Agricultural Sciences.۱۷: ۳۲۴-۳۲۶.
Taiz L. and Ezeiger. ۱۹۹۸. Plant Physiology (۲nd ed). Sinaye Associates Inc. Publisher. Sonderland Massachusetts.۷۵۷p.
Taylor BK and Dimesey RT.۱۹۹۳. Rootstock and scion effect on the leaf nutrient composition of citrus tree. Australian Journal of Experimental Agriculture ۲۵: ۳۶۳-۳۷۰.
Umar SN, Rao R and Sekhon GS.۱۹۹۳. Differential effect of moisture stress and potassium levels on growth and k uptake in sorghum. Indian Journal of Plant Physiology۳۶: ۹۴-۹۷.
Zhow X.M., G.A. Madramootoo, A.F. Mackenzie and D.L. Smith. ۱۹۹۷. Biomass production and nitrogen uptake in corn-rayegrass systems. Agronomy Journal, ۸۹:۷۴۹-۷۵۶.

Abstract:

Citruses are encountered worldwide with biotic and abiotic stresses. In this study, to evaluate the effect of drought stress, nutrient concentration, The test was carried out ۱۰ varieties of citrus in ۳ repeat and ۶ PEG levels (۰, ۰.۲۵-, ۰.۵-, ۰.۷۵-, ۱- and -۱.۵ MPa) as factorial and completely randomized design in Jiroft University research greenhouse in ۱۳۹۳. In the end, micro and macro elements were measured. The results showed that there is a significant difference in all the elements. With increasing stress levels of nitrogen, phosphorus, iron and manganese is reduced and the amount of potassium, calcium, magnesium, zinc and copper increased. Most of the elements content in varieties such as Bael, Alemow and Rough lemon, and lowest varieties, Trivestrange, and Pineapple and local orange were observed.

نقش اسید های آلی با وزن مولکولی کم در استخراج رادیوم-۲۲۶ از خاک

ساره نظامی [۱]، محمد جعفر ملکوتی [۲]، علی بهرامی سامانی [۳]، محمد قنادی مراغه [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۳- پژوهشکده چرخه سوخت هسته‌ای پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران تهران

چکیده
یکی از نقش‌های مهم اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم افزایش قابلیت دسترسی عناصر در خاک برای جذب گیاه است. بدین منظور آزمایشی با غلظت‌های مختلف اسیدهای آلی اگزالیک و سیتریک و در زمان‌های متفاوت برای استخراج ^{226}Ra از خاکی با فعالیت بالای این رادیونوکلئید انجام شد. شمارش فعالیت ^{226}Ra در عصاره‌های استخراج شده پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، با دستگاه شمارشگر سنتیلاسیون مایع انجام شد. نتایج نشان داد که اسیدهای آلی بخصوص سیتریک در غلظت ۱۰ میلی‌مولار باعث کاهش pH عصاره‌های استخراج شده نسبت به شاهد (آب مقطر) شدند، اما نتوانستند در استخراج ^{226}Ra از خاک موثر باشند. به نظر می‌رسد که بخش عمده ^{226}Ra در جزء پایدار خاک باشد که توسط این اسیدهای ضعیف قابل استخراج از خاک نیست.
واژه‌های کلیدی: رادیوم-۲۲۶، اسید اگزالیک، اسید سیتریک

مقدمه
به طور متوسط ۳۰ تا ۶۰ درصد کربن حاصل از فتوسنتز به صورت ترکیبات آلی مختلف در منطقه ریزوسفر گیاهان آزاد می‌شود. از جمله این ترکیبات، اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم[۱۸۸] (LMWOAs) هستند، که دارای حداقل یک گروه کربوکسیل می‌باشند. از بین اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم ترشح شده در ریزوسفر اسید سیتریک، اسید اگزالیک و اسید مالیک از نظر کمی بیشتر از بقیه بوده و در بسیاری از فرآیندهای خاک شامل حلالیت و جذب عناصر غذایی توسط گیاهان و ریزجانداران، سمیت زدایی فلزی (Al) و رشد و تکثیر میکروبی در ریشه شرکت دارند. معمولا غلظت کل اسیدهای آلی در ریشه‌ها حدود ۱۰ تا ۲۰ میلی‌مولار (۱ تا ۴ درصد کل وزن خشک گیاه) می‌باشد (Jones, ۱۹۹۸؛ خادمی و همکاران، ۱۳۸۷). گروه کربوکسیل باعث ایجاد بار منفی در اسیدهای آلی می‌شود و بسته به تعداد گروه‌های کربوکسیل، اسیدهای آلی شامل بارهای منفی متفاوت می‌باشند و به این دلیل قادر هستند با کاتیون‌های فلزی در محلول تشکیل کمپلکس داده و یا جایگزین آنیونها در سطوح ذرات خاک گردند. همچنین، با کاهش pH محیط نیز در افزایش قابلیت دسترسی عناصر نقش دارند (Jones, ۱۹۹۸؛ Strom et al., ۲۰۰۱؛ Hoffland et al., ۲۰۰۶؛ Khademi, ۲۰۰۶).

رادیوم-۲۲۶ یک تابش کننده آلفا است که نیمه عمر آن در حدود ۱۶۰۰ سال بوده و از واپاشی اورانیوم-۲۳۸حاصل می‌شود. این رادیونوکلئید فقط یک حالت اکسیداسیونی (Ra^{2+}) در محیط‌های طبیعی دارد و جزء فلزات قلیایی خاکی بوده و شبیه آنها رفتار می‌کند (Pardue and Guo, ۱۹۹۸). این رادیونوکلئید از راههای مختلفی نظیرخوردن غذا و آب یا استنشاق وارد بدن شده و پس از ورود در استخوان‌ها جایگزین کلسیم شده و به خاطر نیمه عمر بیولوژیکی بالایی که دارد، باعث ایجاد سرطان‌ها و سایر اختلالات در بدن می‌شود. مناطقی از جهان شامل کلارا در هند، مناطقی در برزیل، یانگ جیانگ در چین، دلتای نیل در مصر، جنوب غربی فرانسه و رامسر در ایران دارای پرتوزایی طبیعی (HBRA)[۱۸۹] هستند. منشا این پرتوزایی طبیعی به خاطر حضور رادیونوکلئیدهای طبیعی به خصوص ^{226}Ra است، که توسط چشمه‌های آب گرم به سطح زمین آورده می‌شوند (Ghiassi-Nejad et al., ۲۰۰۳).

با توجه به مطالب بیان شده هدف از تحقیق حاضر این بود که اثر اسیدهای آلی اگزالیک و سیتریک را بر استخراج ^{226}Ra از خاکی با فعالیت بالای این رادیو نوکلئید که از منطقه رامسر نمونه‌برداری شده بود، بررسی کند. واضح است که افزایش قابلیت دسترسی این رادیو نوکلئید در خاک در نهایت بر افزایش جذب آن توسط گیاه موثر خواهد بود.

مواد و روش‌ها
خاک مورد آزمایش دارای بافت لوم شنی و از منطقه خاک سفید رامسر که فعالیت رادیو اکتیو ^{226}Ra به طور طبیعی در آن بالاست، نمونه‌برداری شد. نمونه‌های خاک از افق A (۰-۳۰ سانتیمتری) جمع آوری شده و پس از عبور از الک ۲ میلیمتری تا زمان آنالیز در دمای آزمایشگاه نگه داشته شدند. به منظور استخراج ۳ ، ^{226}Ra گرم از نمونه خاک خشک شده در هوا با ۳۰ میلی لیتر محلول اسیدهای آلی (سیتریک و اگزالیک) با غلظت‌های ۰/۱، ۱ و ۱۰ میلی‌مولار در زمان‌های ۱۰، ۶۰، ۱۸۰ و ۳۶۰ دقیقه در دستگاه شیکر با دور ۲۰۰ در دقیقه شیک شدند. سپس عصاره‌های خاک به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده

[۱۸۸] Low Molecular Weight Organic Acids
[۱۸۹] High Background Radiation Areas

و با کاغذ صافی صاف شدند. در ابتدا pH عصاره‌ها با pHمتر اندازه‌گیری شد. سپس، مقدار فعالیت ^{226}Ra موجود در عصاره‌ها پس از یک ماه باقی ماندن برای رسیدن به تعادل بین ^{226}Ra و دختران آن با دستگاه شمارشگر سنتیلاسیون مایع[190] (LSC) در سازمان انرژی اتمی، اندازه‌گیری شد. استخراج با آب مقطر به عنوان شاهد استفاده شد. تمام عصاره گیری‌ها در سه تکرار صورت گرفت. لازم به ذکر است که یک نمونه خاک نیز برای اندازه‌گیری فعالیت کل ^{226}Ra آماده‌سازی شد و مدت یکماه باقی مانده و سپس با دستگاه گاما اسپکترومتر شمارش گردید. تجزیه و تحلیل نتایج با آنالیز آماری ANOVA به روش بونفرونی برای بررسی سطوح اطمینان با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

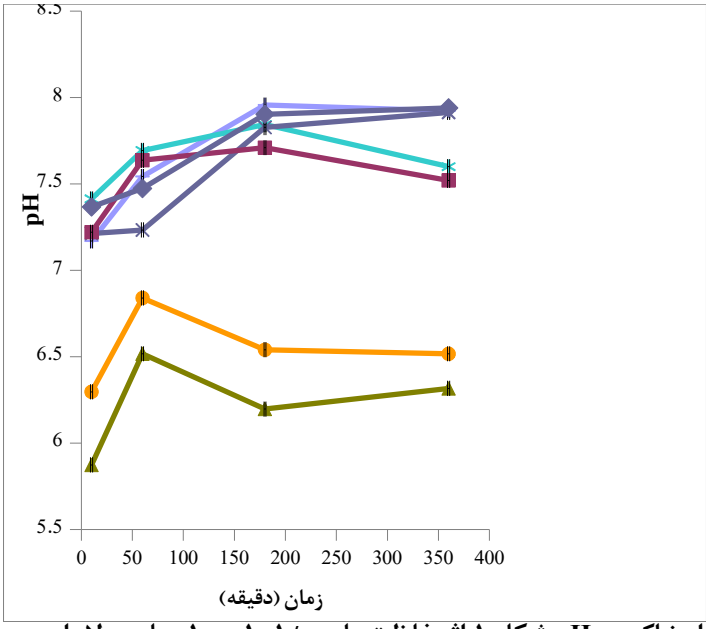
نتایج و بحث

جدول ۱ خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه را نشان می‌دهد. خاک موردنظر از منطقه رامسر که فعالیت رادیو اکتیو ^{226}Ra به طور طبیعی در آن بالاست، جمع‌آوری شد. مقدار فعالیت کل ^{226}Ra با دستگاه گاما اسپکترومتر، ۱۰۰۰۰ بکرل بر کیلوگرم شمارش شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه

PH	کربنات کلسیم معادل	EC	ازت کل	کربن آلی	بافت	فسفر	پتاسیم	آهن	روی
	(%)	($dS\ m^{-1}$)		(%)		($mg\ kg^{-1}$)			
۵۰/۷	۷/۵۰	۶۶/۲	۴/۰	۴۹/۳	لوم شنی	۸/۱۶	۱۱۷	۷/۴۴	۶۴/۳

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به pH نشان داد که اثر تیمارهای مختلف اسیدهای آلی در زمان‌های مختلف شیک کردن بر تغییر pH عصاره‌های استخراج شده از خاک در سطح احتمال یک درصد، معنی‌دار شد. با توجه به نتایج به دست آمده غلظت‌های کم اسیدهای آلی در زمان‌های مختلف تغییر چندانی در pH نسبت به آب مقطر ایجاد نکردند. اما غلظت‌های بالاتر اسیدهای آلی باعث کاهش معنی‌دار pH نسبت به شاهد شدند، چون در هر دو مورد مقدار pH کاهش یافت. این کاهش در مورد اسید سیتریک ۱۰ میلی‌مولار (۴/۱ واحد کاهش نسبت به شاهد(بیش از اسید اگزالیک ۱۰ میلی‌مولار)۱ واحد کاهش نسبت به شاهد) بود (شکل ۱).



شکل ۱ اثر غلظت‌های ۱/۰، ۱ و ۱۰ میلی‌مولار اسیدهای اگزالیک و سیتریک بر pH عصاره‌های استخراج شده از خاک در زمان‌های مختلف

[190] Liquid Scintillation Counter

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه و سایر مطالعات در این زمینه، اسیدهای آلی بخصوص اسید سیتریک در غلظت‌های بالا باعث کاهش بیشتر pH محیط نسبت به اسید اگزالیک می‌شود. از آنجایی که اسید سیتریک یک اسید سه کربوکسیله و اسید اگزالیک دو کربوکسیله می‌باشد، در نتیجه مقدار H^+ بیشتری از آن نسبت به اگزالیک آزاد شده و باعث کاهش بیشتر pH محیط می‌گردد (Huang *et al*., ۱۹۹۸؛ Chang *et al*., ۲۰۰۵؛ Ding *et al*., ۲۰۱۴). هر چند که اسیدهای آلی سبب کاهش PH محیط شدند، اما پس از شمارش نمونه‌ها با دستگاه LSC از آنجایی که مقادیر شمارش پایین‌تر از حد آشکارسازی دستگاه بود، نتیجه‌ای حاصل نشد. برای آزمون احتمالاتی که در این مورد داده شد، در مرحله بعدی از مقدار بیشتری خاک جهت آنالیز استفاده شده که به علت رنگی شدن نمونه‌ها و ایجاد مشکل در شمارش توسط دستگاه LSC مجددا نتیجه‌ای به دست نیامد. احتمال دیگری داده شد که ممکن است ^{۲۲۶}Ra در اجزاء پایدارتر خاک باشد که توسط این اسیدهای ضعیف از خاک استخراج نشده است، لذا اجزاء مختلف رادیوم طی پیش آزمایشی از خاک استخراج شدند. نتایج اولیه حاصل از آن نشان داد که بخش عمده ^{۲۲۶}Ra در ساختار کانی‌های خاک وجود دارد که براحتی و در کوتاه مدت از خاک استخراج نشده و برای گیاه نیز قابل دسترس نیست.

منابع

خادمی، ز. جونز، د. ملکوتی، م. ج. و اسدی، ف. ۱۳۸۷. تاثیر اسید های آلی بر افزایش قابلیت جذب و برداشت فسفر از ریزوسفر گندم. مجله علوم آب و خاک. جلد، ۲۲ (۱). صفحه ۳۲-۲۵.

Chang P., Kim K.W., Yoshida S. and Kim S.Y. ۲۰۰۵. Uranium accumulation of crop plants enhanced by citric acid. Environmental Geochemistry and Health Journal, ۲۷: ۵۲۹-۵۳۸.

Ding Y.Z., Song Z.G. and Feng R.W. ۲۰۱۴. Interaction of organic acids and pH on multi-heavy metal extraction from alkaline and acid mine soils. Int. J. Environ. Sci. Technol, ۱۱: ۳۳-۴۲.

Ghiassi-Nejad M., Beitollahi M.M., Asefi M. and Rezanejad F. ۲۰۰۳. Exposure to ۲۲۶Ra from consumption of vegetables in the high level natural radiation area of Ramsar- Iran. Journal of Environmental Radioactivity, ۶۶: ۲۱۵- ۲۲۵.

Hoffland E., Wei C. and Wissuwa M. ۲۰۰۶. Organic anion exudation by lowland rice (Oryza sativa L.) at zinc and phosphorus deficiency. Plant and Soil Journal, ۲۸۳: ۱۵۵-۱۶۲.

Huang J.W., Blaylock M.J., Kapulnik Y. and Ensley B.D. ۱۹۹۸. Phytoremediation of uranium- contaminated soils: role of organic acids in triggering uranium hyperaccumulation in plants. Environ. Sci. Technol journal, ۳۲: ۲۰۰۴-۲۰۰۸.

Jones D.L. ۱۹۹۸. Organic acids in the rhizosphere - a critical review. Plant and Soil Journal, ۲۰۵: ۲۵-۴۴.

Khademi Z. ۲۰۰۶. Organic acids behaviour in calcareous soils. Ph.D desertation of soil science. School of agriculture and forest sciences, University of Wales, Bangor, Gwynedd.

Pardue J.H. and Guo T.Z. ۱۹۹۸. Biogeochemistry of ۲۲۶Ra in contaminated bottom sediments and oilfield waste pits. Journal of Environ Radioactivity, ۳۹(۳): ۲۳۹-۲۵۳.

Strom L., Owen A.G., Godbold D.L. and Jones D.L. (۲۰۰۱). Organic acid behaviour in a calcareous soil : sorption and biodegradation rates. Soil Biology & Biochemestry Journal, ۳۳: ۲۱۲۵- ۲۱۳۳.

Abstract

One of the important roles of low molecular weight organic acids is increasing the availability of nutrients in soil for plant uptake. To investigate the effects of different concentrations of oxalic and citric acid at various times on the extraction of ^{۲۲۶}Ra from a soil with high activity concentration of this radionuclide, an experiment was conducted. Counting the activity of ^{۲۲۶}Ra in extracted solutions after preparation of samples, was performed by Liquid Scintillation Counter (LSC). Results showed that organic acids specially citric acid at ۱۰ mM reduced the pH of extracted solutions compared to control (distilled water), but couldn't extract significant amount of ^{۲۲۶}Ra from the soil. It seems that the major part of ^{۲۲۶}Ra is in the soil persistent phase thus these weak acids couldn't release it.

اثرات پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی آن بر خاک و گیاه

سپیده ابریشم کش [۱]، منوچهر گرجی [۲]، حسین اسدی [۳] و احمد علی پوربابایی [۴]
۱- دانشجوی دکترای مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران ۲- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه گیلان ۴- استادیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده
این پژوهش به منظور بررسی تاثیر پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی آن بر برخی ویژگی‌های خاک و تولید زیست‌توده عدس در یک خاک قلیائی و در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد که کربن آلی خاک و آب قابل‌استفاده گیاه در تیمارهای زغال زیستی به طور معنی‌دار بیشتر از تیمارهای پوسته شلتوک برنج و شاهد بود. وزن خشک زیست‌توده در تیمارهای زغال زیستی و پوسته شلتوک برنج بیشتر از شاهد بود اما تفاوت معنی‌دار نبود. واکنش شیمیایی خاک در تیمار پوسته شلتوک برنج به طور معنی‌دار کمتر از تیمارهای زغال زیستی و شاهد بود. ظرفیت تبادل کاتیونی در تیمارهای پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی به طور معنی‌دار بیشتر از شاهد بود. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت زمانی‌که بقایای گیاهی مانند پوسته شلتوک برنج به خاک بازگردانده نمی‌شوند و یا توقف طولانی‌مدت کربن در خاک مدنظر است، تولید زغال زیستی از آنها گزینه مناسبی به شمار می‌آید.

واژه های کلیدی: پوسته شلتوک برنج، توقف کربن، زغال زیستی، کربن آلی خاک

مقدمه
در سال‌های اخیر، راه‌کارهای مدیریتی که منجر به افزایش توقف کربن در خاک و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند (Troy et al. ۲۰۱۳). یکی از مهم‌ترین این راه‌کارها، افزودن بقایای گیاهی به منظور افزایش تجمع کربن آلی و بهبود حاصلخیزی خاک است (Lu et al. ۲۰۰۳). پوسته شلتوک برنج یکی از ضایعات کارخانه‌های شالی‌کوبی است که اغلب سوزانده یا در زمین‌های بایر انباشته می‌شود. مطالعات نشان داده است که کاربرد پوسته شلتوک برنج در خاک می‌تواند منجر به بهبود ویژگی‌های خاک از قبیل کاهش جرم مخصوص ظاهری، افزایش ماده آلی خاک، بهبود دسترسی عناصر غذایی و در نتیجه بهبود رشد گیاه شود (Milla et al. ۲۰۱۳)، اما مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک ممکن است موجب انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز گردد (Haefele et al. ۲۰۱۱). اخیرا زغال زیستی[۱۹۱]، محصول تجزیه حرارتی زیست‌توده با دارا بودن پایداری شیمیایی و زیستی، جهت توقف طولانی‌مدت کربن و بهبود کیفیت خاک استفاده شده است (Lehman et al ۲۰۱۱). اگرچه بخشی از زغال زیستی ممکن است توسط ریزجانداران تجزیه شود (Czimczik and Masiellio ۲۰۰۷)، اما بیشتر کربن موجود در زغال زیستی به صورت آروماتیک است که مقاوم به تجزیه در خاک می‌باشد (Amonte and Joseph ۲۰۰۹). از آنجایی‌که ذرات زغال زیستی پس از مخلوط شدن با خاک، قابل‌جداسازی نیستند، قبل از کاربرد و توصیه آن در مقیاس‌های بزرگ، مطالعه آزمایشگاهی اثرات آن در خاک‌ها و گیاهان مختلف ضروری به نظر می‌رسد. از آنجائیکه اغلب مطالعات در مورد اثرات مثبت زغال زیستی در خاک‌های اسیدی انجام گرفته است، این تحقیق با هدف ارزیابی تاثیر کاربرد زغال زیستی تولیدی از پوسته شلتوک برنج بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک قلیائی و تولید زیست‌توده عدس و مقایسه اثرات زغال زیستی با پوسته خام شلتوک برنج انجام گرفت.

مواد و روش‌ها
زغال زیستی از پوسته شلتوک برنج در دمای ۳۰۰-۲۵۰ درجه سانتی‌گراد تولید شد. برخی از خصوصیات خاک، پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی مورداستفاده در این تحقیق در جدول‌های ۱ و ۲ آمده‌اند. آزمایش با ۹ تیمار شامل خاک بدون زغال زیستی (شاهد)، خاک همراه با ۴/۰، ۸/۰، ۶/۱ و ۴/۲ درصد وزنی پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی در سه تکرار (مجموعا ۲۷ عدد گلدان) انجام گرفت. پس از هواخشک شدن خاک و عبور آن از الک ۴ میلی‌متری، مقادیر فوق‌الذکر پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی به طور یکنواخت با ۳۲۰۰ گرم خاک مخلوط شدند و در گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع ۲۰، قطر دهنه ۱۸ و قطر کف ۱۵ سانتی‌متر ریخته شدند. سپس، گلدان‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای به مدت ۱۴ روز به حال خود گذاشته شدند. قبل از کشت عدس، مقادیر موردنیاز کودهای فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم همراه با آب آبیاری به همه گلدان‌ها افزوده شد. تعداد ۸ عدد بذر عدس رقم سبز کوهین در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری کاشته شد و دو هفته پس از کشت، تعداد بوته‌ها به ۴ عدد در هر گلدان کاهش یافت. آبیاری گلدان‌ها به روش وزنی و پس از مصرف ۷۵% رطوبت ظرفیت مزرعه انجام شد. ۷۰ روز بعد از کشت و با ظهور گل در نیمی از گلدان‌ها، برداشت زیست‌توده کل در تمامی گلدان‌ها انجام گرفت. تعیین وزن خشک زیست‌توده کل، با قرار دادن آن در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت انجام شد. نمونه‌های خاک دست‌نخورده از عمق ۵-۰ سانتی‌متری تهیه و بقیه خاک گلدان‌ها به عنوان نمونه دست‌خورده در نظر گرفته شد. واکنش شیمیایی در سوسپانسیون ۱:۱ آب به

[۱۹۱] biochar

خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش استات سدیم تعیین گردیدند. کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر اندازه‌گیری شد. پس از تعیین رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم با استفاده دستگاه صفحات فشاری، رطوبت قابل‌استفاده گیاه از تفاضل آنها حاصل گردید.

جدول ۱- ویژگی‌های خاک مورداستفاده

بافت	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش شیمیایی (۱:۱)	ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول بار بر کیلوگرم)	کربن آلی (گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل (گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل‌استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
لوم‌رسی	۵۵/۰	۹/۷	۹/۱۳	۵/۷	۹۱/۰	۱۲/۱۱	۱۲۱

داده‌های مربوط به وزن خشک زیست‌توده، واکنش شیمیایی، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و آب قابل‌استفاده گیاه در سه تکرار و به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۱) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با بهره‌گیری از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

جدول ۲- ویژگی‌های پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی

نوع ماده	واکنش شیمیایی	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن (گرم بر کیلوگرم)	هیدروژن (گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (گرم بر کیلوگرم)
پوسته شلتوک برنج	۵/۶	۲۱/۰	۴۰۴	-	۱/۴
زغال زیستی	۴/۷	۳۶/۰	۱/۴۵۱	۸/۲۹	۴/۵

نتایج و بحث

نسبت مولی هیدروژن به کربن در زغال زیستی برابر با ۷۹/۰ بود. نسبت‌های مولی هیدروژن به کربن کم، نشاندهنده‌ی حضور کربن آروماتیک بیشتر و در نتیجه مقاومت بیشتر در برابر تجزیه است (Schmidt and Noak ۲۰۰۰). مواد اولیه زیست‌توده (از قبیل پوسته شلتوک برنج) دارای نسبت مولی هیدروژن به کربن حدود ۵/۱ هستند اما با تجزیه حرارتی زیست‌توده این نسبت کاهش می‌یابد (Krull et al. ۲۰۰۹). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت زغال زیستی در مقایسه با پوسته شلتوک برنج، دارای کربن آروماتیک بیشتر، مقاوم‌تر به تجزیه است و در نتیجه ابزار مؤثرتری جهت توقف کربن در خاک خواهد بود.

تاثیر نوع ماده و سطح کاربرد بر میزان کربن آلی خاک معنی‌دار و اثرات متقابل نوع ماده × سطح کاربرد غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). کربن آلی خاک در تیمارهای زغال زیستی بیشتر از تیمارهای پوسته خام شلتوک برنج و شاهد بود (شکل ۱). کاربرد زغال زیستی و پوسته شلتوک برنج در مقایسه با شاهد به ترتیب موجب افزایش ۲۱ درصدی و ۶ درصدی کربن آلی خاک شدند. با افزایش سطح کاربرد پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی، کربن آلی خاک افزایش یافت (شکل ۱). توقف خالص کربن در خاک زمانی رخ می‌دهد که ورودی کربن به خاک بیشتر از معدنی‌شدن آن باشد (Bock et al. ۲۰۰۷). بنابراین افزودن پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی، موجب آغاز تجمع کربن در خاک گردید که به دلیل مقاومت بیشتر زغال زیستی در برابر تجزیه، اثرات کاربرد آن بر افزایش کربن آلی خاک، بیشتر بوده است. این یافته با نتایج سایر محققین مطابقت دارد. در مطالعه‌ای آزمایشگاهی در مورد اثرات کاربرد کاه و کلش برنج و زغال زیستی آن گزارش شده است که کربن آلی خاک در تیمار زغال‌زیستی تولیدی در دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد> تیمار کاه و کلش برنج> خاک شاهد بود (Yun-feng et al. ۲۰۱۴).

تاثیر نوع ماده بر مقدار آب قابل‌استفاده گیاه، معنی‌دار و تاثیر سطح کاربرد و اثرات متقابل نوع ماده × سطح کاربرد، غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). آب قابل‌استفاده گیاه در تیمارهای زغال زیستی بیشتر از تیمارهای پوسته شلتوک برنج و شاهد بود (شکل ۲). کاربرد زغال زیستی و پوسته شلتوک برنج در مقایسه با شاهد به ترتیب موجب افزایش ۱۵ و کاهش ۱۹ درصدی رطوبت قابل استفاده گیاه شدند. پوسته خام شلتوک برنج در مقایسه با خاک، دارای اندازه درشت‌تر، سطح ویژه کمتر و در نتیجه ظرفیت نگهداری رطوبت کمتری است، اما زغال زیستی با دارا بودن سطح ویژه زیاد به دلیل کاهش اندازه ذرات پوسته خام شلتوک برنج در اثر تجزیه حرارتی و ساختار بسیار متخلل خود می‌تواند موجب بهبود نگهداری رطوبت در خاک شود. در مطالعه‌ای در مورد اثرات کاربرد زغال زیستی بر ویژگی‌های هیدرولوژیکی خاک، افزایش ۹۷ درصدی آب قابل‌استفاده گیاه گزارش شده است (Uzoma et al. ۲۰۱۱).

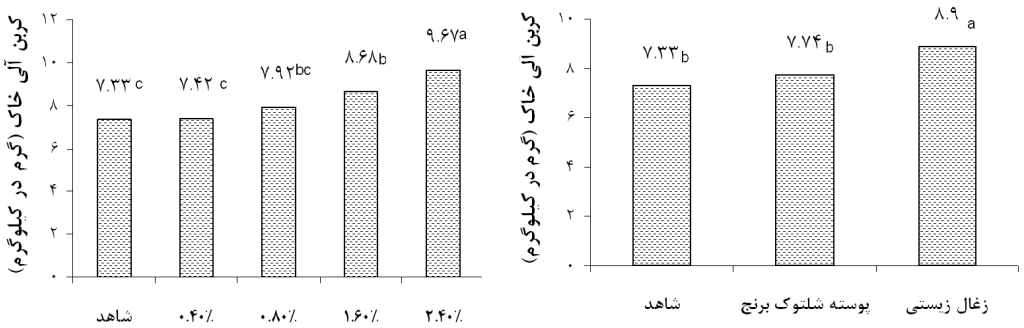
نوع ماده، تاثیر معنی‌دار بر واکنش شیمیایی خاک داشت، واکنش شیمیایی تیمارهای پوسته شلتوک برنج در مقایسه با واکنش شیمیایی تیمارهای زغال زیستی و شاهد کمتر بود (شکل ۳) اما تاثیر سطح کاربرد و اثرات متقابل نوع ماده × سطح کاربرد، معنی‌دار نبود. گزارشاتی حاکی از افزایش واکنش شیمیایی خاک در اثر کاربرد بقایای گیاهی (Sakala et al. ۲۰۰۴) و زغال زیستی (

Yamato et al. ۲۰۰۶) وجود دارند اما این مطالعات در خاک‌های اسیدی با واکنش شیمیایی کمتر از واکنش شیمیایی بقایای گیاهی یا زغال زیستی مورد استفاده، انجام گرفته‌اند. خاک مورد استفاده در این مطالعه، خاک قلیائی با واکنش شیمیایی برابر با ۹/۷ بود که می‌تواند مانع بروز اثر افزایندگی واکنش شیمیایی خاک توسط زغال زیستی با واکنش شیمیایی برابر با ۴/۷ باشد. کمتر بودن واکنش شیمیایی پوسته شلتوک برنج در مقایسه با خاک قلیائی موردمطالعه نیز می‌تواند دلیلی بر کاهش جزئی واکنش شیمیایی خاک در تیمارهای پوسته شلتوک برنج باشد.

جدول ۳- میانگین مربعات (تجزیه واریانس) ویژگی‌های خاک و زیست‌توده گیاهی

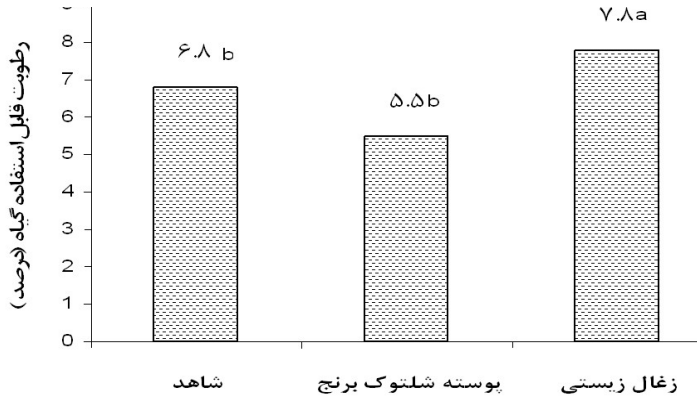
	واکنش شیمیایی	هدایت الکتریکی	کربن آلی	ظرفیت تبادل کاتیونی	اب قابل استفاده گیاه	زیست‌توده کل
نوع ماده	۰۵۰/۰**	۰۰۲/۰ ns	۵۱/۵**	۴۵/۰ ns	۰۰۳/۰**	۶۱/۲ ns
سطح کاربرد	۰۰۲/۰ ns	۰۲/۰ ns	۷۷/۵**	۴۲/۰ ns	۰۰۰۳/۰ ns	۷۰/۲ ns
اثرات متقابل نوع × سطح کاربرد	۰۰۸/۰ ns	۰۰۷/۰ ns	۲۲/۰ ns	۰۸/۰ ns	۰۰۰۴/۰ ns	۷۱/۱ ns
خطا	۰۰۴/۰	۰۰۵/۰	۴۵/۰	۱۴/۰	۰۰۰۱/۰	۵۶/۱

غیرمعنی‌دار، * و **: به ترتیب نشاندهنده‌ی معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد:ns



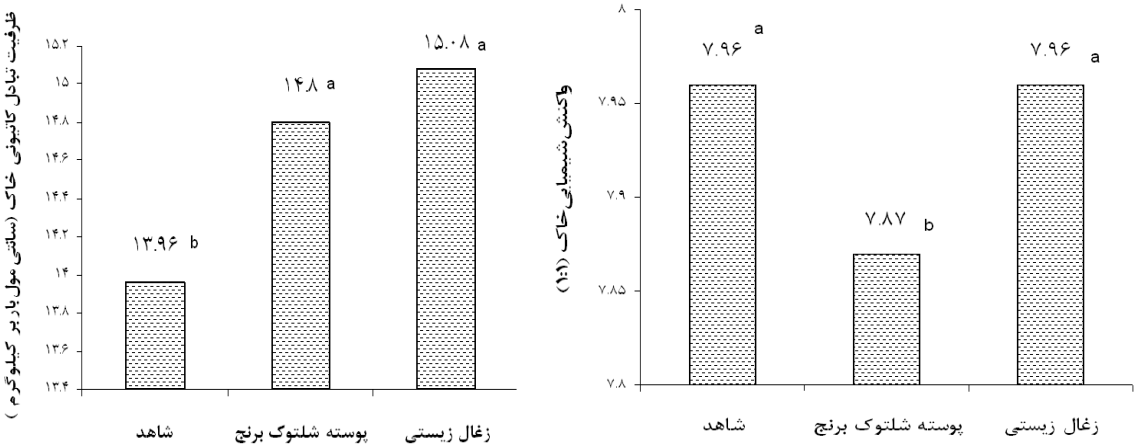
شکل ۱ - تاثیر نوع ماده (پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی) بر کربن آلی خاک (سمت راست) و تاثیر سطوح کاربرد پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی بر کربن آلی خاک (سمت چپ)(حروف مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد).

نوع ماده، سطح کاربرد و اثرات متقابل نوع ماده × سطح کاربرد تاثیر معنی‌دار بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و وزن خشک زیست‌توده گیاه نداشتند (جدول ۳). ظرفیت تبادل کاتیونی زغال زیستی و پوسته شلتوک برنج تفاوت معنی‌دار نداشتند اما ظرفیت‌تبادل کاتیونی در تیمارهای زغال زیستی و پوسته شلتوک برنج به طور معنی‌دار بیشتر از خاک شاهد بود (شکل ۳). در مطالعه‌ای در مورد اثرات کاربرد کاه و کلش برنج، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از ۵۶/۱۱به ۲۹/۱۴ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم گزارش شده است (Ogbodo ۲۰۱۱). زغال زیستی نیز با دارا بودن تخلخل و سطح ویژه زیاد می‌تواند موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک گردد. در مطالعه‌ای، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی از ۷/۲۲ به ۶۹/۳۳ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم خاک در نتیجه کاربرد زغال زیستی ساقه ذرت گزارش شده است (Nigussie et al. ۲۰۱۲).



شکل ۲- تاثیر نوع ماده (پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی) بر رطوبت قابل‌استفاده گیاه (حروف مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد(.

وزن خشک زیست‌توده در تیمارهای زغال زیستی با میانگین ۴۲/۹ گرم بیشتر از تیمار پوسته شلتوک برنج و خاک شاهد به ترتیب با میانگین ۷۶/۸ و ۲۲/۸ گرم بود اما این تفاوت معنی‌دار نبود. گزارشاتی مبنی بر افزایش (Yamato et al. ۲۰۰۶) و کاهش رشد گیاه (Gaskin et al. ۲۰۱۰) بر اثر کاربرد زغال زیستی وجود دارد. اغلب مطالعات حاکی از افزایش زیست‌توده گیاهی در اثر کاربرد زغال زیستی در خاک‌های هوادیده و اسیدی انجام گرفته است که اثرات مثبت زغال زیستی بر تولید زیست‌توده بیشتر ناشی از تاثیر آن بر کاهش اسیدیته خاک است (Yamato et al. ۲۰۰۶). علاوه براین به نظر می‌رسد که در کوتاه‌مدت نظیر دوره رشد رویشی که در این مطالعه مدنظر قرار گرفت، اثرات مثبت زغال زیستی بر افزایش زیست‌توده نمایان نگردد.



شکل ۳- تاثیر نوع ماده (پوسته شلتوک برنج و زغال زیستی) بر واکنش شیمیایی خاک (سمت راست) و ظرفیت تبادل .)کاتیونی خاک(سمت چپ)(حروف مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

به طور کلی، نتایج این مطالعه نشان داد که زغال زیستی در مقایسه با پوسته خام شلتوک برنج، توانایی بیشتری جهت توقف کربن و افزایش مقدار آن در خاک دارد. علاوه بر این، زغال زیستی، اثرات مثبت بیشتری بر بهبود سایر ویژگی‌های خاک از قبیل ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، رطوبت قابل‌استفاده گیاه و همچنین رشد گیاه داشت. بنابراین زغال زیستی، ابزاری مناسب برای مبارزه با گرمایش جهانی، بهبود کیفیت خاک و افزایش رشد گیاهان است.

منابع

Amonette, J.E. and Joseph, S. ۲۰۰۹. Characteristics of biochar: Microchemical properties. In: Lehmann, J., and Joseph, S. (eds). Biochar for environmental management: Science and Technology. Eds Earthscan, London , Sterling, VA, Pp: ۳۳-۵۲.

Bock, M., Glaser, B. and Millar, N. ۲۰۰۷. Sequestration and turn over plant and microbially derived sugars in a temperate grass soil during exposed to elevated atmospheric pCO_2. Global Change Biology, ۱۳: ۴۷۸-۴۹۰.
Czimczik, C. I. and Masiellio, C. A. ۲۰۰۷. Controls on black carbon storage in soils. Global Biogeochemistry Cycle. ۲۱: GB۳۰۰۵.
Gaskin, J. W., Speir, R. A., Harris, K., Das, K. C., Lee, R. D., Morris, L. A. And Fisher, D. S. ۲۰۱۰. Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrients, corn nutrient status, and yield. Agronomy Journal, ۱۰۲: ۶۲۳-۶۳۳.
Haefele, M. S., Konboon, Y., Wangboon, W., Amarante, S., Maarifat, A. A. and Pfeiffer, M. E. ۲۰۱۱. Effects and fate of biochar from rice recidues in rice-based systems. Field Crops Research, ۱۲۱(۳): ۴۳۰-۴۴۰.
Krull, E.S., Baldock, J.A., Skjemstad, J.O. and Smernik, R.J. ۲۰۰۹. Characteristics of biochar: organo-chemical properties. In: Lehmann, J., and Joseph, S. (eds.). Biochar for Environmental Management. Earthscan, London, Pp: ۵۳-۶۶.
Lehman, J., Rilling, M., Thies, J., Masellio, C. A., Hackaday, W. C. and Crowely, D. ۲۰۱۱. Biochar effects on soil biota-a review. Soil Biology and Chemistry, ۴۳: ۱۸۱۲-۱۸۳۶.
Lu, Y. H., Watanable, A., and Kimura, M. ۲۰۰۳. Carbon dynamics of rhizoposits, root and shoot residues in a rice soil. Soil Biology and Chemistry, ۳۵: ۱۲۲۳-۱۲۳۰.
Nigussie, A., Kissi, E., Mastawesha,M., and Ambaw, G. ۲۰۱۲. Effect of biochar application on Soil Properties and Nutrient Uptake of Lettuces (Lactuca Sativa) Grown in Chromium Polluted Soils. American -Eurasian Journal of Agriculture and environment Science, ۱۲(۳): ۳۶۹-۳۷۶.
Ogbodo, E. N. ۲۰۱۱. Effect of crop residue on soil properties and rice yield on an Ultisol at Abakalili, Southeastern Nigeria. Word Journal of Agricultural Sciences, ۷: ۱۳-۱۸.
Schmidt, M.W. I. and Noack, A.G. ۲۰۰۰. 'Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges', Global Biogeochemical Cycles, ۱۴:۷۷۷-۷۹۳.
Sakala, G. M., Rowell, D. L. and Pilbeam, C. J. ۲۰۰۴. Acid-base reactions between an acidic soil and plant residues. Geoderma, ۱۲۳: ۲۱۹-۲۳۲.
Troy, S. M., Lawlor, P. G., O Flynn, C. J. and Hearly, M. G. ۲۰۱۳. Impact of biochar addition to soil on greenhouse gas emissions following pig manure application. Biology and Fertility of Soils, ۴۷: ۸۸۷-۸۹۶.
Uzoma, K. C., Inoue, M., Andry, H., Zahoor, A. and Nishihara, E. ۲۰۱۱. Influence of biochar application on sandy soil hydraulic properties and nutrient retention. Journal of Food, Agriculture and Environment, ۹: ۱۱۳۷-۱۱۴۳.
Yamato, M., Okimori, Y., Wibowo, I. F., Anshori, S. and Ogawa, M. ۲۰۰۶. Effects of the application of charred bark in Acacia mangium on the yield of maize, cowpea, peanut and soil chemical properties in south Sumatra, Indonesia. Soil Science Plant Nutrition, ۵۲:۴۸۹-۴۹۵.
Yun-feng, Y., Xin-Hau, H., Ren, G., Hong-liang, M. And Yu-sheng, Y. ۲۰۱۴. Effects of rice straw and its biochar addition on soil labile carbon and soil organic carbon. Journal of Integrated Agriculture, ۱۳(۳): ۴۹۱-۴۹۸.

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of rice husk and its biochar on some soil properties and biomass production of lentil in a greenhouse condition. Results showed that soil organic carbon and plant available water were significantly higher in biochar treatment in comparison to rice husk and control treatments. Dry biomass of lentil was higher in biochar and rice husk treatments than control but these differences were not significant. Soil pH of rice husk treatment was significantly lower in comparision to control and biochar treatments. Cation exchange capacity was higher in rice husk and biochar treatments compared to control. Generally, it can be concluded that biochar production of crop recidues such as rice husk is a good choice for long term carbon sequestration when these wastes are not returned to soil.

اثر باکتری محرک رشد گیاه و تنش خشکی بر شکل‌های شیمیایی کادمیم در خاک پس از برداشت ذرت

شهرزاد کرمی [۱] ، جعفر یثربی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
زمین‌های کشاورزی افزایش قابل توجهی در مقدار فلزات سنگین از جمله کادمیم نشان می‌دهند. کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌تواند با تغییر شکل شیمیایی فلزات بر جذب گیاهی و کاهش یا افزایش سمیت فلز تأثیر بگذارد. آزمایشی گلخانه‌ای بصورت فاکتوریل ۳×۴×۲ شامل دو سطح باکتری (با و بدون مایه زنی باکتری)، چهار سطح کادمیم (۵، ۱۰، ۲۰، و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، و سه سطح تنش خشکی (بدون تنش، ۸۰، و ۶۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه) و سه تکرار انجام شد. پس از برداشت ذرت، اثر مایه زنی باکتری بر شکل‌های شیمیایی کادمیم بررسی گردید. نتایج نشان داد که مایه‌زنی باکتری با تبدیل کادمیم به شکل‌های کم محلول تر و افزایش شکل تتمه سبب کاهش آلودگی محصول شد. بیشترین مقدار نسبی کادمیم مربوط به شکل کربناتی و سپس به ترتیب شکل‌های تتمه > متصل به اکسیدهای منگنز > متصل به اکسیدهای آهن بی شکل > آلی > تبادلی بود.

واژه های کلیدی: آلودگی کادمیم، فلزات سنگین، پالایش زیستی، عصاره گیری دنباله ای، *Micrococcus yunnanensis*

مقدمه
رفتار فلزات در خاک به شکل شیمیایی و گونه بندی آن‌ها بستگی دارد. تغییر در شکل شیمیایی ممکن است بر جذب گیاهی و کاهش یا افزایش سمیت فلز تأثیر بگذارد (خورانا و کانسال، ۲۰۱۴). شکل‌های مختلف عناصر سمی، رفته رفته در بین اجزاء گوناگون فاز جامد خاک توزیع می‌شود (اسپوزیتو و همکاران، ۱۹۸۲). فلزاتی که در شکل های محلول در آب و تبادلی وجود دارند، قابلیت دسترسی بیشتری نسبت به شکل‌های کم محلول تر دارند. فلزاتی که در شکل تتمه هستند، بصورت باندهای مستحکمی وجود دارند که در شرایط طبیعی آزاد نمی‌شوند و در نتیجه قابلیت دسترسی آن ها برای گیاه کمتر است (زیان، ۱۹۸۹). با توجه به آهکی بودن خاک های ایران انتظار میرود با ورود فلزات به خاک و با گذشت زمان، فلز از شکل‌های با حلالیت زیاد به شکل‌های با حلالیت کمتر تبدیل شود. تاکنون تحقیقات بسیاری در زمینه تعیین شکل‌های شیمیایی فلزات مختلف در خاک‌های ایران با استفاده از روش عصاره‌گیری دنباله‌ای صورت گرفته است (رجائی، ۱۳۸۵؛ قانع، ۱۳۸۲؛ دلیر و همکاران، ۲۰۱۳؛ صفاری و همکاران، ۲۰۰۹؛ و یثربی و همکاران، ۱۹۹۴). هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر مایه‌زنی باکتری محرک رشد میکروکوکوس یونانیسیس و تنش خشکی بر شکل‌های شیمیایی مختلف کادمیم بود. تا آنجا که نگارندگان اطلاع دارند تاکنون درمورد اثر باکتری مورد مطالعه بر شکل‌های شیمیایی کادمیم تحقیق مشابهی صورت نگرفته است.

مواد و روش‌ها
در سال ۱۳۹۲ آزمایشی در گلخانه بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار ها شامل دو سطح PGPR (با و بدون باکتری)، چهار سطح کادمیم (۵ (به عنوان سطح شاهد)، ۱۰، ۲۰، و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، و سه سطح تنش خشکی (بدون تنش، ۸۰، و ۶۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه) بود. با توجه به آزمون خاک عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، روی، آهن، مس، و منگنز به صورت محلول به خاک گلدان‌ها (۳ کیلوگرمی) افزوده شد. سپس تیمارهای کادمیم از منبع سولفات کادمیم به خاک اعمال شد. بذرهای ذرت (رقم HIDO) با ۲ میلی لیتر محیط کشت حاوی ۱×۱۰^{۸} CFU $mL^{-۱}$ باکتری میکروکوکوس یونانیسیس به ازای هر بذر مایه زنی و با خاک پوشانده شد. پس از دو هفته تعداد گیاهان را به سه عدد در هر گلدان تقلیل داده و تنش خشکی با وزن کردن گلدان‌ها و افزودن آب مقطر تا رسیدن به وزن از پیش تعیین شده اعمال شد. پس از گذشتن ۸ هفته گیاهان از طوقه جدا شدند و خاک هر گلدان جهت تعیین شکل‌های شیمیایی کادمیم به روش سینگ و همکاران (سینگ و همکاران، ۱۹۸۸) به آزمایشگاه منتقل شدند. میزان کادمیم استخراج شده در شکل‌های شیمیایی مختلف به‌وسیله دستگاه جذب اتمی (مدل Analytik Jena Nova AA۳۵۰) قرائت شد.

نتایج و بحث
اثر مایه زنی باکتری، سطوح کادمیم و رطوبت خاک بر شکل های شیمیایی مختلف کادمیم بصورت خلاصه در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح کادمیم کاربردی، مقادیر شکل‌های شیمیایی مختلف کادمیم نیز در هر دو حالت مایه زنی شده و بدون مایه زنی باکتری افزایش یافت (جدول ۱).

جدول ۱ - اثر مایه زنی باکتری، سطوح کادمیم و رطوبت خاک بر شکل های شیمیایی مختلف کادمیم (mg.kg^{-1})[1]

PGPR	سطوح کادمیم (mg.kg^{-1})				رطوبت خاک			میانگین اثر باکتری
	۵	۱۰	۲۰	۴۰	FC	۸/۰ FC	۶۵/۰ FC	
				تبادلی				
B.*	۱۶/۰ D	۲۰/۰ C	۲۶/۰ B	۴۳/۰ A	۲۵/۰ B	۲۹/۰ A	۲۶/۰ B	۲۷/۰ A
B$_1$	۰۷/۰ E	۰۹/۰ E	۱۸/۰ CD	۲۹/۰ B	۱۸/۰ C	۱۴/۰ D	۱۶/۰ CD	۱۶/۰ B
				کربناتی				
B.	۰۹/۲ E	۹۷/۳ D	۲۲/۹ C	۰/۲۵ A	۲/۱۰ A	۴/۱۰ A	۶۲/۹ B	۱/۱۰ A
B$_1$	۱۸/۲ E	۸۵/۳ D	۹۷/۸ C	۵/۲۱ B	۶۰/۸ C	۳۶/۹ B	۴۳/۹ B	۱۳/۹ B
				آلی				
B.	۳۰/۰ E	۸۸/۰ C	۰۲/۱ C	۴۴/۲ A	۴۷/۱ A	۰۵/۱ B	۹۵/۰ BC	۱۶/۱ A
B$_1$	۳۵/۰ DE	۵۳/۰ D	۰۷/۱ C	۹۱/۱ B	۸۵/۰ C	۱۲/۱ B	۹۴/۰ BC	۹۷/۰ B
				متصل به اکسید های منگنز				
B.	۶۵/۰ G	۰۹/۱ E	۲۲/۲ C	۷۶/۳ A	۹۵/۱ AB	۰۳/۲ A	۸۲/۱ B	۹۳/۱ A
B$_1$	۵۴/۰ G	۹۱/۰ F	۷۴/۱ D	۳۵/۳ B	۵۸/۱ C	۵۱/۱ C	۸۱/۱ B	۶۴/۱ B
				متصل به اکسید های آهن بی شکل				
B.	۹۹/۰ D	۴۰/۱ C	۲۹/۲ B	۷۵/۳ A	۲۱/۲ B	۲۰/۲ B	۹۳/۱ C	۱۱/۲ A
B$_1$	۱۵/۱ D	۳۴/۱ C	۳۵/۲ B	۷۱/۳ A	۹۷/۱ C	۰۵/۲ C	۳۹/۲ A	۱۴/۲ A
				تتمه				
B.	۳۲/۰ F	۸۹/۱ E	۴۱/۴ C	۰۶/۴ C	۱۲/۲ D	۲۰/۲ D	۶۹/۳ BC	۶۷/۲ B
B$_1$	۳۲/۰ F	۸۴/۲ D	۱۳/۵ B	۶۴/۸ A	۹۸/۴ A	۱۴/۴ B	۵۸/۳ C	۲۰/۴ A

تیمار مایه زنی شده با باکتری می باشد و Bنشان دهنده تیمار بدون مایه زنی باکتری محرک رشد گیاه و B$_1$. * نشان دهنده رطوبت ظرفیت مزرعه است FC.

داده های جدول ۱ نشان می‌دهد که با مایه‌زنی باکتری شکل‌های تبادلی (۷/۴۰ درصد)، کربناتی (۶/۹ درصد)، آلی (۴/۱۶ درصد)، متصل به اکسیدهای منگنز (۱۵ درصد) کاهش اما شکل تتمه افزایش معناداری (۳/۵۷ درصد) یافت و کادمیم به شکل‌های کم محلول تر تبدیل شد که با نتایج مشاهده شده در جذب کادمیم توسط گیاه ذرت نیز تطابق دارد به این معنا که مایه‌زنی باکتری سبب کاهش کادمیم قابل استخراج با DTPA خاک پس از برداشت گیاه ذرت و کاهش جذب کل کادمیم به‌وسیله اندام هوایی ذرت شد (نتایج در اینجا گزارش داده نشده است). اعداد قرائت شده به‌وسیله دستگاه جذب اتمی در بخش متصل به اکسیدهای آهن بلورین هر دو تیمارهای مایه زنی شده و بدون مایه زنی باکتری کمتر از حد خطای دستگاه (۰۳/۰ میلی گرم در لیتر) بود که به نظر می‌رسد به این دلیل باشد که اکسیدهای آهن بلورین در خاک‌های مورد آزمایش و مناطق ما کم است. میزان کادمیم قابل دسترس به شدت تحت تأثیر پ-هاش خاک و به خصوص حضور عوامل کلات کننده می‌باشد. در خاک‌های آلوده به عناصر سمی، مقدار این عناصر به همراه کربنات‌ها و اکسی هیدروکسیدها و بخش تتمه با گذشت زمان افزایش می‌یابد در حالیکه مقدار این فلزات در بخش تبادلی و جذب شده به‌وسیله مواد آلی کاهش می‌یابد (مک گرث و سیگارا، ۱۹۹۲؛ مک لارن و ریتچی، ۱۹۹۳؛ سوون، ۱۹۹۴).

با کاهش رطوبت خاک، در شرایط بدون مایه‌زنی شکل‌های آلی و متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل کاهش و در شرایط مایه‌زنی شده شکل‌های متصل به اکسیدهای آهن بی‌شکل و منگنز افزایش یافت. بیشترین مقدار نسبی کادمیم مربوط به شکل کربناتی و

سپس به ترتیب شکل‌های تتمه > متصل به اکسیدهای منگنز > متصل به اکسیدهای آهن بی شکل > آلی > تبادلی بود (جدول ۱). رجائی (۱۳۸۵) گزارش کرد که در مناطق خشک که پ-هاش بالا دارند، به دلیل جذب سطحی و ظرفیت بافری بالا، تحرک فلزات کمتر شده و رسوب اتفاق می افتد. به نظر می رسد کربناتها در رفتار شیمیایی عناصر سنگین در خاک های نواحی خشک نقش مهمی دارند (کوچی و همکاران، ۱۳۸۵).

همبستگی بالایی بین شکل‌های مختلف کادمیم به استثنای کادمیم متصل به اکسیدهای آهن بلورین وجود داشت که بطور خلاصه در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- همبستگی بین شکل‌های مختلف کادمیم

Res	AFe-ox	Mn-ox	Om	Car	
بدون مایه زنی باکتری					
۲۷۳/۰ ns	۸۴۸/۰**	۸۷۹/۰**	۷۳۳/۰**	۸۴۱/۰**	Ex
۴۹۶/۰**	۹۶۷/۰**	۹۶۱/۰**	۹۰۳/۰**		Car
۳۸۴/۰*	۸۹۵/۰**	۸۶۴/۰**			Om
۵۳۲/۰**	۹۸۵/۰**				Mn-ox
۵۱۸/۰**					AFe-ox
مایه زنی شده با باکتری					
۸۲۴/۰**	۸۹۱/۰**	۹۲۰/۰**	۷۷۷/۰**	۸۹۸/۰**	Ex
۷۴۸/۰**	۹۶۶/۰**	۹۸۳/۰**	۹۰۳/۰**		Car
۶۳۵/۰**	۸۶۷/۰**	۸۹۴/۰**			Om
۷۶۹/۰**	۹۷۷/۰**				Mn-ox
۷۰۷/۰**					AFe-ox

* و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی دار است و ns به لحاظ آماری معنی دار نمی باشد.

به ترتیب بیانگر شکل های تبادلی، کربناتی، Res و AFe-ox، Mn-ox، Om، Car، Ex علائم اختصاری .آلی، متصل به اکسید های منگنز، متصل به اکسید های آهن بی شکل و تتمه می‌باشند

نتایج تجزیه واریانس نیز در جدول ۳ خلاصه شده است. تمامی اثرات سه تایی باکتری، تنش خشکی و کادمیم بر شکل‌های مختلف کادمیم در سطح ۱ درصد آزمون دانکن معنی دار بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر باکتری، تنش خشکی و کادمیم بر شکل های مختلف کادمیم استخراج شده

		میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	تبادلی	کربناتی	آلی	متصل به اکسیدهای منگنز	متصل به اکسیدهای آهن بی شکل	تتمه
باکتری	۱	۲۰۹/۰**	۸۸۹/۱۵**	۶۷۴/۰**	۵۸۱/۱**	۰۱۳۳/۰ ns	۹۷۶/۴۳**
کادمیم	۳	۲۰۸/۰**	۱۶/۱۶۴۹**	۴۳۷/۱۱**	۲۰۶/۳۱**	۷۴۱/۲۵**	۷۳۷/۱۲۶**
تنش خشکی	۲	۰۰۰۴/۰ ns	۷۳۸/۱**	۲۷۵/۰**	۰۱۹/۰ ns	۰۲۸/۰ ns	۴۵۳/۱*
باکتری × کادمیم	۳	۰۰۳۸/۰**	۰۱۳/۱۳**	۳۷۸/۰**	۱۴۱/۰*	۰۴۳/۰ ns	۰۵۳/۱۹**
باکتری × تنش خشکی	۲	۰۱۰/۰**	۸۴۵/۲**	۸۴۱/۰**	۴۰۸/۰**	۸۶۶/۰**	۸۲۶/۱۳**
کادمیم × تنش خشکی	۶	۰۱۱۶/۰**	۰۸۸/۳**	۲۳۸/۰**	۰۶۰/۰ ns	۰۳۲/۰ ns	۱۷۶/۵**
باکتری × کادمیم × تنش خشکی	۶	۰۱۵۱/۰**	۳۴۷/۶**	۳۲۸/۰**	۲۴۵/۰**	۳۳۱/۰**	۰۱۵/۱۶**
خطا	۴۸	۰۰۰۷/۰	۳۲۲۰/۰	۰۴۴۰/۰	۰۳۳۷/۰	۰۲۹/۰	۳۶۲/۰
کل	۷۱	...	...	...	...	...	...

نتایج به دست آمده از این پژوهش حاکی از این است که باکتری سبب کاهش شکل‌های شیمیایی محلول تر و افزایش شکل‌های با قابلیت استفاده کمتر شده است و بدین ترتیب باکتری مورد نظر توانسته مقدار تجمع کادمیم در محصول را کاهش دهد که این نتایج با نتایج حاصل آمده از تجزیه خاک و اندام هوایی گیاه مورد مطالعه (نتایج در این مقاله ذکر نشده) همخوانی دارد.

منابع

رجائی، م. ۱۳۸۵. تأثیر زمان، سطوح و منابع کادمیم و نیکل بر شکل های شیمیایی، رشد و جذب این دو عنصر توسط اسفناج. پایان نامه دکتری تخصصی، بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

قانع، ه. ۱۳۸۲. ارزیابی دو روش بررسی توزیع شکل های شیمیایی روی در خاک های آهکی استان فارس و تعیین رابطه این شکل ها با رشد و ترکیب شیمیایی ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

کوچی، م. فتوت، الف. حق نیا، غ. و لکزیان، الف. ۱۳۸۵. بررسی شکل های شیمیایی عناصر سنگین سرب، کبالت، کادمیم، نیکل، روی و مس در خاک های آبیاری شده با فاضلاب. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد بیستم، شماره ۲، صفحه های ۴۵ تا ۵۴.

Dalir N., Karimian N., Yasrebi J. and Ronaghi A. ۲۰۱۳. Chemical forms of cadmium in a calcareous soil treated with different levels of phosphorus and cadmium and planted to spinach. Archives of Agronomy and Soil Science. ۵۹(۴): ۵۵۹-۵۷۱.

Khurana M.P.S. and Kansal B.D. ۲۰۱۴. Effect of farm yard manure on chemical fractionation of cadmium and its bio-availability to maize crop grown on sewage irrigated coarse textured soil. Journal of Environmental Biology. ۳۵: ۴۳۱-۳۷.

Mc Grath S.P. and Cegarra J. ۱۹۹۲. Chemical extractability of heavy metals during and after long-term applications of sewage sludge to soil. Journal of Soil Science. ۴۳: ۳۱۳-۳۲۱.

Mc Laren R.G. and Ritchie G.S.P. ۱۹۹۳. The long term fate of copper fertilizer applied to a lateristic sandy soil in Western Australia. Australian Journal of Soil Research. ۹۳: ۳۹-۵۰.

Saffari M., Yasrebi J., Karimian N. and Shan X.Q. ۲۰۰۹. Evaluation of three sequential extraction methods for fractionation of zinc in calcareous and acidic soils. Biological Sciences. ۴(۷): ۸۴۸-۸۵۷.

Sing J.P., Karwasra P.S. and Sing M. ۱۹۸۸. Distribution and forms of copper, iron, manganese and zinc in calcareous soils of India. Soil Science. ۱۴۶:۳۵۹-۳۶۶.

Soon Y.K. ۱۹۹۴. Changes in forms of soil zinc after ۲۳ years of cropping following clearing of a boreal forest. Canadian Journal of Soil Science. ۷۴: ۱۷۹-۱۸۳.

Sposito G., LeVesque C.S., LeClaire J.P. and Chang A.C. ۱۹۸۲. Trace elements chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge: III. Effect of the time on the extraction of trace metals. Soil Science Society of America Journal. ۴۷: ۸۹۸-۹۰۲.

Xian X. ۱۹۸۹. Effect of chemical forms of cadmium, zinc, and lead in polluted soils on their uptake by cabbage plants. Plant and Soil. ۱۱۳: ۲۵۷-۲۶۴.

Yasrebi J., Karimian N., Maftoon M., Abtahi A. and Sameni A.M. ۱۹۹۴. Distribution of zinc forms in highly calcareous soils as influenced by soil physical and chemical properties and application of zinc sulfate. Commun. Soil Science and Plant Analysis. ۲۵: ۲۱۳۳-۲۱۴۵.

Abstract

Farms significantly show an increase in the amount of heavy metals such as cadmium. Application of plant growth promoting rhizobacteria can modify chemical forms of Cd and affect its uptake and increase or decrease the toxicity of metal. A greenhouse experiment was conducted with a ۲×۴×۳ factorial arranged design with three replications. Treatments consisted of two levels of bacteria (with and without inoculation), four levels of Cd (۵, ۱۰, ۲۰, and ۴۰ mg kg^{-1}), and three levels of drought stress (without stress, ۸۰, and ۶۵% of field capacity). After corn harvesting, amount of chemical forms of Cd were evaluated inorder to determine the effect of inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on chemical forms of Cd in the soil. Results indicate that inoculation of bacteria increased residual (Res) fraction and converted soluble forms of Cd to less soluble chemical forms and consequently decreased Cd accumulation in corn. Highest contents of Cd were associated with Car-bound fraction, with the order being: Res > Mn ox-bound > AFe-ox- bound > Om -bound > Ex fractions.

بررسی امکان استفاده از پساب و لجن صنعتی در فضای سبز

فیروز موحدیان، محسن دانشمندوزیری
اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی اصفهان

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی کیفیت پساب و لجن فاضلاب شرکت پلی اکریل ایران و امکان استفاده از آن در آبیاری فضای سبز از نظرتاثیرروی برخی خصوصیات خاک و تجمع عناصر سنگین تحت شرایط مزرعه ای می باشد. این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی شرکت پلی اکریل ایران واقع در حومه اصفهان، با دو نوع پساب (سرریز سیستم تصفیه پساب و خروجی به رودخانه) و سه سطح لجن فاضلاب (صفر، ۵۰و ۱۰۰ تن در هکتار) و آب چاه منطقه به عنوان شاهد در قالب طرح کرت های خرد شده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی با کشت گیاهان گندم، چمن، قرنفل و میمون در سه تکراراجرا گردید. نتایج نشان داد که غلظت عناصر سنگین در پساب خروجی به رودخانه بیشترین بوده ولی بر اساس استاندارد سازمان محیط زیست ایران و ایالات متحده کمتر از حد محدودکنندگی جهت بهره برداری در آبیاری است. غلظت عناصر سنگین در لجن فاضلاب نیز در محدوده مجاز از نظر مصرف در کشاورزی بود. کاربرد پساب ها موجب کاهش اسیدیته و افزایش معنی دار هدایت الکتریکی خاک نسبت به شاهد شد. مصرف لجن فاضلاب، ماده آلی خاک را به طور معنی دار افزایش داد در حالیکه در پساب ها، این افزایش معنی دارنبود. کاربردپساب و لجن، غلظت قابل جذب عناصرسنگین مثل آهن، مس، روی، منگنز، سرب و نیکل را در مقایسه با شاهد افزایش داد. افزایش فلزات سنگین در اثر کاربرد پساب ولجن فاضلاب شرکت پلی اکریل ایران پایین تر از حد مجاز غلظت این عناصر بعد ازمصرف لجن فاضلاب بوده است. بررسی ویژگی های شیمیایی پساب و لجن شرکت پلی اکریل ایران واثرات ان روی خصوصیات خاک، نشان می دهد که جهت استفاده در فضای سبز با برخی ملاحظات مدیریتی قابل توصیه می باشد.

واژه های کلیدی: پساب، لجن صنعتی، پلی اکریل، فضای سبز

مقدمه

باتوجه به کمبود آب در نواحی خشک و نیمه خشک، استفاده از آب های نامتعارف یک راهبرد ضروری محسوب می شود. خوشبختانه اطلاعات بشر در زمینه شناخت کیفیت آب های آبیاری به سرعت افزون گشته و معیارها و ضوابطی برای طبقه بندی و مدیریت صحیح این آب ها تدوین شده است. آلودگی حاصل از پساب مشکل اصلی استفاده از آب های نامتعارف در سراسر دنیا است(لازاروآ وهمکاران، ۲۰۰۴). فاضلاب های صنعتی از هر نوع، عمدتا دارای آلودگی بالایی می باشند. زیرا حاوی ترکیبات شیمیایی و سمی خطرناک بوده که جاسازی آن ها با روش های معمولی امکان پذیر نیست و در صورت راه یابی به آب های زیرزمینی، آب های سطحی و خاک، باعث آلودگی محیط و ورود مواد سمی و خطرناک به زنجیره غذایی می شوند(عباس پور، ۱۳۷۱). گزارش های بسیاری نشان داده اندکه پساب های تصفیه نشده توانایی افزایش غلظت عناصر سنگین به ویژه کادمیم و سرب در خاک را داشته و در برخی موارد به مرز زیان آور هم رسیده اند. سازمان بهداشت جهانی و بسیاری از کشورها برای امنیت غذایی و سلامتی انسان و جانداران، استانداردها و جداول راهنمایی جهت استفاده از پساب ها را ایجاد کرده اند که توجه به این حدود ارائه شده ضروری است(WHO، ۲۰۰۶).

آبیاری فضای سبز یکی از مصارف مجدد پساب ها و آب های برگشتی است. پساب های صنعتی با توجه به نقطه ای بودن و پراکندگی و پراکندگی صنایع، امکان استفاده از آبیاری فضای سبز شهری را نداشته ولی قابلیت استفاده در فضای سبز خود کارخانه و مجتمع های صنعتی را دارا می باشند؛ این عمل به طور موفقیت آمیزی در بسیاری از صنایع در شهرهای مختلف در حال انجام می باشد. در این زمینه با توجه به کیفیت پساب به ویژه میزان هدایت الکتریکی، غلظت فلزات سنگین و مواد آلی سخت تجزیه پذیر به دلیل تاثیرگذاری روی بافت خاک از اهمیت بالایی برخوردار می باشد(دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا ی وزارت نیرو. ۱۳۸۹).

یکی از مشکلات عمده در استفاده از پساب ها و آب های برگشتی، تجمع فلزات سنگین در خاک و انتقال آن به گیاه می باشد. این عناصر در کوتاه مدت تاثیر چندانی بر روی گیاه نداشته ولی به تدریج با تجمع در اندام های گیاهی و مصرف توسط انسان و دام به بدن آن ها منتقل و تجمع پیدا کرده و باعث صدمه و آسیب می گردد. اکثر این فلزات در حین نفوذ در لایه سطحی خاک رسوب نموده و به ترکیبات نامحلول و غیر قابل جذب گیاه تبدیل می گردند ولی طی عملیات خاک ورزی در سال های آتی به ناحیه ریشه منتقل شده و در دسترس گیاه قرار می گیرد. در بررسی پساب فاضلاب شمال شهر اصفهان مشخص گردید که جهت استفاده از این پساب برای آبیاری، پارامترهای COD ، BOD و TSS محدود کننده اند. همچنین غلظت قابل جذب عناصر سنگین در خاک مزارع تحت آبیاری پساب و آب چاه نشان داد، غلظت کادمیم قابل جذب خاک در کلیه مزارع (تحت آبیاری پساب و آب چاه) ناچیز بوده و از حد تشخیص دستگاه کمتر بود. اما غلظت قابل جذب منگنز، روی، مس، آهن و سرب در کلیه نمونه های خاک تحت آبیاری پساب بالاتر

از نمونه های خاک تحت آبیاری یا چاه بود. غلظت کل عناصر سنگین در محدوده غلظت معمول این عناصر در خاک قرار داشت. همچنین در صد ماده آلی، پتاسیم و فسفر قابل جذب در اراضی تحت آبیاری با پساب در مقایسه با آب چاه بالاتر بود(پسکاد، ۱۹۹۲؛ موحدیان وهمکاران، ۲۰۰۹).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح کرتهای خرد شده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار و سه سطح لجن فاضلاب (صفر ، ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار) و دو نوع پساب (سر ریز سیستم تصفیه پساب و خروجی به رودخانه زاینده رود) وآب چاه منطقه به عنوان شاهد در کرتهایی به ابعاد ۶×۳ متر در مزرعه تحقیقاتی شرکت پلی اکریل ایران واقع در کیلومتر ۴۵ جاده اصفهان - مبارکه اجرا گردید. گیاهان کشت شده گندم ، چمن، قرنفل و میمون می باشد. پس ازآماده سازی کرتها، لجن هوا خشک توزین شده و به طور یکنواخت به خاک اضافه شد وتا عمق ۳۰ سانتیمتری با خاک مخلوط گردید. گندم (رقم قدس) از نوع گواهی شده، چمن از رقم چهار تخم هلندی و گیاهان میمون و قرنفل به صورت نشاهای یکسان به صورت ردیفی (فاصله ردیف ۲۰ سانتیمتر و عمق کاشت ۵ سانتیمتر) و چمن در عمق ۲ سانتیمتری با دست کشت شد.

آبیاری به صورت سیفونی توسط لوله های پلی اتیلنی با قطر ۲ اینچ و با توجه به نیاز آبی گیاهان انجام گردید. پسابها توسط تانکرهای پلاستیکی ۲۰۰ لیتری به محل طرح حمل گردید. در طول دوره رشد گیاهان، مبارزه با علف های هرز با دست به صورت مکانیکی انجام شد. نمونه برداری از خاک جهت اندازه گیری خصوصیات شیمیایی در دو مرحله انجام گرفت. ابتدا در مرحله قبل از اعمال تیمارها و مرحله دوم در پایان فصل رشد گیاهان در اعماق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتیمتری انجام شد. از هرعمق در هرکرت ۵ نمونه تصادفی برداشته شد و پس از مخلوط کردن نمونه ها یک نمونه مرکب برای انجام آزمایش تهیه شد . نمونه های خاک پس ازانتقال به آزمایشگاه در هوا خشک، کوبیده واز الک ۲ میلی متری عبور داده شد . خصوصیات شیمیایی خاک مثل pH، هدایت الکتریکی ودرصد مواد آلی به روشهای استانداردآزمایشگاهی تعیین شد ۱۹۹۵ ، (APHA) غلظت عناصر آهن، مس، روی، منگنز، کادمیوم، سرب، کرم ، نیکل وکبالت به وسیله عصاره گیری با محلول ۰۰۵/۰ مولار DTPA و توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

برخی از خصوصیات شیمیایی پسابها درجدول شماره ۲نشان داده شده است .

جدول ۲- خواص شیمیایی پسابهای شرکت پلی اکریل ایران

ویژگی	واحد	شاهد	سرریزپساب	خروجی به رودخانه
pH	-	۴/۸	۹/۷	۹/۷
EC	ds/m	۱	۲/۳	۹/۳
نیترات	mg/lit	۷/۹	۱۶۵	۹/۱۴۹
پتاسیم	mg/lit	۴/۱	۸/۲۷	۵/۲۲
فسفر	mg/lit	۲۶/۰	۵۱/۰	۶۲/۰
اهن	mg/lit	۰۱/۰	۳۴/۰	۳/۰
مس	mg/lit	۰۱/۰	۰۳/۰	۰۳/۰
روی	mg/lit	۰۶/۰	۴۵/۰	۷/۰
نیکل	mg/lit	*ND	۰۲/۰	۰۲/۰
سرب	mg/lit	ND	۰۳/۰	۰۳/۰
کادمیوم	mg/lit	ND	ND	ND

کمتر از حد تشخیص دستگاه *

نتایج نشان دادکه pH آبها در محدوده استاندارد سازمان خواربار ملل متحد قرار داشت، ولی پسابها از نظر هدایت الکتریکی دارای محدودیت شدید کاربرد بودند(آیرز وهمکاران،۱۹۸۵). خصوصیات شیمیایی لجن فاضلاب مورد استفاده درجدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- ترکیب شیمیایی لجن فاضلاب شرکت پلی اکریل ایران (عصاره۱به۵)

pH	EC	ماده آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	نیکل	سرب	کادمیوم
	ds/m	%				mg/kg					
۷/۶	۳/۸	۲/۲۱	۷/۰	۴/۲	۱۵/۰	۲۸۴۰	۳۴۰	۸۵	۵	۹۵	۱۰

غلظت عناصر سنگین در پساب خروجی به رودخانه بیشترین مقدار می باشدولی مقایسه آن با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران و ایالات متحده نشان میدهد که کمتر از حد محدود کنندگی جهت بهره برداری آبیاری وکشاورزی است (عباسپور،۱۳۷۲ ؛ EPA،۱۹۹۲). اثر پساب و لجن فاضلاب بر خواص شیمیایی خاک در جدول ۴ نشان داده شده است .

جدول۴- اثرات پساب و لجن فاصلاب شرکت پلی اکریل ایران بر خصوصیات شیمیایی خاک

ویژگی	واحد	عمق cm	شاهد	سرریزپساب	خروجی به رودخانه	۵۰ تن لجن در هکتار	۱۰۰ تن لجن در هکتار
pH	-	۰-۲۰ ۴۰-۲۰	a*۷/۷ a ۶/۷	b ۴/۷ b ۴/۷	a ۵/۷ a ۴/۷	a ۶/۷ a ۵/۷	b ۴/۷ a ۵/۷
EC	ds/m	۲۰-۰ ۴۰-۲۰	a ۸/۱ a ۶/۲	a ۲/۶ a ۳/۷	a ۰۳/۶ a ۱/۸	b ۹۳/۱ b ۸/۲	b ۲ b ۹/۲
ماده آلی	%	۲۰-۰ ۴۰-۲۰	c ۷۵/۰ a ۷/۰	c ۸/۰ a ۷۶/۰	c ۹۵/۰ c ۸/۰	b ۵۱/۱ a ۸۴/۰	a ۲۱/۲ a ۹/۰

.مقادیر دارای حروف یکسان در هر ردیف در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند *

کاربرد پساب ها موجب کاهش اسیدیته و افزایش معنی دار هدایت الکتریکی خاک نسبت به شاهد شد ولی افزایش شوری خاکها در اثر تیمارهای لجن نسبت به شاهد معنی دار نشد. مصرف لجن فاضلاب، ماده آلی خاک را به طور معنی دار افزایش داد در حالیکه در پساب ها،این افزایش معنی دارنبود.

مواد آلی فراوان موجوددر لجن می تواند تأثیرات عمده ای روی بهبود خصوصیات فیزیکی خاك نظیر ظرفیت نگهداری رطوبت، جرم مخصوص ظاهری و نفوذپذیری خاك داشته باشد. گزارشات مشابهی در مورد اثر پساب و لجن فاضلاب روی خصوصیات شیمیایی مذکور در خاکها ارائه شده است(عرفان منش، ۱۳۷۶). اثرات پساب و لجن فاضلاب بر عناصر سنگین قابل عصاره گیری با DTPA در جدول ۵ نشان داده شده است.

نتایج نشان داد که افزایش پساب ولجن فاضلاب به خاک در عمق ۲۰-۰ سانتیمتری باعث افزایش معنی دار غلظت قابل جذب همه فلزات سنگین به جز کادمیوم نسبت به شاهد گردید. بیشترین تأثیر در افزایش غلظت این عناصر مربوط به تیمار ۱۰۰ تن لجن در هکتار است. ولی در مورد عناصر نیکل وسرب مشاهده شد که بیشترین تأثیرمربوط به تیمار پساب خروجی به رودخانه زاینده رود می باشد.

افزایش غلظت عناصر سنگین مورد آزمایش در عمق ۴۰-۲۰ سانتیمتری نسبت به شاهد درهمه تیمارها معنی دار نشد، که این موضوع به عدم تحرک این فلزات در خاک مربوط می شود. افزایش فلزات سنگین در اثر کاربرد پساب ولجن فاضلاب شرکت پلی اکریل ایران پایین تر از حد مجاز غلظت این عناصر بعد ازمصرف لجن فاضلاب بوده است (EPA، ۱۹۹۲). البته تأثیر دراز مدت تجمع این عناصر می بایست مورد آزمایش طولانی تری قرار گیرد.

بررسی ویژگی های شیمیایی پساب و لجن شرکت پلی اکریل ایران واثرات آن روی برخی خصوصیات شیمیایی وتجمع عناصرسنگین درخاک نشان می دهد که جهت استفاده در فضای سبز با برخی ملاحظات مدیریتی قابل توصیه می باشد.

جدول ۵- اثرات پساب و لجن فاضلاب شرکت پلی اکریل ایران روی غلظت عناصر سنگین خاک

ویژگی	عمق cm	شاهد	سرریزپساب	خروجی به رودخانه	۵۰ تن لجن در هکتار	۱۰۰ تن لجن در هکتار
آهن	۰-۲۰ ۴۰-۲۰	e* ۱/۲۱ a ۱/۱۹	a ۵/۳۶ bc ۸/۲۱	c ۲/۴۰ ab ۴/۲۳	b ۵/۴۴ cd ۳/۲۰	a ۵/۴۷ a ۲۵
روی	۲۰-۰ ۴۰-۲۰	d ۸/۰ b ۷/۰	c ۲ a ۱/۱	b ۱/۳ ab ۱	b ۲/۳ ab ۹/۰	a ۳/۴ ab ۹۵/۰
مس	۲۰-۰ ۴۰-۲۰	c ۲/۴ a ۱/۴	bc ۵/۴ a ۲/۴	b ۷/۴ a ۳/۴	a ۳/۵ a ۲/۴	a ۳/۵ a ۲/۴
نیکل	۲۰-۰ ۴۰-۲۰	c ۵/۱ a ۷/۱	b ۱/۲ a ۸/۱	a ۶/۲ a ۷۵/۱	b ۱/۲ a ۶۵/۱	b ۲ a ۷/۱
سرب	۲۰-۰ ۴۰-۲۰	c ۶/۲ a ۵/۲	c ۹/۲ a ۷/۲	a ۷/۳ a ۷/۲	bc ۲/۳ a ۸/۲	b ۳۵/۳ a ۷/۲

کادمیوم	۰-۲۰	**ND	ND	ND	ND	ND
	۲۰-۴۰	ND	ND	ND	ND	ND

.مقادیر دارای حروف یکسان در هر ردیف در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند *
کمتراز حد تشخیص دستگاه **

منابع

۱- دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا ی وزارت نیرو. ۱۳۸۹. ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد ازآب های برگشتی و پسا بها. نشریه شماره ۵۳۵ ، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور.

۲- عباس پور، م. ۱۳۷۱. مهندسی محیط زیست . جلد اول، انتشارات دانشگاه آزاداسلامی، ۵۵۰صفحه.

۳- عرفان منش ، م.۱۳۷۶. اثر تیمارهای فاضلاب بر برخی خصوصیات خاک و جذب عناصر سنگین به وسیله اسفناج و گوجه فرنگی. پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه صنعتی اصفهان ، ص ۴۰-۳۵ .

۴- Ayers, S. and D.W. Westcot.۱۹۸۵. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. ۲۹. Rev.

۵- APHA, ۱۹۹۵, Standard methods for the examination of water and wastewater, prepared and published by APHA , AUWA and WEF , ۱۹th ed.

۶- Movahedian F. Afyuni M. Hajabbasi M.A. ۲۰۰۹. Accumulation of Cd, Pb, Zn and Ni in a calcareous soil by industrial wastewater and sewage sludge application. First International Conference on Advances in wastewater Treatment and Reuse.University of Tehran.P۱۲۷.

۷- Pescod. M. B. ۱۹۹۲. Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No ۴۷. Rome - Italy.

۸- United State Environmental Protection Agency . ۱۹۹۲ . Guidline for Water reuse . EPA /۶۲۵/R-۹۲/۰۰۲.

۹- V. Lazarova, B, Akica, ۲۰۰۴. "Water Reuse for Irrigation". CRC PRESS.

۱۰- WHO Guidelines for the Safe Use Of Waste Water, Excreta and Grey Water.۲۰۰۶. Volume ۴ Excreta and Grey Water Use in Agriculture".

وضعیت نیترات در مناطق عمده کشت سیب زمینی استان چهارمحال و بختیاری

رامین ایرانی پور
استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

چکیده

نیترات یکی از آلاینده های مهمی است که عمدتاً در اثر مصرف بیش از اندازه و نامتعادل کودهای نیتروژنی در اندام هـای گیـاهی تجمع پیدا می کند. متاسفانه با مصرف بیش از حد نیترات، این ترکیب در سیستم گوارشی بدن انسان و دام تبدیل به نیتریت شـده و نیتریت با برخی از اسیدهای آمینه ترکیب و تولید نیتروزآمین می نماید که این ماده سرطان زاست. سـیب زمینـی یکـی از محصـولات کشاورزی است که مصرف سرانه آن در کشور بعد از گندم و برنج قرار دارد، لذا بررسی میزان آلودگی نیترات در این محصول و شناخت منابع آلایندگی و ارائه راه کارهای مناسب برای کاهش آلودگی ضروری بنظر می رسد. در اجرای این پروژه پـس از مکـان یـابی و ثبـت مختصات مکانی مزارع نسبت به نمونه برداری از مزارع سیب زمینی اقـدام گردیـد. نمـونه هـای برداشـت شـده بـه همـراه پرسشـنامه تکمیل شده در کوتاهترین زمان ممکن جهت اندازه گیری غلظت نیترات به آزمایشـگاه ارسـال و غلظـت نیـترات در غـده هـای سـیب زمینی تعیین گردید. پس از اندازه گیری غلظت نیترات در نمونه ها، نتایج بر اساس جداول و نمودارهای بدست آمده مورد تفسیر قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بین مزارع نمونه برداری شده ۷۰ درصد مزارع نسبت به کشت رقـم اگریـا و ۳۰ درصـد مـزارع نسـبت بـه کشت رقم مارفونا اقدام نموده اند.غلظت نیترات در تمامی نمونه های سیب زمینی برداشت شده از مناطق مختلف استان با متوسـط ۳/۹۸ میلی گرم در کیلو گرم وزن تازه سیب زمینی و با در نظر گرفتن حد مجاز ۲۰۰ میلی گرم نیترات در کیلو گرم وزن تازه، کمـتر از حد مجاز بود که خود نشان دهنده سلامت محصول از نظر غلظت نیترات و تعادل در مصرف کودهای نیتروژنه در مزارع سیب زمینـی استان است. نتایج همین پژوهش نشان داد که غلظت نیترات در سیب زمینی رقم اگریا ۹/۹۲ میلی گـرم بـر کیلـو گـرم وزن تـازه و در رقم مارفونا ۹/۱۱۰ میلی گرم بر کیلو گرم وزن تازه بود که نشان دهنده توان ژنتیکی بیشتر رقم مارفونا در خصـوص تجمـع نیـترات در مقایسه با رقم اگریا می باشد (۴/۱۹ درصد افزایش در غلظت نیترات در رقم مارفونـا نسـبت بـه رقـم اگریـا مشـاهده گردیـد). مقایسـه غلظت نیترات در مزارع با روش های مختلف آبیاری صـرف نظـر از نـوع رقـم نشـان داد کـه غلظـت نیـترات در مـزارع بـا روش آبیـاری سطحی (فارویی) ۱۰۴ میلی گرم بر کیلو گرم وزن تازه و در مزارع با روش آبیاری بارانی ۶/۹۲ میلی گرم بـر کیلـو گـرم وزن تـازه بـود (۳/۱۲ درصد افزایش غلظت نیترات در آبیاری سطحی نسبت به آبیاری بارانی). این میزان افزایش احتمالا به دلیل کـاهش ذخـائر آب قابل استفاده خاک در روزهای بعد از نیمه دور آبیاری بویژه در روزهای پایانی منتهی به دور آبیاری و تاثیر تنش های رطوبتی در طـی این روزها بر فعالیت های بیولوژیکی و سلولی این گیاه می باشد.

واژه های کلیدی: نیترات، سیب زمینی.

مقدمه

نیتروژن از جمله ضروری ترین عناصر غذایی گیاه می باشد.ایـن عنصـر در رشـد سـبزینه ای، عملکـرد و کیفیـت محصـولات نقـش تعیین کننده دارد.نیتروژن عمدتاً به شکل نیترات توسط گیاهان زراعی جذب می گردد (بیش از ۷۵%) .با توجه به پایین بودن مقـدار نیتروژن و ماده آلی در خاک های ایران، مصرف کودهای نیتروژنه در کشت سیب زمینی از ضروریات تولید این محصول محسوب مـی گردد و مقدار توصیه بستگی به شرایط خاک از ۲۰۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار متغیر است تمام اندام های گیاهی از ریشه گرفتـه تا ساقه و برگ توانایی احیای نیترات را دارند. هر عاملی که فعالیت آنزیم نیترات ردکتاز را کاهش دهد،

افزایش غلظت نیترات در گیاه را فراهم می سازد. با تجمع نیترات در اندام های گیاهی و مصرف این اندام ها (ریشه، ساقه یا بـرگ) در سبد غذایی، نیترات در دستگاه گوارش بدن به نیتریت تبدیل می گردد. نیتریت حاصل با برخی از اسیدهای آمینه ترکیب و تولیـد نیتروزآمین می نماید که این ماده سرطان زا می باشد. نیترات یکی از آلاینده هـای مهمـی اسـت کـه عمـدتاً در اثـر مصـرف نامتعـادل کودهای نیتروژنی در اندام های گیاهی تجمع پیدا مـی کنـد. لـذا بررسـی میـزان آلـودگی نیـترات در ایـن محصـول، شـناخت منـابع آلاینـدگی و ارائـه راه کارهـای مناسـب بـرای کـاهش نسـبی آلـودگی ضـروری بـه نظرمـی رسـد(ملکـوتی، ۱۳۷۹).تولیدهرتنغدهسیبزمینیموجبجذبواستخراج ۵ تا ۸کیلوگرمنیتروژندرهکتارازخاکتوسـطاندامهایهوایی وغدههامیشـود (سـالار دینـی، ۱۳۷۱ .(مدیریتمصـرفوکاربردمقادیر،مناسبنیتروژندرزراعتسیبزمینیامریدقیقوحسـاس اسـت.کاربردمقادیرکمتریابیشترازنیازومصرفزودیادیرهنگامنیتروژنبرعملکردکمیوکیفیغدههایتولیدیمؤثراسـت(رضـایی و سـلطانی، ۱۳۷۵).مولر هاگن (۱۹۹۳)عکس العمل متفاوت ارقام به مصرف مقادیر مختلف نیتروژن را گزارش کرد. در مطالعه ایشان مقادیر (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروزن خالص درهکتار) بر سه رقم سیب زمینی دان وا، ماتیلدا و بیت ارزیابی شدوگزارش کرد رقم بیت با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد غده افزایش یافت ولـی ارقـام دان وا وماتیـلدا حـداکثر عملکـرد بـا مصـرف ۱۰۰ کیلـو گـرم نیـتروژن درهکتار بدست آمد. در این مطالعه کاربرد مقادیر بالای نیتروژن سبب تولید غده های درشت گردید. پروسبا (۱۹۹۳) نیز گزارش کـرد

با افزایش مصرف کود نیتروژنه متوسط وزن غده افزایش می یابد.آنیتا ایرنا (۲۰۰۹) گزارش کرد اثر تاریخ برداشت بر تجمع نیترات در ارقام مختلف موثر بوده درمطالعه ایشان سه رقم آریندا(زودرس)، اسپونتا(متوسط رس) ومونديال (دیر رس) مورد بررسی قرار گرفت در هر سه رقم مقدار نیترات تجمع یافته درتولید خارج از فصل بیشتر از تولید تابستانه بود. وجه مشترک در این مطالعه رقم مونديال(دیر رس) بود که درهردو فصل تولید کمترین نیترات را تجمع داده بود ودرکشت زمستانه باگذشت زمان وتجمع روز مقدار نیترات درهمه ارقام کاهش یافت. این مطالعه به منظور بررسی ارتباط بین میزان کود نیتروژنه مصرفی و تجمع نیترات در غده های سیب زمینی ارقام اگریا و مارفونا و دستیابی به مناسب ترین مقدار نیتروژن مورد نیاز جهت تولید محصول سالم اجرا گردید.

با افزایش میزان کود نیتروژنه مصرفی غلظت نیتروژن نیتراتی غده‌های سیب‌زمینی افزایش می‌یابد. این افزایش بسته به میزان کود نیتروژن مصرفی، منبع نیتروژن، زمان کوددهی و میزان آب آبیاری متفاوت است(رومی زاده، ۱۳۸۰).

میزان نیترات غده‌ها در ارقام زودرس و نیمه زودرس خیلی بیشتر از ارقام دیررس می‌باشد و همچنین با افزایش سطوح کود نیتروژن نیز میزان نیترات غده ها افزایش خواهد یافت. عامل‌های دیگری همچون تاریخ برداشت و آب و هوای فصل رشد نیز آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد به طوری که آب و هوای بارانی و دمای پائین و برداشت زود هنگام نیترات غده هارا افزایش خواهد داد (پاکساوهمکاران، ۲۰۰۶؛ لرنا ومائور میکال، ۲۰۰۶).

بر اساس تحقیقات ملکوتی (۱۳۷۹) ژنوتیپ گیاه در تجمع نیترات موثر است در مطالعه این محقق علاوه بر مقدار کوده ای نیتروژنه مصرفی، رقم نیز نقش مهمی در تجمع نیترات داشته است.

در مطالعات جماعتی ثمرین وهمکاران (۱۳۸۸) عمده ترین عامل تجمع نیترات مصرف بیش از حد نیاز کودهای نیتروژنه و رقم شناخته شده است.

حد مجاز و قابل تحمل نیترات در غدة سیبزمینی تعیین شده توسط دده (۲۰۰۳) ۳۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم در مادة خشك میباشد. در کشورآلمان نیترات قابل قبول بر اساس وزن تر ۲۰۰ میلی گرم برکیلوگرم می باشد(سانتامریا، ۲۰۰۶).

مواد و روش‌ها

به منظور دستیابی به اهداف این تحقیق پس از مکان یابی و ثبت مختصات مکانی مزارع (۱۰ مزرعه در شهرستان های فارسان، شهرکرد، بروجن و لردگان) نسبت به نمونه برداری از مزارع سیب زمینی اقدام گردید. برای این منظور در هر مزرعه ۵ بوته بصورت تصادفی انتخاب و نسبت به برداشت غده از بوته های منتخب اقدام گردید.نمونه های برداشت شده به همراه پرسشنامه تکمیل شده در کوتاه ترین زمان ممکن جهت اندازه گیری غلظت نیترات به آزمایشگاه ارسال گردید و غلظت نیترات در غده های سیب زمینی تعیین گردید.نمونه برداری، نقل و انتقال، آماده سازی و اندازه گیری غلظت نیترات در سیب زمینی به روش های متداول و بر اساس دستور کار آزمایشگاه موسسه تحقیقات خاک و آب انجام گرفت. پس از اندازه گیری غلظت نیترات در نمونه ها، نتایج بر اساس جداول و نمودارهای بدست آمده مورد تفسیر قرار گرفت.

نتایج

نتایج نشان داد که غلظت نیترات در نمونه های برداشت شده با متوسط ۳/۹۸ میلی گرم در کیلو گرم وزن تازه سیب زمینی و با در نظر گرفتن حد مجاز ۲۰۰ میلی گرم نیترات در کیلو گرم وزن تازه سیب زمینی، در تمامی نمونه های سیب زمینی برداشت شده از مناطق مختلف استان کمتر از حد مجاز بود که خود نشان دهنده سلامت محصول از نظر غلظت نیترات و تعادل در مصرف کودهای نیتروژنه در مزارع سیب زمینی استان است.

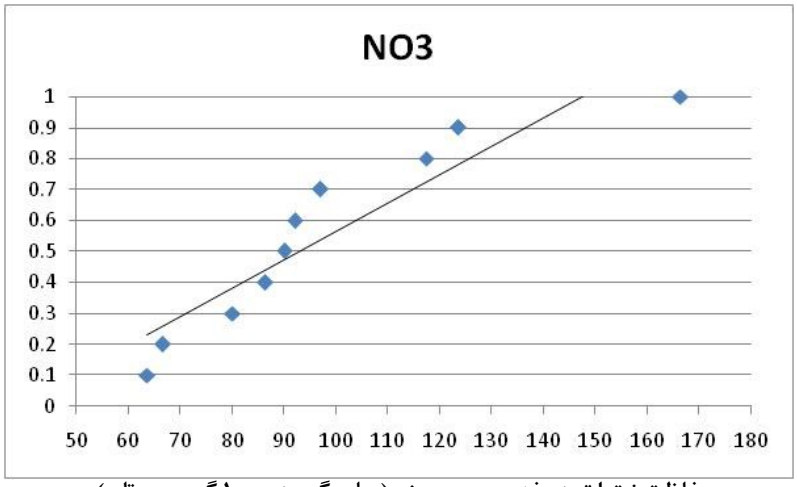
نتایج این بررسی نشان داد که در بین مزارع نمونه برداری شده ۷۰ درصد مزارع نسبت به کشت رقم اگریا و ۳۰ درصد مزارع نسبت به کشت رقم مارفونا اقدام نموده اند.

نتایج نشان داد که غلظت نیترات در سیب زمینی رقم اگریا ۹/۹۲ میلی گرم بر کیلو گرم وزن تازه و در رقم مارفونا ۹/۱۱۰ میلی گرم بر کیلو گرم وزن تازه بود که نشان دهنده توان ژنتیکی بیشتر رقم مارفونا در خصوص تجمع نیترات در مقایسه با رقم اگریا می باشد (۴/۱۹ درصد افزایش در غلظت نیترات در رقم مارفونا نسبت به رقم اگریا مشاهده گردید).

مقایسه غلظت نیترات در مزارع با روش های مختلف آبیاری صرف نظر از نوع رقم نشان داد که غلظت نیترات در مزارع با روش آبیاری سطحی (فارویی) ۱۰۴ میلی گرم بر کیلو گرم وزن تازه و در مزارع با روش آبیاری بارانی ۶/۹۲ میلی گرم بر کیلو گرم وزن تازه بود (۳/۱۲ درصد افزایش غلظت نیترات در آبیاری سطحی نسبت به آبیاری بارانی). این میزان افزایش احتمالا به دلیل کاهش ذخائر آب قابل استفاده خاک در روزهای بعد از نیمه دور آبیاری بویژه در روزهای پایانی منتهی به دور آبیاری و تاثیر تنش های رطوبتی در طی این روزها بر فعالیت های بیولوژیکی و سلولی این گیاه می باشد.

نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت نیترات در وزن تازه غده در ۱۰ مزارع مورد بررسی در این پژوهش بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم، در ۲۰ درصد مزارع بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم و در ۷۰ درصد مزارع کمتر از ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد (نمودار ۱: فراوانی تجمعی غلظت نیترات در مزارع)

نتایج آمار توصیفی این پژوهش در جدول ۱ ارائه گردیده است.



غلظت نیترات در غده سیب زمینی(میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه)
شکل ۱- نمودار فراوانی تجمعی غلظت نیترات در مزارع مورد بررسی

جدول۱- آمار توصیفی غلظت نیترات در مزارع مورد بررسی

		رقم سیب زمینی		
	کل مزارع	اگریا	مارفونا	درصد تغییرات
میانگین	۳/۹۸	۹/۹۲	۹/۱۱۰	+۴/۱۹
حداکثر	۳/۱۶۶	۶/۱۲۳	۳/۱۶۶	+۵/۳۴
حداقل	۶/۶۳	۶/۶۳	۸۰	+۸/۲۵
انحراف معیار	۶/۳۰	۸/۲۲	۱/۴۸	---
ضریب یکنواختی	۱/۳۱	۵/۲۴	۴/۴۳	---

منابع

جماعتی ثمرین ش، توبه ا، هاشمی مجد ک، اصغری ع، حسن زاده م، ذبیحی محمود آباد ر، شیری جناقرد م. (۱۳۸۸) تاثیر تراکم بوته وسطوح مختلف نیتروژن بر درصد پروتئین ، عملکردوتجمع نیترات درغده سیب زمینی. مجله الکترونیک تولیدگیاهان زراعی، ۲: ۱۶۴-۱۵۱.

رضایی ع. سلطانی ا.(۱۳۷۵). زراعت سیب زمینی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۷۹ صفحه.

رومی زاده س.(۱۳۸۰).توصیه کودنیتروژنه برمبنای آزمون خاک. سازمان تات، وزارت کشاورزی. نشریه فنی شماره ۲۵.

سالاردینی ع ا.(۱۳۷۱). حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۴۱ صفحه.

ملکوتی م ج. (۱۳۷۹). کنترل غلظت نیترات درسیب زمینی، پیازو سبزیهاضرورتی انکارناپذیر در حفظ سلامتی جامعه. مجله علمی پژوهشی خاک وآب(ویژه نامه کشاورزی پایدار). ۱۲: ۵-۱ .

Anita Ierna. ۲۰۰۹. Influence of harvest date on nitrate contents of three potato varieties for off season production. Journal of Food Composition and Analysis .۱۷۶۱-۱۷۶۷.

Dede O. (۲۰۰۳). The nitrate and nitrite levels of the tubers of potato fertilized with different doses. Ordu ziraat facultasi. Karadeniz Teknik universitasi, Turkey. Available in: http://www.ziraat.ktu.tr/tarla/ozbay/ozbaueng_z.htm.

Lerna A, Mauromicale G. (۲۰۰۶). Physiological and growth response to moderate water deficit of off-season potatos in the Mediterranean environment. Agricultural Water Management, ۸۲: ۱۹۳-۲۰۹.

Molerhagen, P. J. ۱۹۹۳. The influence of nitrogen fertilizer application on tuber yield and quality in three potato varieties grown at different locations in Norway.Norsk land bruks for sking . ۷ : ۲۷۹-۲۹۶.

Peksa A. Golubowska G.Aniolowski K.Lisinka G.Rytel E.۲۰۰۶.Changes of glycoalkaloids and nitrate contents in potatoes during chip processing.Food Chemistry.۹۷:۱۵۱-۱۵۶.

Prosba, B.U.(۱۹۹۳) . The influence of planting date and the level of nitrogen fertilizer application on the accumulation and structure of potato yield . Biuletyn Instytutu Ziemniaka . ۴۳ : ۶۵-۷۳.
Santamaria P. (۲۰۰۶).Nitrate in vegetables.toxicity content intake and EC regulation. Journal of the Science of Food and Agriculture. ۸۶ : ۱۰-۱۷

Abstract

Nitrate is one of the major pollutants that mainly accumulate in plant organs by excessive consumption of nitrogenous fertilizers. Unfortunately, too much nitrate compound in the digestive system of humans and livestock, combine with amino acids and the production changes tonitrosamine that some of this substance are carcinogenic. The implementation of this project was conducted by recording the coordinates of locationswhere the potato fields were attempting to take samples. Selective samples and questionnaires form completed in the shortest time to sending potato tubers to laboratory to measure the concentration of nitrate. Then nitrate concentration in the sample, were interpreted on tables and graphs. The results showed that ۷۰ percent of farmershave attempted to cultivate the Agria potato cultivar and ۳۰ percent of farms have attempted to cultivate the Marfona potato cultivar. Nitrate concentrations in all the samples taken from different areas of the province with an average of ۹۸.۳ mg per kg fresh weight of potatoes and by taking the limit of ۲۰۰ milligrams of nitrate per kg fresh weight, were less than the limit which represents the nitrate concentration product health wich indicates the balance in the use of nitrogen fertilizers in the potato fields of the province. The results of this study indicate that nitrate concentrations in Agria potato cultivar was ۹۲.۹ mg per kg fresh weight and nitrate concentrations in Marfona was ۱۱۰.۹ mg per kg fresh weight, which represents the most genetically nitrate accumulation ofMarfona in compare with Agria cultivar (۱۹.۴% increase in nitrate concentrations were observed in Marfona to Agria). Comparison of nitrate concentrations in the fields with surface irrigation and sprinkler irrigation method showed that nitrate concentrations with ۱۰۴ mg per kg fresh weight in surface irrigation farms (Faroese) was higher thanfarms with sprinkler irrigation method with ۹۲.۶ mg per kg fresh weight (۱۲.۳% increase in nitrate concentrations in surface irrigation to sprinkler irrigation). This increase is likely due to a reduction in available water resources on the soil after irrigation, especially in the final days leading up to the irrigatin periods and moisture stress during these days.

مطالعه آلودگی فلزات سنگین مس و کادمیوم در اطراف کارخانه زغال‌شویی زرند با استفاده از شاخص زمین انباشتگی

مرضیه آیینه حیدری [۱]، مجید حجازی مهریزی [۲]، اعظم جعفری [۲] و مریم یوسفی فرد [۳]
دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان ۲-استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر ۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه پیام نور تهران

چکیده
این مطالعه با هدف بررسی وضعیت آلودگی خاک‌های اطراف کارخانه زغال‌شویی زرند به فلزات مس و کادمیوم انجام شد. برای این منظور، تعداد ۱۳۵ نقطه به طور سیستماتیک در منطقه مورد مطالعه انتخاب و نمونه‌برداری به صورت مرکب انجام شد. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دومیلی‌متری به آزمایشگاه انتقال یافتند. شکل قابل جذب فلزات مس و کادمیوم با استفاده از محلول DTPA-TEA استخراج و غلظت آن‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شد. نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، غلظت قابل جذب مس و کادمیوم به طور متوسط برابر با ۸۷/۱ و ۴۴/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. شاخص زمین انباشتگی نشان داد که کادمیوم (۸/۰ میلی گرم بر کیلوگرم) در محدوده آلوده تاکمی آلوده و مس (۹۱/۳ میلی گرم بر کیلوگرم) در محدوده خیلی آلوده قرار دارد که این آلودگی می‌تواند ناشی از زهاب اسیدی خروجی از کارخانه و ماده مادری باشد.

کلمات کلیدی: آلودگی، فلزات سنگین، شاخص زمین انباشتگی، قابلیت جذب

مقدمه
تخریب و آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین، ثمره‌ی جوامع و یکی از ره‌آوردهای صنعتی شدن اجتماعات بشری است (Hashemi, ۲۰۱۲). استخراج معادن سبب ورود فلزات سنگین به محیط زیست می‌شود (Acosta et al., ۲۰۱۲). وجود ارتباط نزدیک بین اکوسیستم‌های کشاورزی و سلامتی انسان، آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های کشاورزی را به یک نگرانی بزرگ در سراسر جهان تبدیل کرده است (Bermudez et al., ۲۰۱۲). کارخانه‌های ذوب و تصفیه فلزات، کوره‌های احتراق زغال سنگ، زباله‌ها و پس‌ماندهای صنعتی و ضایعات کارخانجات از منابع اصلی آلودگی منابع خاک و آب در مناطق صنعتی می‌باشد (Li et al., ۲۰۰۵). سالیانه حدود ۳۸هزار تن کادمیوم به خاک‌های جهان افزوده می‌شود که مقادیر زیادی از آن‌ها مربوط به غبارهای جوی، پراکنش خاکسترها و ضایعات شهری است و غلظت‌های کم آن مربوط به مصرف کودهای شیمیایی و لجن فاضلاب است (Nriagu and Pacyna, ۱۹۸۸). غلظت‌های بالای مس در افق‌های سطحی برخی خاک‌ها در اثر فعالیت‌های صنعتی از جمله صنایع ذوب فلزات و یا کاربرد کودهای شیمیایی، لجن فاضلاب، ضایعات صنعتی، قارچکش‌ها و باکتریکش‌ها ایجاد می‌شود (Kabata-Pendias, ۲۰۰۱b). مس در خاک معمولاً جذب سطحی و یا تثبیت می‌شود و از جمله فلزات سنگینی است که تحرک بسیار کمی در خاک دارد(Cerqueira et al., ۲۰۱۱).

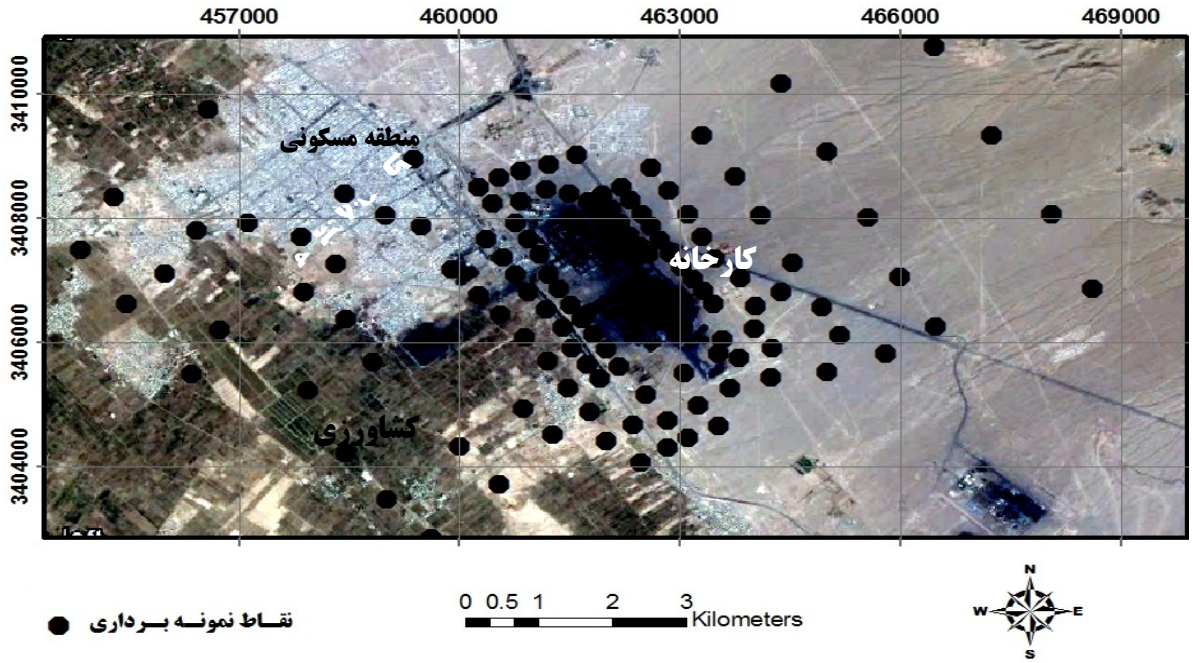
در بیشتر مطالعات از غلظت کل برای تعیین شاخص زمین انباشتگی و تعیین آلودگی مناطق صنعتی استفاده شده است(Zhang et al., ۲۰۰۹). فلزات سنگین در خاک به شکل‌های مختلف با قابلیت جذب متفاوت وجود دارند (Rodriguez, ۲۰۰۹; Zhong et al., ۲۰۱۱). فلزات سنگین در خاك به شکل‌های محلول، تبادلی، کربناتی، متصل شده به اکسیدهای آهن و منگنز، آلی و باقیمانده وجود دارد. قابلیت دسترسی این شکل‌ها با یکدیگر متفاوت بوده و از بین اجزای مختلف بخش محلول و تبادلی در مقایسه با سایر شکل‌ها قابلیت دسترسی بیشتری در خاك دارند(Zhong et al., ۲۰۱۱). غلظت کل در برخی از موارد نمی‌تواند شاخص مناسبی برای تعیین آلودگی خاک به فلزات سنگین و تأثیرات آن بر گیاه باشد. به همین دلیل تعیین شکل قابل جذب به جای غلظت کل فلزات سنگین ارزیابی مناسب‌تری را از آلودگی خاك نشان می‌دهد (Youssef, ۱۹۷۷).

تاکنون مطالعات چندانی در ارتباط با وضعیت آلودگی خاك‌های اطراف کارخانه زغال‌شویی زرند انجام نشده است. هدف از این تحقیق ارزیابی وضعیت آلودگی خاك اطراف کارخانه زغال‌شویی به مس و کادمیوم با استفاده از شاخص زمین انباشتگی می‌باشد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه
منطقه مورد مطالعه (کارخانه زغال‌شویی زرند) در یك منطقه‌ی کم بارش با متوسط دمای ۳۵+ درجه‌سانتیگراد در تابستان و ۵- درجه‌سانتیگراد در زمستان می‌باشد (حمزه و زریسفی، ۱۳۸۹). این کارخانه در ۷۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان کرمان و در نزدیکی شهر زرند قرار گرفته و در حال حاضر روزانه به‌طور متوسط حدود ۴۰۰۰ تن زغال سنگ را شستشو می‌دهد) حمزه و زریسفی، ۱۳۸۹).

نمونه برداری

نمونه‌برداری به صورت شبکه‌بندی تصادفی انجام شد (شکل ۱). تعداد ۱۳۵ نمونه مرکب (در هرنقطه ۵ نمونه) از سطح خاک (عمق ۳۰-۰) از منطقه ریزوسفری برداشت و پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه انتقال یافتند. شکل قابل جذب عناصر سنگین (مس و کادمیوم) با استفاده از محلول ۰۰۵/۰ مولار DTPA-TEA در pH برابر با ۳/۷ استخراج (Baker and Amacher, ۱۹۸۲) و غلظت فلزات در عصاره‌ها به کمک دستگاه جذب اتمی قرائت گردید.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و پراکنش نقاط نمونه برداری

ارزیابی خاک منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه از شاخص زمین انباشتگی جهت بررسی میزان آلودگی خاک به فلزات سنگین (مس و کادمیوم) استفاده شد. شاخص زمین انباشتگی[۱۹۲] که اولین بار توسط مولر معرفی شد (Muller et al.,۱۹۶۹)، قادر به بیان درجه آلایندگی خاک بوده و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Igeo = log_2((Cn)/1.5Bn)$$

رابطه (۱)

که Igeo شاخص زمین انباشتگی، Cn، غلظت در رسوب یا خاک و Bn، غلظت زمینه می‌باشد. ضریب ۵/۱ نیز برای حذف تغییرات احتمالی زمینه به علت تاثیرات زمین شناختی اعمال می‌شود (Chen et al., ۲۰۰۷). مولر و همکاران (۱۹۶۹) ۶ کلاس برای شاخص زمین انباشتگی در نظر گرفتند (جدول ۱).

جدول ۱- طبقات شاخص زمین انباشتگی

درجه آلودگی	شاخص زمین انباشتگی
غیر آلوده	۰>
غیر آلوده تا کمی آلوده	۰-۱
کمی آلوده	۱-۲
کمی آلوده تا خیلی آلوده	۲-۳
خیلی آلوده	۳-۴
خیلی آلوده تا شدیدا آلوده	۴-۵

[۱۹۲] Geoaccumulation index

شدیدا آلوده	>۵

نتایج و بحث

توصیف آماری غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های برداشت شده در جدول ۲ نشان داده شده است. میانگین غلظت قابل جذب مس و کادمیوم در منطقه به ترتیب ۸۷/۱ و ۴۴/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین شد. جهت تعیین میزان آلایندگی خاك به عناصر سنگین بایستی میزان غلظت عناصر در منطقه با یك استاندارد شناخته شده مقایسه شود Ye et al., ۲۰۱۱). بهترین نوع مقایسه، مقایسه با استانداردهای موجود برای همان منطقه می‌باشد. به دلیل عدم وجود استاندارد خاص آلودگی خاك در ایران، از استاندارد ارایه شده توسط Maff (۱۹۸۸) برای بررسی آلودگی مس در منطقه استفاده شد. بر همین اساس متوسط غلظت مس بیشتر از حداکثر غلظت قابل قبول بوده و لذا منطقه دارای آلودگی مس می‌باشد. میانگین فلز کادمیوم در منطقه مورد مطالعه کمتر از حداکثر قابل قبول برای سایر کشورها می‌باشد (Kabata-Pendias, ۲۰۰۱a) و لذا آلودگی کادمیوم در منطقه وجود ندارد. هر چند ممکن است که در برخی از نقاط آلودگی خاك به این عنصر به طور خاص مشاهده شود. میانگین بیش از حد مجاز عناصر می‌تواند ناشی از ورود عناصر از منابع آنتروپوژنیکی یا به عبارت دیگر فعالیت‌های انسان باشد. میانگین بیشتر از حد مجاز نشان دهنده ورود عناصر از منابع آنتروپوژنیکی یا به عبارت دیگر در نتیجه فعالیت انسان است (Iqbal and Shah, ۲۰۱۱).

جدول ۲- توصیف آماری غلظت قابل جذب فلزات مس و کادمیوم در منطقه مورد مطالعه

عنصر	تکرار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
مس	۱۳۵	۰۶/۰	۳۶/۵	۸۷/۱	۰۴/۱
کادمیوم	۱۳۵	۱۲/۰	۸۴/۷	۴۴/۰	۶۶/۰

شاخص زمین انباشتگی شامل هفت گروه از غیر آلوده تا به شدت آلوده می‌باشد که براساس غلظت فلزات سنگین این طبقه‌بندی صورت می‌گیرد (Gonzales- Macias et al., ۲۰۰۶). میانگین شاخص زمین انباشتگی (I_{geo}) فلزات سنگین در منطقه نشان داد که شاخص زمین انباشتگی برای عنصر کادمیوم ۸/۰میلی‌گرم بر کیلوگرم در محدوده غیرآلوده تا کمی آلوده و برای عنصر مس ۹۱/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در محدوده خیلی آلوده قرار دارد (جدول ۳). تولید زهاب اسیدی از باطله‌های کارخانه زغال شویی و pH پایین می‌تواند باعث افزایش انحلال کانی‌های حاوی فلزات سنگین شود. بررسی آلودگی مس در معدن زغال سنگی در نیوزلند نیز نشان داد که تحرک مس در این نواحی افزایش یافته است که عمدتا ناشی از سطوح پایین pH بوده است (Ezeigbo and Ezeanyim, ۱۹۹۳). مطالعات قبلی در مورد اثرات زیست محیطی معدن زغال سنگی در بنگلادش نشان داده که اسیدیته خاک، غلظت فلزات سمی را افزایش داده است (Bhuiyan et al., ۲۰۱۰).

فلزات سنگین برای نمونه‌های خاک ریزوسفری منطقه مورد مطالعه (I_{geo}) جدول ۳- مقادیر شاخص زمین انباشتگی

عنصر	شاخص زمین انباشتگی	شدت آلودگی منطقه
کادمیوم	۸/۰	غیر آلوده تاکمی آلوده
مس	۹۱/۳	خیلی آلوده

نتیجه گیری

میانگین غلظت قابل جذب فلز کادمیوم (۴۴/۰میلی‌گرم بر کیلوگرم) در منطقه مورد مطالعه کمتر از حداکثر غلظت استاندارد ارایه شده توسط سایر کشورها بود در حالی‌که میانگین غلظت مس (۸۷/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در منطقه بالاتر از حداکثر غلظت استاندارد بود. بنابراین بر اساس غلظت قابل جذب فلزات، منطقه مورد مطالعه از آلودگی کادمیوم عاری بوده ولی از لحاظ فلز مس تا حدودی آلوده می‌باشد. در مقابل نتایج شاخص زمین انباشتگی نشان داد که عنصر کادمیوم در محدوده آلوده تاکمی آلوده و مس در محدوده خیلی آلوده قرار دارد که این آلودگی می‌تواند ناشی از زهاب اسیدی خروجی از کارخانه باشد.

منابع

حمزه، ع.، م. و زریسفی، ا.، م. ۱۳۸۹. مطالعه هیدروژوشیمی برخی عناصر سمی در پساب کارخانه‌ی زغال‌شویی زرند و روش‌های پاکسازی آن. فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، شماره ۳، صفحات ۱۸۲ تا ۱۹۴.

Acosta J.A., Faz A., Martinez-Martinez S., Zornoza R., Carmona D.M. and Kabas S. ۲۰۱۱. Multivariate statistical and GIS-based approach to evaluate heavy metals behavior in mine sites for future reclamation. J Geochem Explor, ۱۰۹:۸-۱۷.

Baker D.E. and Amacher M.C. ۱۹۸۲. Nickel, copper, zinc, cadmium. In: Miller R.H., Keeney D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part ۲. ASA-SSSA, Madison, WI, USA. Pp. ۳۲۳-۳۳۴.
Bermudez G.M.A., Jasan R., Pla R. and Pignata M.L. ۲۰۱۲. Heavy metals and trace elements in atmospheric fall-out: their relationship with topsoil and wheat element composition. J. Hazard. Mater. ۲۱۳-۲۱۴: ۴۴۷- ۴۵۶.
Bhuiyan M.A., Parvez L., Islam M.A., Dampare S.B. and Suzuki S. ۲۰۱۰. Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of Bangladesh. Journal of hazardous materials, ۱۷۳: ۳۸۴-۳۹۲.
Chen C.W., Kao C.M., Chen C.F. and Dong C.D. ۲۰۰۷. Distribution and accumulation of heavy metals in the sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan., Chemosphere, ۶۶(۸): ۱۴۳۱- ۱۴۴۰.
Hashemi S.A. ۲۰۱۲. Phytoremediation of lead in urban polluted soils in the north of Iran. Toxicology and Industrial Health, ۲۸: ۴۷۰ - ۴۷۳.
Iqbal J. and Shah M.H. ۲۰۱۱. Distribution, correlation and risk assessment of selected metals in urban soils from Islamabad, Pakistan. Journal of hazardous materials, ۱۹۲: ۸۸۷-۸۹۸.
Kabata- Pendias A.A. and Pendias H. ۲۰۰۱a. Trace Elements in Soils and Plants. ۲nd ed., CRC Press, Boca Raton, London.
Kabata-Pendias A, and Pendias H. ۲۰۰۱b. Trace Elements in Soils and Plants. Third Ed. CRC PressW Boca raton, London. ۴۱۳ Pages.
Li J., Xie Z.M., Zhu Y.G., and Naidu R. ۲۰۰۵. Risk assessment of heavy metal contaminated soil in the vicinity of alead/zinc mine. J. Environ. Sci. ۶: ۸۸۱-۸۸۵.
MAFF. ۱۹۸۸. Fertilizer Recommendations. Reference Book ۲۰۹, HMSO, London.
Muller G. ۱۹۶۹. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. Geojournal, ۲: ۱۰۸-۱۱۸.
Rodriguez L., Ruiz E., Alonso-Azcarate J. and Rincon J. ۲۰۰۹. Heavy metal distribution and chemical speciation in tailings and soils around a Pb-Zn mine in Spain. Journal of Environmental Management, ۹۰: ۱۱۰۶-۱۱۱۶.
Ye C., Li S., Zhang Y. and Zhang Q. ۲۰۱۱. Assessing soil heavy metal pollution in the water-level fluctuation zone of the Three Gorges Reservoir, China. Journal of hazardous materials, ۱۹۱: ۳۶۶-۳۷۲.
Youssef R.A. ۱۹۹۷. Studies on nickel and manganese dynamic in the rhizosphere of wheat. Soil Sci. Plant Nutr. ۴۳: ۱۰۲۱-۱۰۲۴.
Zhang X., Lin F., Jiang Y., Wang K. and Feng X.L. ۲۰۰۹. Variability of total and available copper concentrations in relation to land use and soil properties in Yangtze River Delta of China. Environmental monitoring and assessment, ۱۵۵: ۲۰۵-۲۱۳.
Zhong X.L., Zhou S.L., Zhu Q. and Zhao Q.G. ۲۰۱۱. Fraction distribution and bioavailability of soil heavy metals in the Yangtze River Delta—A case study of Kunshan City in Jiangsu Province, China. Journal of hazardous materials, ۱۹۸: ۱۳-۲۱.
Cerqueira B., Covelo E.F., Andrade M.L. and Vega F.A. ۲۰۱۱. Retention and mobility of copper and lead in soils as influenced by soil horizon properties. Pedosphere, ۲۱: ۶۰۳-۶۱۴.
Nriagu J.O. and. Pacyna J.M. ۱۹۸۸. Quantitative assessment of world -wide contamination of air, water and soils by trace metals. Nature. ۳۳۳: ۱۳۴-۱۳۹.
Gonzales- Macias C., Schifter I., Liuch- Cota D.B., endez- Rodriguez L. and Hernandez- Vazquez S. ۲۰۰۶. Distribution, enrichment and accumulation of heavy metals in coastal sediments of Salina Cruz Bay, Mexico. Environmental Monitioring and Assessment, ۱۱۸:۲۱۱- ۲۳۰.
Ezeigbo H.I. and Ezeanyim B.M. ۱۹۹۳. Environmental pollution from coal mining activities in theenugu area anambka state Nigeria. Mine water and the environment, ۱۲: ۵۳-۶۲.

Abstract

This study was conducted to investigate soil Cu and Cd pollution around a coal plant in Zarand. Composite soil samples (۵ samples per point) from ۱۳۵ points were systematically collected. Soil samples were air dried and passed through a ۲ mm sieve. Soil available form of Cu and Cd was extracted by DTPA-TEA solution and determined by atomic absorption spectrophotometer. The results showed that available Cu and Cd were ۱.۸۷ and ۰.۴۴ (mg/kg). Based on geo-accumulation index, Cd (۰.۸ mg/kg) was in slightly polluted range and Cu (۳.۹۱

mg/kg) in highly polluted range. The higher concentration of Cu in soil may be due to parent material and acidic drainage of factory.

بررسی آلودگی به فلزات سنگین در خاک و میوه‌های تولیدی (سیب و زردالو) منطقه ماهنشان

مهدی طاهری [۱]، لیلا تابنده [۲]، اسماعیل سهرابی [۲]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات، منابع طبیعی وآموزش کشاورزی استان زنجان ،۲- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات، منابع طبیعی وآموزش کشاورزی استان زنجان

چکیده
میانگین غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های باغی تحت کشت درختان زردآلو کمتر از حد استاندارد ملی ایران بود. این در حالی است که در خاک‌های باغی تحت کشت انواع درختان سیب و واقع در بعضی از مناطق شهرستان ماهنشان که مجاور به معدن سرب انگوران بودند، غلظت این عناصر بالاتر ازمحدوده استاندارد ایران به دست آمد. همچنین، میانگین غلظت مس، روی، کادمیوم و سرب در میوه‌های سیب ۵۴/۰، ۵۶/۰، ۰۰۹/۰ و ۰۴/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر و در میوه‌های زردآلو میانگین غلظت عناصر مذکور به ترتیب برابر با ۹۹/۰، ۳/۲، ناچیز و ۰۴/۰ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن‌تر محاسبه گردید. بنابراین، برخلاف آلودگی به عناصر سنگین در خاک بعضی از مناطق مطالعاتی باغات سیب، هیچ گونه آلودگی به عناصر سنگین در میوه‌های تولیدی شهرستان ماهنشان (سیب و زردآلو) به دست نیامد و محصولات تحت مطالعه، سالم و عاری از تجمع عناصر سنگین بودند.

واژه های کلیدی: زردآلو، سیب، آلودگی، خاک، ماهنشان.

مقدمه
فلزات سنگین اجزای طبیعی تشکیل دهنده پوسته زمین هستند ولی فعالیت ها ی انسان، سیکل ژئوشیمی، بیوشیمیایی و تعادل این فلزات را بهم زده و باعث انتشار آنها در محیط زیست می‌شود. فلزات سنگین از آلاینده‌های پایدار و بادوام محیط زیست بشمار می آیند چون از بین نرفته و تجزیه نمی‌شوند. بسیاری از فلزات برای حیات ضروری هستند، اما موقعی که مقدار آنها از حد مجاز فراتر رود، باعث ایجاد مسمومیت می شوند. منابع صنعتی و طبیعی باعث آزادسازی فلزات سنگین در محیط زیست می‌شوند ولی اندازه و یا سهم هر یك از این منابع در آلوده سازی محیط زیست به روشنی مشخص نیست. گرد و غبار و ذرات معلق در هوا، از جمله منابع طبیعی آلاینده محیط زیست به فلزات سنگین به حساب می‌آیند. کادمیم، سرب و روی از جمله آلایندهایی هستند که از منابع گوناگون به آب و خاك، گیاه و نهایتاً به زنجیره غذایی انسان و حیوانات راه می‌یابند و عواقب و امراضی را در پی داشته و خسارتهایی جدّی به بار می‌آورند (Paula et al,۲۰۰۶). بنابراین، از اهداف این مطالعه، بررسی و تعیین غلظت و مقدار دریافت قابل تحمل روزانه، عناصر (سرب، کادمیوم، مس و روی) در خاک و میوه‌های سیب و زردآلو منطقه ماهنشان می‌باشد و نهایتا، بررسی و مقایسه نتایج این مطالعه، با استانداردهای ملی ایران است.

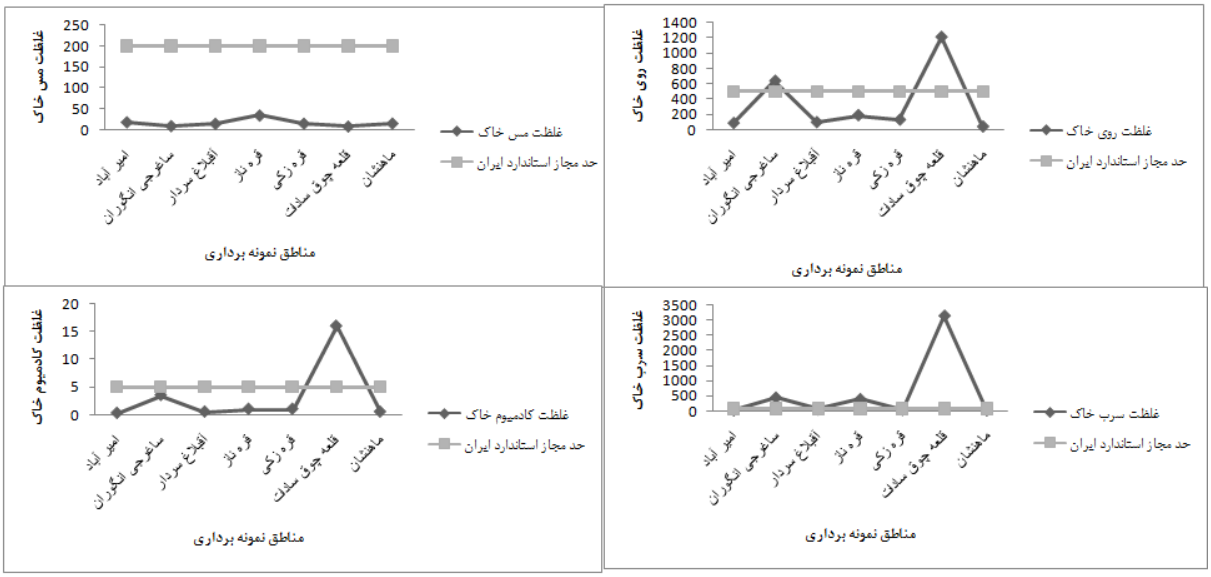
مواد و روش‌ها
شهرستان ماهنشان، در فاصله ۱۱۳ کیلومتری غرب زنجان واقع شده است و به دلیل عبور رودخانه قزل اوزن در این منطقه، از وضعیت کشاورزی مناسبی برخوردار می‌باشد. تقریباً ۴۰۰۰ هکتار از اراضی این شهرستان، جزء اراضی باغی محسوب می‌شوند و یکی از میوه‌جات تولیدی مهم در این منطقه زردآلو و تا حدی سیب می‌باشد. بنابراین، در این پروژه، نمونه برداری خاک و میوه (سیب و زردآلو) در طی سال باغی ۱۳۹۲ انجام گرفت. سپس نمونه‌های گیاهی (میوه‌جات)، به آزمایشگاه منتقل شدند و با آب مقطر شستشو و در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک و درنهایت آسیاب شدند و غلظت فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی به روش هضم‌تر با مخلوط اسیدهای نیتریک، پرکلریک و سولفوریک تعیین و با دستگاه جذب اتمی قرائت شدند (Allen et al,۱۹۸۶). نمونه برداری خاک از باغات تحت مطالعه و از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. نمونه ها، هوا خشک و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل شدند. یک گرم خاک خشک را به نسبت ۱:۳ با اسیدکلریدریک ۶ مولار و اسیدنیتریک غلیظ، مخلوط و پس از گذشت یک شبانه‌روز، در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد، حرارت داده و با اسید نیتریک ۲ مولار، به حجم ۵۰ میلی‌لیتر، رسانده شد (Chen et al,۲۰۰۶). لازم به ذکر است که نقاط نمونه‌برداری از خاک و میوه‌های باغات سیب (روستاهای امیرآباد، ساغرجی‌انگوران، آقبلاغ‌سردار، قره‌ناز، قره‌زکی و قلعه‌چوق‌سادات) و برای زردآلو از باغات واقع در روستاهای خلج، ایل بلاغی، ماهنشان، مادآباد، میرآخور و ده شیر صورت گرفت. تعداد نقاط نمونه برداری به تفکیک هر محصول،۱۵ باغ و در سه تکرار انجام گرفت. همچنین، مقدار قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI) آلاینده مورد نظر و با احتساب مقدار مصرف روزانه میوهبر طبق گزارشات استاندارد ملی ایران (ISIRI,۲۰۱۰) و از حاصلضرب غلظت فلز سنگین به تفکیک هر محصول (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر گیاه) بر میانگین وزن بدن شخص بالغ ۶۰ کیلوگرمی محاسبه می‌شود. در نهایت نتایج حاصل از تجزیه نمونه های خاك و گیاه با استفاده از

نرم افزارهای SPSS و Excel مورد بررسی و تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. غلظت کل عناصرسنگین و مقدار قابل تحمل روزانه آنها در گیاه با آزمون One sample-T test مقایسه و با حدود استاندارد ملی ایران تحت تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند

نتایج و بحث

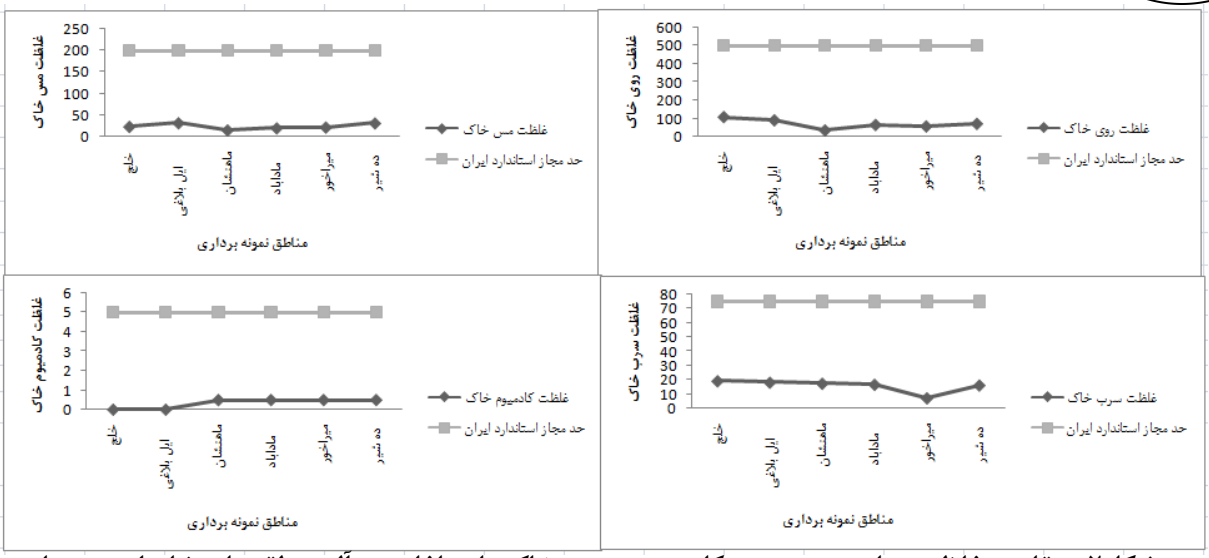
با توجه به گزارشات استاندارد ملی ایران، حد مجاز غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های باغی و با پی‌هاش بالاتر از ۷، به ترتیب برابر با ۲۰۰، ۵۰۰، ۵ و ۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک گزارش شده است.

نتایج حاکی از آن است که (شکل ۱)، آلودگی به روی و کادمیوم در خاک‌های باغات سیب شهرستان ماهنشان، به ترتیب با میانگین ۱۲۱۰ و ۱۶ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک خشک در خاک‌های منطقه قلعه‌چوق سادات برآورد گردید که بالاتر از استاندار ملی ایران است. همچنین، آلودگی به سرب به ترتیب در روستاهای ساغرچی انگوران، قره ناز و قلعه چوق سادات و برابر با میانگین‌های ۴۴۰، ۳۹۰ و ۳۱۵۰ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک خشک به دست آمد. لازم به ذکر است که خاک باغی این مناطق، آلوده به عناصر سنگین بوده و در نزدیکی معدن انگوران واقع شده‌اند.



شکل ۱ - مقایسه غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب خاک‌های باغات سیب منطقه ماهنشان از حد مجاز استاندارد ملی ایران

با توجه به شکل ۲، میانگین غلظت کل عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب خاک‌های مربوط به باغات زرآلو شهرستان ماهنشان، به ترتیب برابر با ۹/۲۲، ۷/۶۵، ۳۸/۰ و ۴/۱۶ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک خشک بوده است. بنابراین هیچ‌گونه آلودگی به عناصر سنگین در خاک‌های تحت کشت درختان زردآلوی منطقه ماهنشان، به‌دست نیامد.



شکل۲- مقایسه غلظت عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب خاک‌های باغات زردآلو منطقه ماهنشان از حد مجاز استاندارد ملی ایران

طبق گزارشات استاندارد ملی ایران، حد مجاز غلظت فلزات سنگین در میوه‌های زردآلو و سیب برای عناصر سنگین مس، روی، کادمیوم و سرب گیاهی به‌ترتیب برابر با ۵، ۵۰/۰ و ۱/۰ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن‌تر میوه است. با توجه به نتایج جدول‌های ۱ الی ۴، غلظت عناصر سنگین در کلیه میوه‌های زردآلو منطقه ماهنشان (روستاهای خلج، ایل‌بلاغی، ماهنشان، مادآباد، میرآخور و ده‌شیر) کمتر از استاندارد ملی ایران بوده و غلظت کادمیوم گیاهی در کلیه میوه‌های زردآلو ناچیز و غیرقابل اندازه‌گیری بود. میانگین غلظت عناصر مس، روی و سرب میوه‌های زردآلو به ترتیب برابر با ۹۳/۰، ۳/۲ و ۰۴/۰ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن تر گیاه به‌دست آمد که کمتر از استاندارد ملی ایران بود و اختلاف غلظت عناصر مس و روی از حد استاندارد در سطح ۱/۰ درصد معنی‌دار است. این در حالی لست که، اختلاف میانگین غلظت سرب در میوه‌های زردآلو از استاندارد ملی ایران از نظر آماری معنی‌دارنبود. طبق استاندارد ملی ایران، مقدار مصرف روزانه زردآلو در سبد غذایی یک خانوار ایرانی(ISIRI,۲۰۱۰)، ۴۲/۳۳ گرم است و با برآورد مقدار دریافت قابل تحمل روزانه عناصر سنگین، مشخص گردید که میانگین این پارامتر برای عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب به ترتیب برابر با ۰۰۰۵/۰، ۰۰۱۳/۰، ناچیز و ۰۰۰۰۳/۰ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن بدن بوده، که مقدار دریافت قابل تحمل روزانه عناصر سنگین مس، روی و سرب کمتر از استاندارد ملی ایران به‌دست آمد (جدول‌های ۱الی ۴) و اختلاف این پارامتر برای عناصر مذکور از استاندارد ملی ایران در سطح ۱/۰ درصد معنی‌دار بود.

با توجه به نتایج جدول‌های ۱ الی ۴، محدوده تغییرات غلظت عناصر مذکور در نمونه‌های سیب منطقه ماهنشان، کمتر از استاندارد ملی ایران به‌دست آمد. طبق استاندارد ملی ایران، مقدار مصرف روزانه سیب در سبد غذایی یک خانوار ایرانی(ISIRI,۲۰۱۰)، ۷/۱۱۶ گرم است و با برآورد مقدار دریافت قابل تحمل روزانه عناصر سنگین، مشخص گردید که میانگین این پارامتر برای عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب در نمونه‌های سیب، کمتر از استاندارد ملی ایران می‌باشد. همانطور که قبلاً اشاره شد، بر خلاف آلودگی به عناصر روی، کادمیوم و سرب در خاک‌های باغی واقع در مناطق قلعه چوق سادات، ساغرچی انگوران و قره ناز، میانگین غلظت عنصر روی در میوه‌های سیب ۶۶/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر میوه سیب و غلظت کادمیوم و سرب در میوه‌های سیب مناطق آلوده، از جمله روستاهای مذکور، ناچیز و غیر قابل اندازه‌گیری بود.

جدول ۱- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی مس در میوه‌جات سیب و زردآلو شهرستان ماهنشان

نوع میوه	نام منطقه	غلظت مس گیاه (میلی گرم در کیلوگرم وزن تر میوه)	مقدار قابل تحمل روزانه (میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن انسان)
سیب	ماهنشان	۱۸/۱-۰۷/۰	۰۰۲۲/۰-۰۰۰۶/۰
زردالو	ماهنشان	۳۵/۲-۵۱/۰	۰۰۰۹/۰-۰۰۰۲/۰
محدوده مجاز	-	۵	

جدول ۲- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی روی در میوه‌جات سیب و زردآلو شهرستان ماهنشان

نوع میوه	نام منطقه	غلظت روی گیاه (میلی گرم در کیلوگرم وزن تر میوه)	مقدار قابل تحمل روزانه (میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن انسان)
سیب	ماهنشان	۹۶/۰-۰۷/۰	۰۰۰۷/۰-۰۰۱۹/۰
زردالو	ماهنشان	۸۶/۲-۵۲/۱	۰۰۱۶/۰-۰۰۰۹/۰
محدوده مجاز	-	۵	

جدول ۳- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی کادمیوم در میوه‌جات سیب و زردآلو شهرستان ماهنشان

نوع میوه	نام منطقه	غلظت کادمیوم گیاه (میلی گرم در کیلوگرم وزن تر میوه)	مقدار قابل تحمل روزانه (میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن انسان)
سیب	ماهنشان	۰۷/۰- ناچیز	۰۰۰۱/۰- ناچیز
زردالو	ماهنشان	ناچیز	ناچیز
محدوده مجاز	-	۰۵/۰	

جدول ۴- دامنه غلظت و مقدار قابل تحمل روزانه موقتی سرب در میوه‌جات سیب و زردآلو شهرستان ماهنشان

نوع میوه	نام منطقه	غلظت سرب گیاه (میلی گرم در کیلوگرم وزن تر میوه)	مقدار قابل تحمل روزانه (میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن انسان)
سیب	قره ناز	۱۵/۰-ناچیز	۰۰۰۳/۰ ناچیز
زردالو	ماهنشان	۱۷/۰- ناچیز	۰۰۰۰۰۵/۰- ناچیز
محدوده مجاز		۱/۰	

منابع

Allen SE, Grimshaw HM, Rowland AP. ۱۹۸۶.Chemical analysis. In: Moore PD, Chapman SB, editors, Methods in Plant Ecology. Oxford: Blackwell Scientific Publication, London, P. ۲۸۵-۳۴۴.

Chen M, Ma LQ. ۲۰۰۱.Comparison of Three Aqua Regia Digestion Methods for Twenty Florida Soils. Soil Scienc Society of America Journal, ۶۵: ۴۹۱ -۹.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran.۲۰۱۰. Food and feed-maximum limit of heavy metals.Standard No. ۱۲۹۶۸. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran (in Persian).

Paula, M., Teodoro, M., and José , M. ۲۰۰۶. Biomonitoring of trace elements in the leaves and fruits of wild olive and holm oak trees. Science of the Total Environment. Vol: ۳۵۵, ۱۸۷-۲۰۳.

Abstract,

The average concentration of Cu, Zn, Cd & Pb in garden soils of Apricot trees was lower than national standard of Iran. However, the garden of Apple trees in the some areas of the city Mahneshan that adjacent to the Lead Mine, concentration of these elements were above than standard limites of Iran. In addition, average concentrations of Cu, Zn, Cd & Pb in Apple fruits were ۰.۵۴, ۰.۵۶, ۰.۰۰۹ & ۰.۰۴ mgr per Kg fresh weight and in Apricot fruits, average concentration of these elements in order to ۰.۹۹, ۲.۳, not detected& ۰.۰۴ mgr per Kg fresh weight was calculated. Therefore, in contrast to heavy metal concentration in the soil of some areas of studies for Apple orchards, no heavy metal concentration in the production of city Mahneshan (Apple & Apricot) was found and products under study were healthy and free of accumulation of heavy metals.

بهینهسازی مصرف پتاسیم برای ارقام مختلف پنبه

عبدالرضا قرنجیکی [۱] و قربانعلی روشنی [۱]
۱-عضو هیات علمی موسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان ۱-عضو هیات علمی موسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان

چکیده
در این تحقیق مزرعهای، پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پنبه ساحل، سپید و گلستان نسبت به سطوح مختلف پتاسیم شامل صفر، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار K_2O از منبع کلرید پتاسیم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که رقم گلستان از نظر عملکرد و بعضی از اجزای عملکرد نسبت به دو رقم دیگر برتری دارد. مصرف کود پتاسیم تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تاثیری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه نداشت، اما سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار بطور معنیداری منجر به افزایش عملکرد و بعضی از اجزای عملکرد پنبه گردید. با اینکه سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم بطور نسبی عملکرد پنبه را افزایش داد، اما اختلاف محصول آن نسبت به سطوح کودی پایینتر معنیدار نبود. در تجزیه واریانس دادهها، اثر متقابل رقم و سطوح مختلف پتاسیم معنیدار نشد. به نظر میرسد که این خاکها ظرفیت بالایی برای تثبیت پتاسیم دارند.

واژه های کلیدی: ارقام پنبه، پتاسیم، پاسخ کودی

مقدمه
پتاسیم مانند نیتروژن و فسفر از عناصر غذایی اصلی گیاه بوده و بعد از نیتروژن، بیشترین فراوانی را در بافتهای گیاهی دارد. در اثر کمبود این عنصر عمل فتوسنتز گیاه محدود شده و در نتیجه رشد و عملکرد گیاه کاهش مییابد. همچنین، پتاسیم در مقاومت گیاه به امراض قارچی و تحمل به خشکی و تنش آبی مؤثر است (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳).
پتاسیم عنصر بسیار کلیدی در تولید پنبه بوده(Makhdum et al., ۲۰۰۷) و تاثیر مثبت و مستقیمی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه و خصوصیات کیفی الیاف آن دارد (Perves et al., ۲۰۰۴a, ۲۰۰۴b). کمبود این عنصر به شدت تولید ماده خشک (Zhao et al., ۲۰۰۱)، سطح برگ، آسیمیلاسیون گاز کربنیک (Reddy and Zhao, ۲۰۰۵)، شدت فتوسنتز (Pettigerw, ۲۰۰۳)، پتانسیل آب برگ، تنفس، کارایی مصرف آب (Perves et al., ۲۰۰۴c)، وزن و اندازه قوزه(Akhtar et al., ۲۰۰۳) ، عملکرد و کیفیت الیاف پنبه را کاهش میدهد (Gormus and Yucel, ۲۰۰۲).
با اینکه آزمون خاک روش متداولی برای توصیه کودی پتاسیم در اراضی زراعی میباشد، اما پیچیدگی مکانیسمهای جذب و آزادسازی پتاسیم خاک، بعضاً قاطعیت محکمی در پاسخ گیاه به این کود نشان نمیدهد. به عنوان مثال، Cassman و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند که علائم کمبود پتاسیم در گیاه حتی در خاکهایی که پتاسیم قابل استفاده آنها بالاتر از حد بحرانی است، مشاهده شده و مصرف کود پتاسیم در آنها در افزایش عملکرد نتیجهبخش بوده است. از طرف دیگر، آزمایشات Howard و همکاران (۱۹۹۸) نشان داده است که در خاکهایی که تخلیه پتاسیم نشان میدهند، تأمین پتاسیم برای آنها تنها از طریق مصرف خاکی این کود در آنها تأثیر قابل ملاحظهای در افزایش عملکرد نداشته است. با این حال، اگر گیاه به کود پتاسیم پاسخ مثبت هم نشان دهد، شدت آن در خاکهای مشابه از نظر پتاسیم قابل عصارهگیری با روشهای معمول آزمون خاک، ممکن است متفاوت باشد (Howard et al., ۲۰۰۱).
یکی از مسائل مهم در ارتباط با پتاسیم در پنبه، اختلاف بین ارقام و ژنوتیپ های مختلف در پاسخ به وضعیت پتاسیم خاک و کوددهی با این عنصر میباشد. ارقام زودرس با دوره بلوغ کوتاهتر قوزه نسبت به ارقام با دوره بلوغ طولانیتر، حساسیت بیشتری نسبت به کمبود پتاسیم دارند. در این ارقام، با فشرده شدن دوره رشد زایشی پنبه در یک دوره زمانی کوتاهتر، شدت نیاز گیاه به پتاسیم افزایش مییابد (Pettigerw, ۲۰۰۳). گزارش شده است که در خاکهای دارای پتاسیم قابل استفاده کم و خاکهایی که جذب پتاسیم از آنها توسط گیاه حتی با وجود مصرف کودهای پتاسیم با محدودیت مواجه میشود (مثل خاکهایی که تثبیت پتاسیم در آنها زیاد است)، ارقام پنبه زودرس، پرمحصول و دارای دوره بلوغ کوتاهتر قوزه (ارقام زودرس) حساسیت بیشتری به کمبود پتاسیم نشان داده و عملکرد آنها بیشتر تحت تاثیر قرار میگیرد، زیرا تکامل و رسیدن قوزه آنها در مدت زمان کوتاهتری که مصادف با کاهش فعالیت ریشه میباشد، اتفاق میافتد (Howard et al., ۲۰۰۱). با این حال، در بعضی تحقیقات تفاوتی در بین ارقام با زودرسی متفاوت و دوره بلوغ مختلف مشاهده نشده است (Pettigerw, ۲۰۰۳).
منطقه کردکوی استان گلستان یکی از مناطق مهم پنبهکاری کشور است. با اینکه این اراضی پتاسیم قابل جذب کمی دارند، اما بر اساس تحقیقات صورت گرفته (قرنجیکی و همکاران، ۱۳۹۳)، پاسخ مثبتی نسبت به مقادیر متعارف کود پتاسیم در این اراضی مشاهده نشده است. لذا، این تحقیق به منظور برآورد نیاز کودی سه رقم تجاری پنبه در منطقه مذکور انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات پنبه کارکنده در سال‌های ۸۹-۸۸ انجام شد. نوع خاك محل آزمایش غیر شور و کمی قلیایی با بافت لوم سیلتی می باشد (جدول ۱). آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوکه ای کامل تصادفی با ۱۲ تیمار به اجراء درآمد. هر تیمار آزمایشی در ۶ ردیف ۶ متری و به فاصله بوته‌ای ۲۰×۸۰ سانتیمتر کشت گردید. فاکتور اول این آزمایش شامل سه رقم پنبه ساحل، سپید و گلستان و فاکتور دوم چهار سطح مختلف کود پتاسیم از منبع کلرید پتاسیم بود. سطوح کود پتاسیم شامل ۰، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار K_2O و در ۳ تکرار بود.

برای تعیین مقدار کودهای شیمیایی مورد نیاز، آزمون خاک در هر سال انجام و توصیه کودی بر اساس آن انجام صورت گرفت. بر این اساس، مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره قبل از کشت به خاک اضافه شد. عملیات کاشت، داشت و برداشت با نظر کارشناسی انجام گردید. اندازهگیری‌ها شامل ارتفاع بوته، تعداد قوزه، وزن وش هر قوزه، عملکرد چین اول، عملکرد چین دوم، عملکرد کل و درصد زودرسی بود. اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد از ۲ خط وسط هر تیمار صورت گرفت. محصول وش هر تیمار طی دو نوبت در اواخر شهریور و اوایل آبان برداشت شد. در هنگام جمع آوری محصول وش در چین اول، از هر کرت بطور تصادفی تعداد ۳ بوته انتخاب و میانگین ارتفاع و تعداد قوزه آنها یادداشت گردید. برای اندازه گیری وزن تك قوزه نیز قبل از چین اول از هر کرت به طور تصادفی تعداد ۲۰ قوزه انتخاب و پس از برداشت و توزین محصول وش آنها، میانگین آنها مورد محاسبه قرار گرفت. برای محاسبه درصد زود رسی محصول، از نسبت محصول تولیدی در چین اول به عملکرد کل استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده ازنرم افزار MSTATC انجام ومقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد.

جدول ۱ ـ نتایج تجزیه خاک قطعات آزمایشی در سال‌های ۸۹-۸۸

سال زراعی	EC (dS/m)	pH	کربن آلی (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	بافت خاک
۱۳۸۸	۸۵/۰	۰/۸	۱۶/۱	۹/۷	۱۳۰	SiL
۱۳۸۹	۰۲/۱	۹/۷	۰۸/۱	۴/۸	۱۱۰	SiL

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس دادهها نشان داد تعداد قوزه در بوته، عملکرد چین دوم، عملکرد کل و زودرسی محصول در دو سال زراعی تفاوت معنی‌داری داشت. تاثیر رقم به غیر از عملکرد چین دوم، بر سایر صفات معنیدار بود. تاثیر مقادیر مختلف کود پتاسیم بر تعداد قوزه در بوته و عملکرد کل معنیدار بوده و سایر صفات پاسخی نشان ندادند. اثر متقابل رقم با پتاسیم نیز بر هیچ یک از صفات از نظر آماری معنیدار نبود.

جدول ۲ ـ تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد پنبه (۸۹-۸۸)

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد قوزه در بوته	وزن قوزه (gr)	عملکرد چین ۱ (kg/ha)	عملکرد چین ۲ (kg/ha)	عملکرد کل (kg/ha)	زودرسی (%)
سال	۱	۳۴/۳۶ n.s	۶۸/۵۱ **	۰۵۲/۰ n.s	۲۰۴۸ n.s	۱۸۶۶۳۱۲ **	۱۷۴۴۷۱۲ **	۹/۶۴۲ **
خطای سال	۴	۵۴/۸۳	۹۳۶/۱	۰۷۸/۰	۵۸۷۴۲	۲۷۱۰۵	۳۷۷۱۰	۰۷/۲۲
رقم (A)	۲	۸/۸۹۷ **	۱۷/۳۴ **	۷۲۱/۳ **	۱۷۹۱۵۹۸ **	۷۵۰۳۹ n.s	۱۱۴۰۸۰۶ **	۹/۲۴۹ **
کود پتاسیم (B)	۳	۵۸/۳۰ n.s	۸۵/۲۱ **	۰۷۹/۰ n.s	۴۴۰۸۸۴ **	۵۳۷۲۱ n.s	۵۵۴۶۰۱ **	۹۰/۳۹ n.s
A × B	۶	۶۶/۶۲ n.s	۳۴۱/۵ n.s	۱۵۱/۰ n.s	۱۴۳۲۹۹ n.s	۸۴۴۵۸ n.s	۷۴۹۹۸ n.s	۶۷/۵۳ n.s
اشتباه کل	۴۴	۰/۱۴۳	۴۰۴/۳	۱۲۹/۰	۸۵۴۰۹	۵۲۱۷۴	۱۰۶۹۶۴	۹۲/۲۸
C.V (%)	-	۵۲/۱۱	۴۶/۱۰	۴۳/۶	۴۱/۱۱	۱۱/۱۹	۸۵/۱۰	۸۹/۷

غیر معنی دار *** = در سطح ۵% معنی دار** **** = در سطح ۱% معنی دار** **n.s =**

مقایسه میانگین ارقام پنبه نشان داد ارتفاع بوته ارقام ساحل و سپید بطور معنی‌داری بیشتر از رقم گلستان بوده اما بین دو رقم اول اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تعداد قوزه در بوته ارقام سپید و گلستان بطور معنی‌داری بیشتر از رقم ساحل بود. در این صفت، ارقام سپید و گلستان در یک گروه آماری قرار گرفتند. در مقایسه میانگین وزن قوزه ارقام پنبه، اختلاف بین هر سه رقم از نظر آماری معنیدار بوده و ارقام ساحل و سپید به ترتیب سنگین‌ترین و سبک‌ترین قوزه را داشتند. عملکرد چین اول هر سه رقم اختلاف

معنی‌داری نسبت به یکدیگر نشان داده و بیشترین و کمترین آنها به ترتیب با ارقام گلستان و ساحل بدست آمده و عملکرد چین اول رقم سپید بین آنها قرار داشت. افزایش عملکرد رقم گلستان نسبت به ارقام ساحل و سپید به ترتیب ۴۳۴ و ۲۵۸ کیلوگرم در هکتار بود که معادل ۲/۱۲ و ۹/۶ درصد افزایش را نشان می‌دهد. زودرسی رقم گلستان نیز بطور معنیداری بیشتر از ارقام ساحل و سپید بود.

در مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف پتاسیم، بیشترین تعداد قوزه با سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم بدست آمد. بیشترین عملکرد در چین اول با سطوح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمده و افزایش محصول آن نسبت به صفر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار بود. سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد کل را تولید نمود. این برتری عملکرد نسبت به سطوح کودی صفر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار که کمترین عملکرد کل را داشتند، از نظر آماری معنی‌دار بود. بین دو سطح اول کود پتاسیم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۳ - مقایسه میانگین مرکب تأثیر رقم و مقدار پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه (۸۹-۸۸)

تیمار آزمایشی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد قوزه در بوته	وزن قوزه (gr)	عملکرد چین ۱ (kg/ha)	عملکرد چین ۲ (kg/ha)	عملکرد کل (kg/ha)	زودرسی (%)
سال							
۱۳۸۶	a ۱/۱۰۳	a ۶/۱۸	a ۵۶/۵	a ۲۵۵۶	a ۱۳۵۶	a ۳۹۱۲	b ۱/۶۵
۱۳۸۷	a ۵/۱۰۵	b ۸/۱۶	a ۶۱/۵	a ۲۵۶۷	b ۱۰۳۴	b ۳۶۰۱	a ۱/۷۱
رقم							
ساحل	a ۶/۱۰۸	b ۳/۱۶	a ۰۰/۶	c ۲۳۱۴	a ۱۲۳۹	b ۳۵۵۳	b ۱/۶۵
سپید	a ۹/۱۰۵	a ۹/۱۷	c ۲۱/۵	b ۲۵۱۶	a ۱۲۱۳	b ۳۷۲۹	b ۷/۶۷
گلستان	b ۹/۹۶	a ۷/۱۸	b ۵۵/۵	a ۲۸۵۵	a ۱۱۳۲	a ۳۹۸۷	a ۵/۷۱
کود پتاسیم							
۰	a ۳/۱۰۳	b ۷/۱۶	a ۵۸/۵	c ۲۳۹۰	a ۱۲۱۳	b ۳۶۰۳	a ۴/۶۶
۱۵۰	a ۷/۱۰۴	b ۷/۱۶	a ۵۴/۵	bc ۲۴۷۵	a ۱۱۶۸	b ۳۶۴۳	a ۸/۶۷
۳۰۰	a ۳/۱۰۲	a ۲/۱۸	a ۵۴/۵	ab ۲۶۵۳	a ۱۱۳۷	ab ۳۷۹۰	a ۰/۷۰
۴۵۰	a ۱/۱۰۵	a ۹/۱۸	a ۶۸/۵	a ۲۷۲۹	a ۱۲۶۲	a ۳۹۹۱	a ۳/۶۸

- اعداد در هر ستون که حداقل در یك حرف مشترك هستند، از نظر آماری در یك گروه قرار مي‌گيرند.
- مقادیر کود پتاسیم (K_2O) بر حسب کیلوگرم در هکتار از منبع کلرید پتاسیم می‌باشد.

در مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل، بیشترین ارتفاع بوته آنها از اثر متقابل رقم ساحل در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. اختلاف ارتفاع این تیمار نسبت به اثر متقابل رقم گلستان در سطوح کودی صفر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار بود. تعداد قوزه در بوته اثر متقابل رقم گلستان در سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار در بالاترین گروه آماری قرار گرفته و با اثر متقابل رقم ساحل در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار که کمترین تعداد قوزه در بوته را داشت، تفاوت معنیداری نشان داد. وزن قوزه اثر متقابل رقم ساحل در سطوح کودی ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار در بالاترین گروه آماری قرار گرفته و تفاوت آماری معنی‌داری نسبت به اثر متقابل رقم سپید در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار که کمترین وزن قوزه را داشت، نشان داد.

در عملکرد چین اول، اثر متقابل رقم گلستان در سطوح کودی ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار با عملکرد بیش از ۳ تن در هکتار بیشترین محصول را تولید نمود که اختلاف محصول آنها نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار بود. در این صفت، پایین‌ترین محصول از اثر متقابل رقم ساحل در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. در چین دوم، اثر متقابل رقم سپید در سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین محصول را تولید نمود. اثر متقابل رقم گلستان با سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار و رقم ساحل با سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد کل را داشتند. اثر متقابل رقم گلستان در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار زودرستر از سایر تیمارها شده و نسبت به اثر متقابل چند تیمار دیگر اختلاف آماری معنی‌داری داشت.

جدول ۴ - مقایسه میانگین مرکب اثر متقابل رقم و مقدار پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه (۸۹-۸۸)

تیمار آزمایشی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد قوزه در بوته	وزن قوزه (gr)	عملکرد چین ۱ (kg/ha)	عملکرد چین ۲ (kg/ha)	عملکرد کل (kg/ha)	زودرسی (%)
G_1K_0	ab ۷/۱۰۸	de ۸/۱۵	ab ۸۶/۵	cd ۲۲۳۹	ab ۱۲۷۳	de ۳۵۱۲	c ۹/۶۳
G_1K_1	a ۳/۱۱۳	e ۶/۱۴	a ۰۸/۶	d ۲۱۲۰	ab ۱۱۷۰	e ۳۲۹۰	c ۲/۶۴
G_1K_2	ab ۲/۱۰۶	bcd ۰/۱۷	a ۰۵/۶	bcd ۲۳۵۲	ab ۱۲۷۷	cde ۳۶۲۹	c ۱/۶۵
G_1K_3	ab ۳/۱۰۶	bcd ۸/۱۷	a ۰۰/۶	bc ۲۵۴۶	ab ۱۲۳۸	bcd ۳۷۸۴	bc ۳/۶۷
G_2K_0	ab ۸/۱۰۵	cde ۲/۱۶	bcd ۴۲/۵	bcd ۲۳۸۹	ab ۱۱۵۴	cde ۳۵۴۳	bc ۵/۶۷
G_2K_1	ab ۱/۱۰۷	abc ۴/۱۸	d ۰۳/۵	bc ۲۶۰۶	b ۱۱۴۳	bcd ۳۷۴۹	abc ۸/۶۹
G_2K_2	ab ۰/۱۰۳	ab ۸/۱۸	cd ۱۲/۵	bc ۲۵۶۸	b ۱۰۹۷	b-e ۳۶۶۵	abc ۳/۷۰
G_2K_3	ab ۷/۱۰۷	abc ۴/۱۸	cd ۲۷/۵	bc ۲۵۰۲	a ۱۴۶۰	abc ۳۹۶۲	c ۲/۶۳
G_3K_0	b ۳/۹۵	a-d ۲/۱۸	bcd ۴۵/۵	bc ۲۵۴۰	ab ۱۲۱۳	bcd ۳۷۵۳	abc ۸/۶۷
G_3K_1	b ۷/۹۳	bcd ۱/۱۷	bc ۵۳/۵	b ۲۷۰۰	ab ۱۱۹۲	a-d ۳۸۹۲	abc ۴/۶۹
G_3K_2	ab ۶/۹۷	ab ۸/۱۸	bcd ۴۴/۵	a ۳۰۴۱	b ۱۰۳۶	ab ۴۰۷۷	a ۷/۷۴
G_3K_3	ab ۲/۱۰۱	a ۵/۲۰	ab ۷۸/۵	a ۳۱۳۹	b ۱۰۸۸	a ۴۲۲۷	ab ۳/۷۴

- اعداد در هر ستون که حداقل در یك حرف مشترك هستند، از نظر آماری در یك گروه قرار مي‌گيرند.

K_3 = ۴۵۰ کیلوگرم K_2 = ۳۰۰ کیلوگرم K_1 = ۱۵۰ کیلوگرم K. = صفر کیلوگرم G_3 = گلستان G_2 = سپید G_1 = ساحل - کیلوگرم

- مقادیر کود پتاسیم (K_2O) بر حسب کیلوگرم در هکتار از منبع کلرید پتاسیم می‌باشد.

در طول چند سال اخیر، با معرفی و اصلاح ارقام پرمحصول، عملکرد ارقام زراعی پنبه افزایش چشمگیری داشته است. این افزایش ناشی از اصلاح ارقام به این معنی نیست که بطور مطلق، پتانسیل تولید آنها پیشرفت کرده است، بلکه در خیلی موارد، قابلیت ارقام جدید برای تحمل و سازگاری با تنشهای محیطی زنده و غیرزنده مثل تحمل نسبی به کمبود عناصر غذایی بهبود یافته است. رقم ساحل دارای بیش از ۴۰ سال سابقه کشت به عنوان رقم تجاری در استان گلستان میباشد، اما ارقام سپید و گلستان به ترتیب در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۸ معرفی و نامگذاری شدند. تحقیقات نشان داده است که رقم گلستان دارای سازگاری عمومی و پایداری عملکرد مطلوب و بهتر از دو رقم دیگر میباشد (عالیشاه ۱۳۹۲). نتایج این تحقیق نیز برتری رقم گلستان را اثبات نمود.

در این تحقیق، عملکرد و اجزای عملکرد پنبه نسبت به سطوح پایین پتاسیم که غالباً بر اساس آزمون خاک توصیه میشود، پاسخی مثبتی نشان نداد. معمولاً این نتایج در خاکهایی که تخلیه پتاسیم نشان میدهند، مشاهد میشود، یعنی تأمین پتاسیم برای گیاه در آنها تنها از طریق اضافه نمودن به خاک تأثیر چندانی در افزایش عملکرد محصول ندارد (Howard et al., ۱۹۹۸). بعبارت دیگر، در این خاکها پتاسیم اضافه شده در مکانهای تخلیه شده جایگزین شده و به اصطلاح تثبیت می‌شود. این پتاسیم تثبیت شده معمولاً قابل استفاده گیاه نیست (Sposito, ۲۰۰۸). اما مصرف مقادیر بالاتر کود پتاسیم، مخصوصاً ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم تا حدودی تاثیرگذار بوده و پاسخ نسبی گیاه مشاهده گردید. این نتایج نشان می‌دهد که احتمالاً خاک مقادیر کمتر پتاسیم اضافه شده را قبل از جذب کافی گیاه تثبیت می‌کند، اما با اینکه خاک احتمالاً ظرفیت بالایی برای تثبیت پتاسیم دارد، برای تثبیت مقادیر بیشتر این عنصر نیاز به زمان داشته و در این مدت گیاه از پتاسیمی که هنوز از دسترس آن خارج نشده است، برداشت می‌کند. بنابراین برای تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه در این خاکها یا باید کود پتاسیم بیشتری مصرف شود و یا اینکه از طریق مدیریت‌های دیگری مثل مصرف آمونیوم باید از تثبیت پتاسیم جلوگیری نمود.

منابع

عالیشاه ع، ۱۳۹۲. ژنتیک و اصلاح پنبه. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. تهران.

قرنجیکی، ع.، قجری، ع. و میرقاسمی، س.ج. ۱۳۹۳. پاسخ زراعی سه رقم تجاری پنبه نسبت به سطوح مختلف کود کلرور پتاسیم. اولین همایش ملی دستاوردهای نوین در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

ملکوتی، م.ج. و نفیسی، م. ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی زراعی؛ فاریاب و دیم، انشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

Akhtar M.E., Sardar A., Ashraf M., Akhtar M. and Khan M.Z. ۲۰۰۳. Effect of potash application on seed cotton yield components of selected cotton varieties. Asian J Plant Sci ۲: ۶۰۲-۶۰۴.

Cassman K.G., Roberts B.A., Kerby T.A., Bryant D.C. and Higashi S.L. ۱۹۸۹. Soil potassium balance and cumulative cotton response to annual potassium additions on a vemiculitic soil. Soil Sci Soc Am J ۵۳: ۸۰۵-۸۱۲.

Gormus O. and Yucel C. ۲۰۰۲. Different planting date and potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in Cukurova region, Turkey. Field Crop Res ۷۸: ۱۴-۱۴۹.

Howard D.D., Essington M.E., Hayes R.M. and Percell W.M. ۲۰۰۱. Potassium fertilization of conventional-and no-till cotton. J Cotton Sci ۵: ۱۹۷-۲۰۵.
Howard D.D., Gwathmey C.O., Roberts R.K. and Lessman G.M. ۱۹۹۸. Potassium fertilization of cotton produced on a low K soil with contrasting tillage system. J Prod Agric ۱۱: ۷۴-۷۹.
Makhdum M.I., Pervez H. and Ashraf M. ۲۰۰۷. Dry matter accumulation and partitioning in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as influenced by potassium fertilization. Biol Fert Soils ۴۳: ۲۹۵-۳۰۱.
Pervez H., Ashraf M. and Makhdum M.I. ۲۰۰۴a. Influence of potassium rates and sources on seed cotton yield and yield components of some elite cotton cultivars. J plant Nutr ۲۷: ۱۲۹۵-۱۳۱۷.
Pervez H., Ashraf M. and Makhdum M.I. ۲۰۰۴b. Effects of potassium rates and sources on fiber quality parameters in four cultivars of cotton grown in aridisols. J plant Nutr ۲۷: ۲۲۳۵-۲۲۵۷.
Pervez H., Ashraf M. and Makhdum M.I. ۲۰۰۴c. Influence of potassium nutrition on gas exchange characteristic and water relations in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). photosynthetica ۴۲: ۲۵۱-۲۵۵.
Pettigerw W.T. ۲۰۰۳. Relationships between insufficient potassium and crop maturity in cotton. Agron J ۹۵: ۱۳۲۳-۱۳۲۹.Pettigerw, W. T., J. J. Heitholt, and W. R. Meredith, Jr. ۱۹۹۶. Genotypic interactions with potassium and nitrogen in cotton of varid maturity. Agron. J. ۸۸: ۸۹ - ۹۳.
Reddy K.R. and Zhao D. ۲۰۰۵. Interactive effect of elevated CO_2 and potassim deficiency on photosunthesis, growth and biomass partitioning of cotton. Field Crop Res ۹۴: ۲۰۱-۲۱۳.
Sposito G. ۲۰۰۸. The chemistry of soils, ۲nd editin. Oxford univesrsity press. New York, USA.
Zhao D., Oosterhuis D.M. and Bednarz C.W. ۲۰۰۱. Influence of potassium deficiency on photosynthesis, chlorophyll content and choloroplast ultrastructure of cotton plants. photosynthetica ۳۹: ۱۰۳-۱۰۹.

Abstract

A field experiment was conducted to study yield and yield components response of Sahel, Sepid and Golestan cotton cultivars to various rates of potassium including ۱۵۰, ۳۰۰ and ۴۵۰ kg K_2O/ha. Potassium was supplied by potassium chloride. Results showed the superiority of Golestan cultivar than other cultivars in terms of yield and yield components. Although Potassium fertilizer application up to ۱۵۰ kg/ha had no effect on yield and yield components of cotton, ۴۵۰ kg K/ha increased significantly those traits. While ۳۰۰ kg K/ha increased relatively seed cotton yield, the superiority was not significant compared to lower K rates. Analysis of variance showed any significant interaction between cultivars and potassium rates. It seems that these soils have a high capacity to potassium fixation.

بررسی همدمای جذب سطحی کروم در یک خاک آهکی، متاثر از بهسازهای تثبیت کننده مختلف

محبوب صفاری [۱]، نجفعلی کریمیان [۲]، عبدالمجید رونقی [۲]
۱- دانشجوی دکتری بخش علوم خاک، دانشگاه شیراز ،۲- استاد بخش علوم خاک، دانشگاه شیراز

چکیده
به منظور بررسی توانایی چهار بهساز آلی و غیرآلی شامل بیوچارهای تولید شده از سبوس برنج (در دماهای ۳۰۰ (B۳۰۰) و ۶۰۰ (B۶۰۰) درجه سلسیوس) و خاکستر بادی زغال سنگ (CFA) و آهن صفر ظرفیتی (Fe^0) در دو سطح ۲ و ۵٪ بر همدمای جذب سطحی کروم، نمونه‌های خاک به صورت جداگانه با این بهسازها ترکیب و به مدت ۹۰ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس خوابانیده و سپس جذب سطحی کروم با روش پیمانهسبب افزایش(C F A به استث ن ا ی) ای انجام گرفت. نتایج نشان داد که همه بهسازها در خاکهای تیمار شده نسبت (kd) و ضریب توزیع (b) ظرفیت جذب کروم شدند که این افزایش در مقادیر ثابت معادله لانگمیر به تیمار شاهد مشخص و محرز بود. بطور کلی نتایج بدست آمده نشان داد، کاربرد آهن صفر ظرفیتی بیشترین اثر را بروی جذب کروم داشت، که میتوان از این بهساز به عنوان بهساز تثبیت کننده کروم در خاک های آهکی استفاده کرد.

واژه های کلیدی: بیوچار، خاکستر بادی زغال سنگ، آهن صفر ظرفیتی، کروم، همدمای جذب سطحی

مقدمه
فلزات سنگین، از جمله کروم در غلظت اندک در اغلب خاکها یافت می شود، ولی در صورت تجاوز غلظت آن از حدود مجاز به دلیل ایجاد سمیت های شدید و مزمن به عنوان آلاینده‌بسیار سمی در خاک محسوب‌شود (آکوتو و همکاران،۲۰۰۸). در پالایش آلودگی خاک برد یا تجزیه کرد اما می توان خاکهای آلوده را به محل جدید با فلزات سنگین بمانند آلودگی با مواد آلی نمی توان آلودگی را از بین (خاکبرداری و دفن)، پیشرفت روشهای جایگزین اقتصادیکه کمتر به محیط جابجا کرد. هزینه‌های بالای اصلاح خاك به روش سنتی زیست آسیب میرسانند، مانند تثبیت‌عناصر در خاك، را برانگیخته است. تثبیت شیمیایی یک تکنیک مناسب برای کاهش انحلال آلاینده ها در خاک می باشد. از ویژگی های مهم ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در تثبیت آلاینده های خاک غیرفعال نمودن سریع اثرات سمی فلزات سنگین، برخورداری از تاثیرات دراز مدت، ارزانی و آسانی کاربرد آن ها می باشد. در مطالعات اخیر، تثبیت کروم به تنهایی مورد بررسی قرار نگرفته است و تثبیت آن توسط افزودنیهای مکمل در خاك در کنار سایر آلاینده‌ها بررسی شده است. بررسی کمتر تثبیت کروم در خاك میتواند به دلیل واکنش پایین گونه‌های معمول یافت شده آن در خاك باشد. کروم به شکل متحرك (کروم۶ ظرفیتی) در خاك تمایل دارد در تماس با محیط طبیعی به نوع۳ ظرفیتی خود تبدیل شود. احیای کروم در خاکبر حضور مواد آلی و ظرفیتی به ۶ ظرفیتی در آهن دوظرفیتی شتاب می گیرد. اکسیدهای منگنز بطور معکوس بر تغییر ظرفیت کروم با اکسایش کروم۳ خاك اثر می‌گذارند (کیم و دیکسون، ۲۰۰۲). همچنین مواد قلیایی مانند خاکستر بادی زغال سنگ، هیدروآپاتایتکربنات کلسیم که پ هاش خاك را به بیشتر از حد خنثی افزایش می دهد به اکسایش کروم۳ـظرفیتی به۶ ظرفیتی کمک میکنند (سیمن و همکاران، ۲۰۰۱). این مسئله می تواند باعث تحرك‌پذیری بیشتر کروم شود. با توجه به مقدمه گفته شده، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثرات چهار بهساز مختلف (دو نوع بیوچار تولید شده در دماهای مختلف ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس، آهن صفر ظرفیتی و خاکستر بادی زغالس سنگ) بر جذب سطحی کروم در یک خاک آهکی و معرفی بهترین مدل پیش بینی کننده جذب سطحی کروم در این خاک می باشد.

مواد و روش‌ها
نمونه برداری خاک از افق سطحی (cm۳۰-۰) سری دانشکده واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آن بررسی شد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

خصوصیات	مقدار
سیلت (درصد)	۳۸
رس (درصد)	۳۵
پ هاش خمیر اشباع	۸/۷
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۶۵/۰

ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول (+) بر کیلوگرم)	۸/۱۵
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۵/۳۹
ماده آلی (درصد)	۴/۱
کروم شش ظرفیتی با روش DPC (میلی(گرم بر کیلوگرم	۵/۸
کروم کل (میلی(گرم بر کیلوگرم	۷۶

جهت مطالعه همدماهای جذب سطحی کروم در خاکهای تیمار شده، نمونه خاک تهیه شده به مدت ۳ ماه تحت شرایط رطوبت ظرفیت مزرعه به صورت جداگانه با مقادیر یکسان از بیوچارهای تولید شده از سبوس برنج در دماهای ۳۰۰ (B۳۰۰) و ۶۰۰ (B۶۰۰) در سطوح ۲ و ۵ درصد خوابانیده (Fe) و آهن صفر ظرفیتی(CFA) درجه سلسیوس، خاکستر بادی زغال سنگ شد. برخی از خصوصیات شیمیایی بهسازهای مورد مطالعه در جدول۲ مشاهده می شود. در پایان مدت خوابانیدن یک گرم از هر یک از نمونه های خاك را در بطري‌های پلاستیکی۱ میلي‌لیتری ریخته و با ۳۰ میلي‌لیتر از محلول کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار حاوی سطوح مختلف از کروم (۵۰ تا ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر) از منبع دی کرومات پتاسیم (منبع کروم شش ظرفیتی) به تعادل رسانده شد. تعلیق خاك به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ ± درجه سلسیوس به تعادل رسانده و بعد از رسیدن به تعادل سانتریفیوژ و غلظت هر عنصر با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. مقدار فلزات جذب شده توسط خاکها از تفاوت بین مقدار غلظت اولیه و نهایی فلزات در محلولهای تعادلی تعیین می‌شود. همچنین مدل‌های فروندلیچ، لانگ‌مویر، تمکین، گوناری و ادی هافستی (جدول۳) بر داده‌ها برازش داده و مدل‌هایی که می‌توانند جذب کروم مذکور را توصیف کنند، انتخاب شد.

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی بهسازهای مورد استفاده

نوع بهساز	خصوصیات					
	(%) Bao*	CaO* ((%)	Fe۲O۳* (%)	TiO۲* (%)	Al۲O۳* (%)	(%) SIO۲*
	۱۵/۰	۵۶/۴	۷۳/۶	۹/۰	۳۲/۲۷	۴۷/۴۶
CFA	P۲O۵* (%)	(%) SO۳*	(%) Na۲O*	(%) K۲o*	(%) Mgo*	(%) Sro*
	۶/۴	۶/۴	۸۲/۰	۴۲/۳	۳۲/۲	۱۴/۰
	(%) O**	(%) N**	(%) H**	(%) C**	pH	Mn۳O۴* (%)
	۹۶/۰	۹۲/۳	۳.۸	۶۷	۱/۹	۸۲/۰
	H/C	(%) N**	(%) H**	(%) C**	EC (dS m-۱)	pH
B۳۰۰	۰۵/۰	۵۲/۱	۱۱/۲	۵۷/۴۱	۱/۱۳	۲/۶
B۶۰۰	۰۳/۰	ناچیز	۵۵/۱	۹۹/۴۸	۲/۲۱	۷/۸

X-ray fluorescence (XRF) analyzer اندازه گیری شده بوسیله دستگاه*
CHN analyzer اندازه گیری شده بوسیله دستگاه **

جدول ۳- معادلات همدمای جذب سطحی مورد استفاده

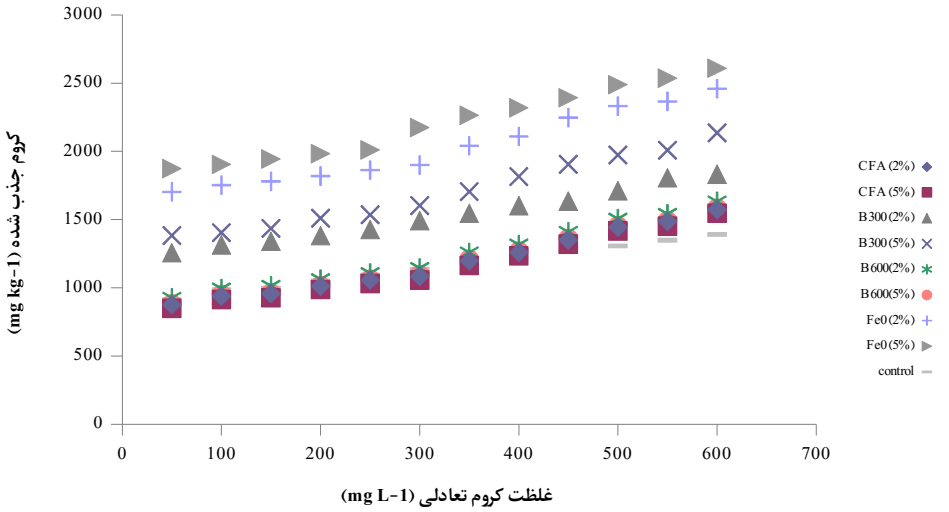
مدل	معادله	ضرایب
خطی فروندلیچ	Log X = Log KF + (۱/n) Log C	KF: ضریب توزیع ($L\ kg^{-1}$)، ۱/n: ثابت فروندلیچ
خطی لانگمیر	C/X = [۱/ (KL b)] + (۱/b)C	KL ضریب لانگمیر ($L\ kg^{-1}$)، b: حداکثر میزان جذب عنصر بروی خاک ($mg\ kg^{-1}$)
تمکین	X= K۱T + K۲T LnC	K۱T و K۲ : ضرایب ثابت جذب تمکین

گونواری	$C/X = K1G + K2G\,C + K3G$ / $C1/2$	K1G، K2G ، K3G : ضرایب ثابت جذب گونواری
ادی-هافستی	$X = bE - X/KEC$	bE: حداکثر جذب ادی-هافستی، KE: ضریب ثابت ادی-هافستی

($mg\ L^{-1}$) و غلظت عنصر در محلول تعادل ($mg\ Kg^{-1}$) به ترتیب مقدار عنصر جذب شده در واحد وزن خاک C و X

نتایج و بحث

تغییرات میزان کروم جذب شده بوسیله خاکهای تیمار شده با بهسازهای مختلف در سطوح مختلف، در شکل ۱ نشان داده شده است. روند بدست آمده از تغییرات همدمای جذب سطحی کروم نشان‌دهید که مقادیر کروم جذب شده با افزایش میزان غلظت کروم تعادلی افزایش نشان میدهد. بر طبق طبقه بندی گیلز (۱۹۷۴)، منحنی ایجاد شده در نمونه S های خاک از نوع ایزوترم جذبی شکل میباشد که این نوع از منحنی نشان میدهد که با افزایش غلظت ماده جذب سطحی شونده در ابتدا شیب افزایش مییابد ولی نهایتا با پر شدن مکانهای جذب سطحی کننده خالی، کاهش یافته و به صفر می رسد. این نوع همدما نشان می دهد که سطح در غلظت های کم تمایل کمی به ماده جذب سطحی شونده دارد و این تمایل در غلظتهای بیشتر افزایش می یابد. همانطور که ملاحظه میشود، اضافه کردن بهسازها سبب افزایش معنی دار شیب منحنی نسبت به تیمار شاهد شده است. بر طبق یافته های بدست آمده از شکل ۱، بهسازهای مورد استفاده در این مطالعه سبب افزایش ظرفیت جذب برای کروم نسبت به تیمار شاهد شده اند.



شکل ۱ - - همدمای جذب سطحی کروم در خاکهای تیمار شده بوسیله بهسازهای مختلف

میانگین مقدار کروم جذب سطحی شده (میلیگرم در کیلوگرم) در غلظت های مختلف مس در محلول در جدول ۴ آمده است. همانگونه که مشاهده می شود در تمام غلظت های کروم در محلول تعادل، بیشترین مقدار کروم جذب شده در حضور تیمار آهن صفر ظرفیتی مشاهده شد. فرایندهای رسوب و جذب کروم در خاک بوسیله فاکتورهای متعددی ازجمله پتانسیل رداکس، وضعیت اکسیداسیون‌پذیری، کانی‌های رسی خاک، وجود یونهای رقیب، عوامل کمپلکس کننده، و سایر فاکتورهای دیگر کنترل میشود (برادل، ۲۰۰۴). این فاکتورها کنترل کننده فرایندهای اجزای کروم در بین بخش جامد و محلول خاک می باشند.

جدول ۴- اثر بهسازهای مختلف بر میانگین مقادیر کروم جذب سطحی شده (میلیگرم در کیلوگرم) در غلظتهای اولیه کروم در محلول

تیمار	غلظت اولیه کروم در محلول (میلی‌گرم در لیتر)										
	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۵۵۰	۶۰۰

CFA	۸۶۳^{C}	۹۲۶/۵^{C}	۹۴۲ ^{C}	۹۹۹ ^{C}	۱۰۴۴ ^{C}	۱۰۷۰/۵^{C}	۱۱۷۹/۹^{C}	۱۲۴۷ ^{C}	۱۳۳۵ ^{CD}	۱۴۳۰/۲^{C}	۱۴۶۹/۲^{C}	۱۵۵۹/۴^{C}
B۳۰۰	۱۳۲ ۰^{B}	۱۳۵۹/۵^{B}	۱۳۸ ۸^{B}	۱۴۴ ۶^{B}	۱۴۸۱ ^{B}	۱۵۴۷/۷^{B}	۱۶۲۵/۵^{B}	۱۷۰۹/۴^{B}	۱۷۶۹/۹^{B}	۱۸۴۲/۵^{B}	۱۹۰۷ ^{B}	۱۹۸۴/۵^{B}
B۶۰۰	۹۰۴/۵^{C}	۹۷۲/۵^{C}	۹۸۸ ^{C}	۱۰۳ ۹^{C}	۱۰۸۵/۵^{C}	۱۱۱۹/۴^{C}	۱۲۳۴/۴^{C}	۱۲۹۲/۷^{C}	۱۳۸۶/۲^{C}	۱۴۸۰/۸^{C}	۱۵۱۶/۵^{B}	۱۶۰۸/۳۵^{B}
Fe·	۱۷۸ ۸^{A}	۱۸۲۸/۵^{A}	۱۸۶ ۲^{A}	۱۹۰ ۱^{A}	۱۹۳۷ ^{A}	۲۰۳۷/۷^{A}	۲۱۵۲/۸^{A}	۲۲۱۴/۳^{A}	۲۳۲۰/۱^{A}	۲۴۱۰/۳^{A}	۲۴۵۱/۵^{A}	۲۵۳۴/۵۵^{A}
Contr ol	۹۱۵^{C}	۹۸۶^{C}	۹۹۸ ^{C}	۱۰۵ ۱^{C}	۱۰۹۵ ^{C}	۱۱۳۶/۵^{C}	۱۱۷۹ ^{C}	۱۲۲۱/۵^{C}	۱۲۶۴ ^{D}	۱۳۰۶/۵^{D}	۱۳۴۹ ^{D}	۱۳۹۱/۵^{D}

اعدادی که در هر ستون در یک حرف بزرگ مشترک هستند طبق آزمون دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشند

میزان احیای کروم شش ظرفیتی بوسیله مواد آلی، با افزایش پ هاش و افزایش غلظت کروم کاهش میابد (برادل، ۲۰۰۴). مقادیر کروم جذب شده در بین نمونه های خاک تیمار شده با بیوچارهای تولیدی در دماهای مختلف در این تحقیق نشان میدهد که بیوچار تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در تمام غلظت های اولیه کروم، میزان جذب بیشتر و معنیداری را نسبت به بیوچار تولید شده در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس از خود نشان داده است. نتایج حاصل از طیف سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز (نتایج در در بیوچار تولید شده در دمای C=O اینجا آورده نشده است) در این تحقیق نشان داد که وجود گروههای کربوکسیلیک و آروماتیک ۶۰۰ درجه سلسیوس نسبت به بیوچار تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس سبب افزایش پ هاش (بواسطه گروههای عامل بازی) این نوع بیوچار و در نتیجه سبب کاهش عملکرد جذب این بیوچار برای تثبیت کروم در مقایسه با تیمار بیوچار تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس شده است.کاهش میزان جذب کروم در نتیجه کاربرد خاکستر بادی زغال سنگ، می تواند به دلیل اثر قلیایت این بهساز و عدم تبدیل این عنر به فرم سه ظرفیتی و تحرک بیشتر را سبب شده باشد. نتایج بدست آمده از معادلات پیش بینی کننده جذب سطحی کروم نشان داد، که معادله گوناری به دلیل داشتن ضریب تبیین بالا و اشتباه استاندارد برآورد پایین نسبت به معادلات دیگر میتواند به عنوان معادله برتر پیش بینی کننده جذب کروم در نمونه خاک های مورد بررسی .شناخته شد (جدول ۵)

جدول ۵- ضرایب، ضریب تبیین، و خطای استاندارد همدمای جذب سطحی کروم بوسیله معادله گوناری

تیمار	K_1	K_2	K_3	R^2	SE	تیمار	K_1	K_2	K_3	R^2	SE
CFA (۲%)	-۰/۱۳۲	-۲/۵۱E-۰۴	۰/۰۲۷	۰/۹۹۶	۰/۰۰۷	**B۶۰۰ (۲%)**	-۰/۱۲۲	-۲/۰۴E-۰۴	۰/۰۲۵	۰/۹۹۷	۰۰۷/۰
CFA (۵%)	-۰/۱۳۸	-۲/۷۷E-۰۴	۰/۰۲۸	۰/۹۹۶	۰/۰۰۸	**B۶۰۰ (۵%)**	-۰/۱۳۰	-۲/۴۴E-۰۴	۰/۰۲۷	۰/۹۹۶	۰۰۷/۰
B۳۰۰ (۲%)	-۰/۰۶۶	-۱/۰۶E-۰۴	۰/۰۱۴	۰/۹۹۹	۰/۰۰۴	**Fe· (۲%)**	-۰/۰۵۹	-۳/۱۲E-۰۵	۰/۰۱۲	۰/۹۹۸	۰۰۴/۰
B۳۰۰ (۵%)	-۰/۰۷۴	-۲/۱۵E-۰۵	۰/۰۱۵	۰/۹۹۸	۰/۰۰۴	**Fe· (۵%)**	-۰/۰۴۲	-۹/۹۱E-۰۵	۰/۰۰۹	۰/۹۹۹	۰۰۲/۰
Control	-۰/۰۷۴	-۱/۸۷E-۰۴	۰/۰۱۶	۰/۹۹۹	۰/۰۰۳						

استفاده از ضریب حداکثر جذب (b) در معادله لانگمیر می تواند به عنوان یک پارامتر مهم، در قابلیت جذب بین خاکهای مختلف برای خاکهای تیمار شده و شاهد به b معرفی شود (بورلینگ، ۲۰۰۳). همانطور که در جدول ۶ مشاهده می شود، مقادیر ترتیب در حدود ۱۷۱۵-۲۷۶۲ و ۱۴۷۶ میلینشان از بالا بودن ظرفیت جذب خاک kd بر کیوگرم بدست آمده است. مقادیر بالای محاسبه شده برای خاکهای تیمار شده و شاهد به ترتیب ۷۷/۱۳- kd برای عناصر دارد (شاهین و همکاران ۲۰۰۹). مقادیر

در خاکهای تیمار شده با آهن صفر ظرفیتی (۵ ٪) مشاهد kd ۳۹/۴۴ و ۸۳/۲۱ لیتر بر کیلوگرم بدست آمد (جدول ۶). حداکثر .در خاکهای تیمار شده بوسیله خاکستر بادی زغال سنگ (۵ ٪) بود kd شد. همچنین حداقل

جدول ۶- ضرایب، ضریب تبیین، و خطای استاندارد همدمای جذب سطحی کروم بوسیله معادله لانگمیر خطی

تیمار	b	KI	Kd	R^2	SE	تیمار	b	KI	Kd	R^2	SE
CFA	۱۷۴۲/۶	۰/۰	۱۴/۳	۰/۹	۰/۰	**B۶۰۰**	۱۷۹۹/۶	۰/۰	۱۵/۶	۰/۹	۰/۰
(۲%)	۱۶	۰۸	۷۴	۴۹	۲۵	**(۲%)**	۹۵	۰۹	۱۴	۵۴	۲۳
CFA	۱۷۱۵/۶	۰/۰	۱۳/۷	۰/۹	۰/۰	**B۶۰۰**	۱۷۵۳/۷	۰/۰	۱۴/۵	۰/۹	۰/۰
(۵%)	۲۲	۰۸	۷۳	۴۶	۲۶	**(۵%)**	۸۸	۰۸	۲۰	۵۰	۲۵
B۳۰۰	۱۹۳۷/۱	۰/۰	۲۹/۲	۰/۹	۰/۰	**Fe°**	۲۶۰۸/۲	۰/۰	۳۶/۳	۰/۹	۰/۰
(۲%)	۷۴	۱۵	۳۵	۸۴	۱۳	**(۲%)**	۰۶	۱۴	۸۹	۷۸	۱۱
B۳۰۰	۲۲۸۱/۴	۰/۰	۲۶/۳	۰/۹	۰/۰	**Fe°**	۲۷۶۲/۵	۰/۰	۴۴/۳	۰/۹	۰/۰
(۵%)	۴۳	۱۲	۷۵	۷۲	۱۴	**(۵%)**	۱۴	۱۶	۹۶	۸۷	۰۸
Control	۱۴۷۶/۶ ۰۹	۰/۰ ۱۵	۲۱/۸ ۳۰	۰/۹ ۸۷	۰/۰ ۱۵						

به طور کلی نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که افزایش بهسازهای مختلف، به استثنای خاکستر بادی زغال سنگ، سبب افزایش جذب کروم در خاک مورد مطالعه شده است، هر چند که آهن صفر ظرفیتی در سطح ۵٪ اختلاف بسیار زیادی از نظر میزان جذب کروم نسبت به تیمار شاهد و سایر نمونه های تیمار شده نشان داده است.

منابع

Akoto, O., Ephraim, J. H., & Darko, G. (۲۰۰۹). Heavy metals pollution in surface soils in the vicinity of abundant railway servicing workshop in Kumasi, Ghana.

Kim, J.G. and J.B. Dixon. ۲۰۰۲. Oxidation and fate of chromium in soils. Soil Sci Plant Nutr. ۴۸(۴): ۴۸۳-۴۹۰.

Seaman, J. C., Arey, J. S., & Bertsch, P. M. (۲۰۰۱). Immobilization of nickel and other metals in contaminated sediments by hydroxyapatite addition. Journal of Environmental Quality, ۳۰(۲), ۴۶۰-۴۶۹.

Giles, C. H., Smith, D., & Huitson, A. (۱۹۷۴). A general treatment and classification of the solute adsorption isotherm. I. Theoretical. Journal of Colloid and Interface Science, ۴۷(۳), ۷۵۵-۷۶۵.

Bradl, H. B. (۲۰۰۴). Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. Journal of Colloid and Interface Science, ۲۷۷(۱), ۱-۱۸.

Borling K. ۲۰۰۳. Phosphorus sorption, accumulation and leaching effect of long-term inorganic fertilization od cultivated soils. Ph.D. diss. Swedish Univ. Agric. Sci., Uppsala.

Shaheen, S. M. (۲۰۰۹). Sorption and lability of cadmium and lead in different soils from Egypt and Greece. Geoderma, ۱۵۳(۱), ۶۱-۶۸.

Abstract

Four amended treatments including organic (rice husk biochars prepared at ۳۰۰ ℃ (B۳۰۰) and ۶۰۰ ℃ (B۶۰۰)) and inorganic amendments (coal fly ash (CFA), zero valent iron (Fe°)) were applied at the rates of ۲ and ۵% (W/W) and incubated for ۹۰ days at ۲۵ ℃ to determine their ability to stabilize chromium (Cr) in Cr-spiked soil. After incubation, adsorption isotherms of Cr were determined using batch experiments. Results indicated that amendments application (Except for CFA) enhanced sorption capacity of soil for Cr as indicated by generally higher "b" values (constants of Longmuir equation) and distribution coefficient (Kd) compared to the control. Fe°-treatment had the highest impact on increasing Cr adsorption capacity, so it can be recommended for the immobilization of Cr from polluted soil.

تعین توزیع و پراکنش عناصر سرب و روی در خاک‌های اطراف معدن باما

حسین شریفی [۱]
۱- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

چکیده
به منظور تعین توزیع و پراکنش عناصر سرب و روی خاکهای اطراف معدن باما نمونه برداری از خاکهای اطراف معدن تا شعاع پنج کیلومتری، در سه جهت و دو عمق مختلف انجام گرفت. پس از تعیین غلظت کل فلزهای سرب، روی، تجزیه و تحلیل آماری داده ها و مقایسه آنها با جدول استاندارد انجام شد. آلودگی خاکها به فلز های سرب، روی تا فاصله ۵۰۰ متری از معدن شدید بود. این آلودگی درسمت غربی معدن به علت نزدیکی به محل آسیاب سنگهای معدنی بیشتر از دو جهت دیگر بود. غلظت روی تا شعاع پنج کیلومتری در محدوده سمیت بود. در فاصله ۱۰۰۰ متری مقدار سرب در آستانه آلودگی و مقدار روی در حد سمیت بود. در فواصل بعدی غلظت سرب کمتر از حد سمیت ولی فراتر از مقدار نرمال قرار داشت. به علت کوهستانی بودن منطقه تاثیر باد غالب در انتشار آلودگی دیده نشد. در نهایت با استفاده از داده های عناصر سرب و روی کل نمونه های خاک به کمک نرم افزار جی - اس GS+ نقشه آلودگی خاکهای اطراف معدن به طور جداگانه برای هر عنصر ترسیم گردید.

کلمات کلیدی: پراکنش، سرب، روی، خاک، معدن باما

مقدمه
در چند دهه اخیر فلزهای سنگین به عنوان آلوده کننده محیط زیست مطرح هستند و باعث اختلال در روند عادی چرخه حیات می شوند. معمولا غلظت این فلزها درسطح خاك کم است، مگراین که جزء مواد مادری بوده و یا دراثر ته نشست های رسوبی و یا رسوبات یخچالی در محیط قرار گرفته باشند (آتیا و دوبویس ۱۹۹۴). درغیر این صورت دراثر فعالیتهای بشر از جمله بهره برداری از معادن و استخراج فلزها به محیط زیست وارد می شوند. آلودگی خاك به این عناصر موجب ورود آنها به زنجیره غذایی و ایجاد سمیت از طریق جذب به وسیله گیاه می گردد (برتی و جاکوبس ۱۹۹۶). و در صورت متحرك بودن فلز از پروفیل خاك شسته شده و باعث آلودگی آبهای زیرزمینی می شود (کیم و همکاران ۱۹۹۷). معدن باما به عنوان سومین معدن بزرگ سرب و روی کشور در ۲۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اصفهان واقع شده است. در حال حاضر بهربرداری از این معدن و وجود عرصه های زراعی و گلخانه ای در مجاورت آن از یک سو و گسترش منطقه مسکونی در نزدیکی آن (فاصله ۵ کیلومتری) از سوی دیگر باعث افزایش نگرانی مردم از آلودگی منابع زیست محیطی مثل خاک شده است به همین دلیل هدف این تحقیق تعین توزیع و پراکنش عناصر سرب و روی خاکهای اطراف معدن باما می باشد.

مواد و روش‌ها
در ابتدا با استفاده از داده های نزدیکترین ایستگاه هواشناسی جهت باد غالب منطقه مشخص و سپس به کمک نرم افزار google earth موقعیت معدن مکان یابی و سه جهت برای نمونه برداری مشخص گردیدند. جهت اول در سمت غربی معدن و خلاف جهت باد غالب به طرف زمینهای زراعی وگلخانه ای، جهت دوم نیز در همان سمت ولی همسوی جهت باد غالب و جهت سوم در سمت شرقی معدن، به طرف منطقه مسکونی و در جهت باد غالب انتخاب گردید، در ضمن در این سمت امکان نمونه برداری خلاف جهت باد غالب به عنوان جهت چهارم به علت برخورد با ناحیه کوهستانی وجود نداشت. بر روی این سه جهت نقاطی به فواصل ۵۰۰ متری تا شعاع ۵ کیلومتری تعیین و پس از استخراج مختصات جغرافیایی آنها، توسط سیستم مکان یاب GPS نقاط مشخص گردیده و از دو عمق صفر تا ۲۰ و ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتری خاک نمونه برداری در سه تکرار انجام شد. نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و پس از گذراندن آنها از الک دو میلیمتری، میزان pH گل اشباع، درصد آهک، بافت، درصد کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی بر اساس روشهای آزمایشگاهی معمول در موسسه خاک و آب تعیین گردید (علی احیائی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲). مقدار کل فلزهای سرب و روی به روش هضم توسط اسید نیتریک و اسید کلریدریک (کارتر ۱۹۹۳ (و قرائت با دستگاه اتمیک اندازه گیری شد.

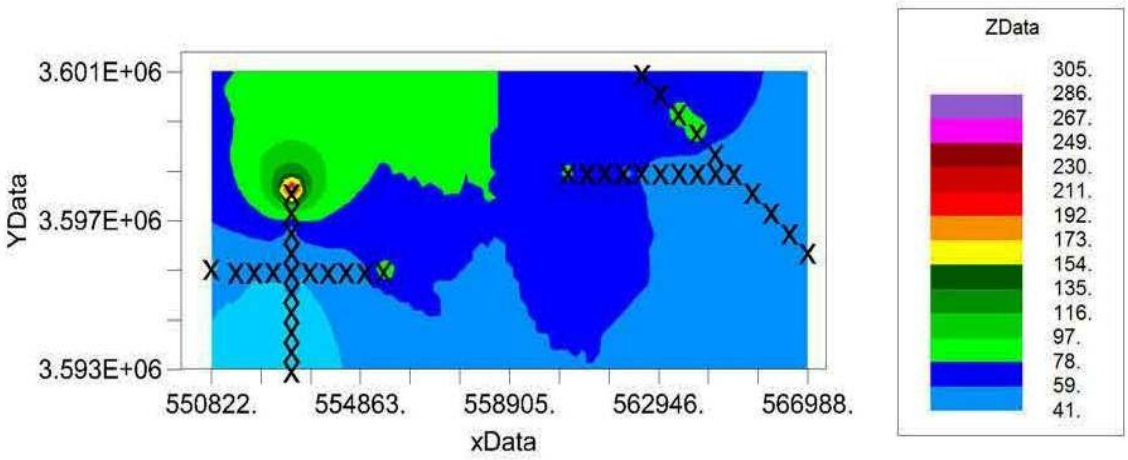
با استفاده از داده های مربوط به غلظت کل عناصر سرب و روی نمونه های خاک و به کمک نرم افزار جی-اس Gs+ (Geostatistics for the Environmental Science) نقشه آلودگی خاکهای اطراف معدن به طور جداگانه برای هر عنصر ترسیم گردید.این نرم افزار کاربرد های گوناگونی از جمله در علوم زمین آمار دارد. اساس کار آن بر مبنای روش میان یابی می باشد. از آن جایی که برای تهیه نقشه آلودگی اطراف معدن به فلزات سنگین، نمونه برداری از تمام نقاط اطراف معدن ممکن نبود، داده های موجود مربوط به غلظت کل عناصر سرب و روی خاک هر نقطه نمونه برداری شده از اطراف معدن به طور جداگانه برای هر عنصر به همراه طول و عرض جغرافیایی آن نقطه وارد نرم افزار (Gs+) گردید. همان گونه که در نقشه های ترسیم شده مشاهده می گردد XData)) طول جغرافیایی، YData)) عرض جغرافیایی و ZData)) غلظت کل عنصر سنگین مربوط به آن نقطه نمونه برداری می

باشد. سپس این نرم افزار با ایجاد شبکه بندی (کریجینگ) بین نقاط معلوم اقدام به میان یابی برای نقاط مجهول نموده و پس از آن با اختصاص یک رنگ به محدوده ای از غلظت فلز مر بوطه که در راهنمای آن نیز می آید نقشه مربوط به غلظت آن فلز را رسم می نماید. نقاط نمونه برداری شده که غلظت فلز در آن نقطه اندازه گیری شده است با علامت × در نقشه مشخص می باشد.

نقشه آلودگی خاکهای اطراف معدن به فلزهای سرب و روی به ترتیب در شکلهای ۱ و ۲ ارائه گردیده است.

نتایج و بحث

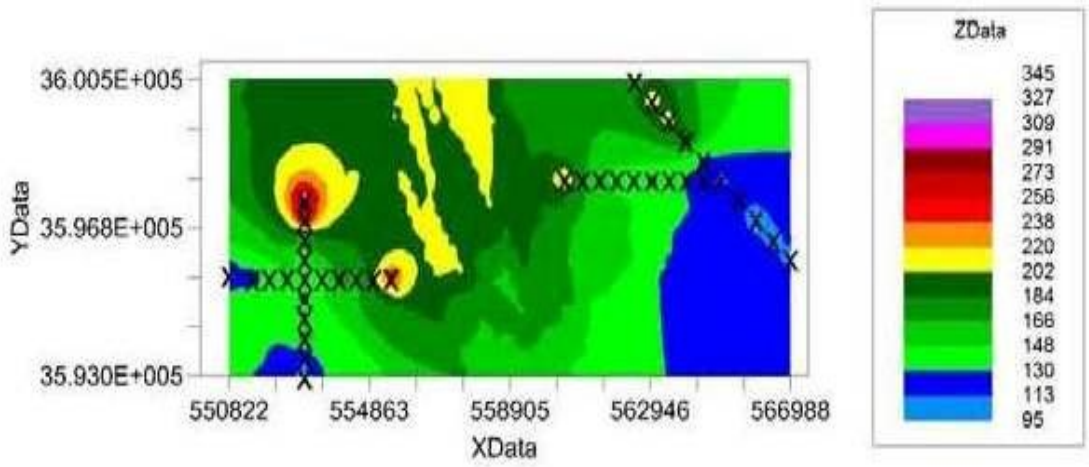
از نتایج بدست آمده و مقایسه اعداد با مقادیر استاندارد (شیلا ، ۱۹۹۶)، می توان نتیجه گیری نمود که فعالیت معدن باعث افزایش فلزهای سنگین سرب و روی خاکهای اطراف آن شده است. بیشترین مقادیر غلظتهای کل سرب (۹۸/۵۸۸)، روی (۵۰/۲۶۴۷) خاک متعلق به نزدیکترین نقطه (۵۰۰ متری) می باشد که با اختلاف چشمگیری از بقیه فواصل و در حد سمیت قرار دارند. این آلودگی تا شعاع ۱۰۰۰ متری از معدن نیز دیده می شود، با آنکه غلظت آنها در این فاصله نسبت به فاصله های قبلی کاهش یافته است ولی هنوز غلظت سرب خاک در آستانه آلودگی و غلظت روی خاک در حد سمیت قرار دارد.



شکل ۱- نقشه آلودگی سرب خاکهای اطراف معدن

Y Data: عرض جغرافیایی **X Data : طول جغرافیایی**

غلظت کل سرب خاک (میلی گرم بر کیلوگرم) **× : نقاط نمونه برداری اطراف معدن Z Data:**



شکل ۲- نقشه آلودگی روی خاکهای اطراف معدن

عرض جغرافیایی : Y Data　　طول جغرافیایی : X Data

غلظت کل روی خاک (میلی گرم بر کیلوگرم)　　× : نقاط نمونه برداری اطراف معدن : Z Data

از فا صله ۱۵۰۰ متری تا شعاع پنج کیلومتری از معدن غلظت سرب خاک بالاتر از حد متوسط و غلظت روی خـاک در حـد سـمیت می باشد. با توجه به اینکه غلظت سمی شدن سرب در خاکها ۱۰۰- ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم است شروع آلودگی به سرب از نقاط سبز تیره به بعد می باشد و از آنجایی که غلظت سمی شدن روی در خاکها ۷۰- ۴۰۰ میلی گرم بر کیلـوگرم اسـت همـه نقـاط مـورد مطالعه در محدوده آلودگی به روی قرار دارند.

منابع

Atteia O, and Dubois JP, ۱۹۹۴. Geostatistical analysis of soil contamination in the Swiss Environmental Pollution, Vol ۸۶, Issue ۳, pp ۳۱۵-۳۲۷.

Berti WR, and Jacob LW, ۱۹۹۶. Chemistry and phytotoxicity of soil trace element from repeated sewage sludge applications. J. Environ. Qual. ۲۵:۱۰۲۵-۱۰۳۲.

Carter MR, ۱۹۹۳. Soil sampling and Method of analysis. Canadian Society of Soil Science, Lewis publishers.

Kim IS, Choi, YS, and Jang, A, ۱۹۹۷. Remediation of polluted soil and sediment .Perspectives and failures. In :Proceedings of First International Conference on Contaminated Restoration, Ljublijan, Slovenia. pp :۸۳-۹۰.

Sheila M T, ۱۹۹۶. Toxic metals in soil-plant system. Jone Wily & Sons. Newyork.۴۶۹p.

Abstract

In order to mapping the zinc and lead distribution in soils of surrounding Bama mine Sampling of soils around mine has a radius of five kilometers, was conducted in three directions and tow depths. After determining the total concentration of metals of lead and zinc, statistical analysis of data and comparing them to the table was done.Lead metal contamination of soils, over a distance of ۵۰۰ meters from the mine was intense. The western side of the mine contamination was higher than the other two side Zinc toxicity was within a radius of five kilometers. At a distance of ۱۰۰۰ meters on the eve of lead pollution and The amount of zinc was in the range of toxicity. In Next distancest concentrations of lead lower than the toxicity but was byond of the normal reng. The effects of prevalent wind on pollution distribution were not observed due to mountainous character of the study area.finally by Gs+ software contamination map of soils around mine were drawn.

تقلیل اثرات تنش رطوبتی بر رشد گیاه ذرت و جذب عنصر پتاسیم با مصرف اسید هومیک

رضا خراسانی [۱]، مریم رحمانی اصل [۲]، امیر فتوت [۱]، علیرضاکریمی [۱]
۱-دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد گروه علوم خاک، ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده
کاربرد اسید هومیک می‌تواند اثرات تنش رطوبتی بر گیاه را کاهش داده و منجر به رشد و نمو بهتر شود. این تحقیق با هدف بررسی تاثیر مقادیر مختلف اسید هومیک بر رشد گیاه ذرت و جذب عنصر پتاسیم در قالب طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه سطح رطوبتی (۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) و سه سطح اسید هومیک (صفر، ۵/۲ و ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که کاهش رطوبت، وزن خشک و جذب عنصر پتاسیم را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد اسید هومیک با بهبود خصوصیات خاک و گیاه و همچنین افزایش جذب پتاسیم و بهبود نظام آبی گیاه می‌تواند اثرات سوء تنش خشکی را کاهش داده و سبب بهبود خصوصیات رشدی گیاه در شرایط کمبود آب شوند.

واژه های کلیدی: اسید هومیک؛پتاسیم، تنش رطوبتی؛ ذرت؛ نظام آبی

مقدمه
سهم ذرت درتأمین غذای انسان ۲۰ تا ۲۵ درصد است. کمبود رطوبت یکی از عوامل محدودکننده رشد ذرت به شمار می‌رود. تنش رطوبتی می‌تواند از یک یا چند فعالیت فیزیولوژیکی مانند تعرق، فتوسنتز، طویل شدن بافت و اندام و یا فعالیت‌های آنزیمی سلول ممانعت نموده و یا حتی باعث توقف آن شود (Loon x. ,and Van C. D. ۱۹۸۱). تنش رطوبتی علاوه بر اثر منفی بر عملکرد، باعث بروز یا تشدید سایر تنش‌ها به خصوص تنش کمبود عناصر غذایی برای گیاه می‌شود. رطوبت در جذب عناصر معدنی مورد نیاز گیاه موثر است. اسید هومیک یک ترکیب پلیمری طبیعی است که می‌تواند ظرفیت نگهداشت رطوبت خاک را افزایش و تعداد دفعات آبیاری را کاهش دهد (Stevenson F. J. ۱۹۹۴). رنگروکیج و پارتیدا (۲۰۰۳) نیز اظهار داشتند که اسید هومیک از طریق گسترش بهتر ریشه باعث افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود و در نتیجه مقاومت گیاه به تنش را افزایش می‌دهد(Rengrudkij P. h. and Partida G. J. ۲۰۰۳). از طرفی دیگر عنصر پتاسیم از طریق تاثیر بر عملکرد روزنه ها تأثیر مهمی بر نظام آبی گیاه دارد.
این آزمایش با هدف بررسی اثر اسید هومیک و بر رشد و نمو گیاه و جذب عنصر پتاسیم در گیاه ذرت به منظور بررسی امکان کاهش خسارات ناشی کمبود آب اجرا گردید.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه تکرار به صورت گلدانی در گلخانه تحقیقاتی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تنش رطوبتی در سه سطح، ۱۰۰ (T۰)، ۷۰ (T۱) و ۴۰ (T۲) درصد ظرفیت زراعی و اسید هومیک با خلوص ۷۵ درصد (ساخت ایتالیا) در سه سطح صفر (H۰)، ۵/۲ (H۱) و ۵ (H۲) میلی‌گرم بر کیلوگرم اعمال شدند. مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی به دو روش وزنی و صفحات فشاری به‌دست آمد و پس از آماده‌کردن گلدان‌ها تیمارهای رطوبتی براساس آن‌ها اعمال شد. تعداد ۴ بذر ذرت در هر گلدان کاشته شد که بعد از جوانه زدن به دو گیاه تقلیل پیدا کرد. آبیاری تا تامین رطوبت خاک به حد FC انجام شد. به مدت دو هفته آبیاری در تمام تیمارها یکسان بود و اعمال تیمار تنش رطوبتی بعد از استقرار کامل بوته (در مرحله دو برگی) انجام شد. برای رفع کمبود عناصر غذایی در خاک نیتروژن، فسفر و پتاسیم براساس آزمون خاک قبل از کاشت به گلدانها داده شد. در طول دوره رشد، آبیاری با آب مقطر برای اعمال تیمارهای رطوبتی توسط توزین انجام شد (وزن گیاه از اطلاعات تحقیق مشابه انجام شده در خاک مورد آزمایش تخمین زده شد). بعد از گذشت حدود ۲ ماه، گیاه ذرت برداشت شد و پارامترهای وزن خشک و عنصر پتاسیم در گیاه و خاک اندازه‌گیری شد. در نهایت تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار آماری MSTAT-Cو مقایسه میانگین‌ها به روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح (P<۰.۰۵) انجام شد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

بافت خاک	pH	EC (dS m^{-1})	K mg kg^{-}	OC (%)	$CaCO_3$ (%)
		(۱)			

۳/۱۵	۷۹/۰	۱۵۴	۶/۱	۷/۷

لوم رسی شنی

نتایج و بحث

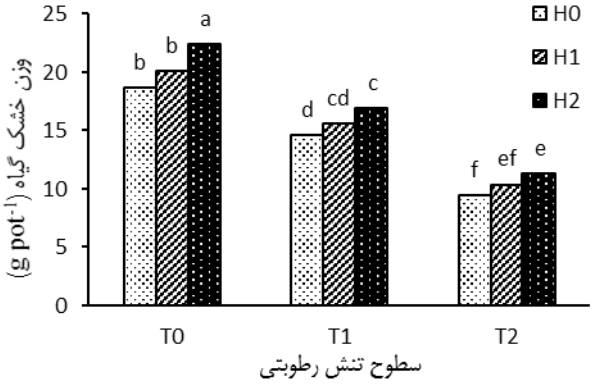
همانطور که انتظار می رفت اعمال تنش رطوبتی باعث کاهش معنی‌دار رشد و نمو در گیاه شد (جدول ۲). وزن خشک گیاه در تیمار T_2 نسبت به .T به نصف کاهش پیدا کرد. این کاهش رشد با کاهش جذب پتاسیم همراه بود (جدول ۲). روند کاهش جذب پتاسیم توسط گیاه تقریباً مشابه روند کاهشی وزن خشک گیاه بود. کم شدن رطوبت خاک می‌تواند باعث کاهش جذب عناصر از جمله پتاسیم شود (Sangeetha, M. et al,). در بررسی برهمکنش تنش رطوبتی و اسید هومیک (شکل ۱) بر وزن خشک گیاه، بیشترین وزن خشک در تیمار T۰H۲ و کمترین آن در تیمار T۲H۰ مشاهده شد، تنش رطوبتی به ترتیب باعث کاهش ۱/۲۳ و ۱/۴۹ درصدی وزن خشک در سطح ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی در مقایسه با شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) شد. کاهش تعرق و فتوسنتز، اختلال در فرآیندهای جذب و انتقال عناصر غذایی از عوامل احتمالی کاهش عملکرد در شرایط تنش رطوبتی می‌باشد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج جوز و همکاران (۲۰۰۶) مبنی بر این که تنش رطوبتی می‌تواند تولید ذرت را حدود ۳۷ تا ۷۹ درصد در مقایسه با شرایط بدون تنش کاهش دهد، مطابقت دارد (Jose O. P. et al, ۲۰۰۶).

جدول ۲ . اثرات ساده تنش رطوبتی بر وزن خشک گیاه و جذب عنصر پتاسیم

تیمارها	وزن خشک گیاه (g pot^{-1})	جذب پتاسیم (mg plant^{-1})
T.	۴۰/۲۰^{a}	۴/۱۸۸^{a}
T_1	۶۸/۱۵^{b}	۵/۱۴۷^{b}
T_2	۳۸/۱۰^{c}	۵۹/۹۹^{c}

.حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است
درصد ظرفیت زراعی ۴۰ :T2 ،درصد ظرفیت زراعی ۷۰ :T1 ،درصد ظرفیت زراعی ۱۰۰ :T۰

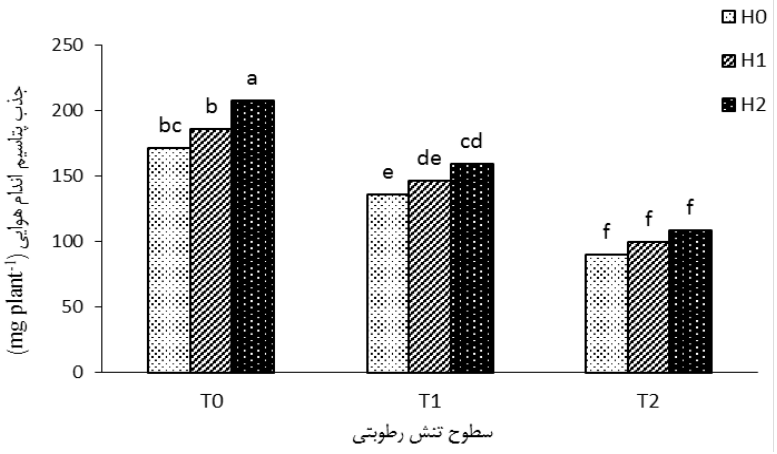
کاربرد اسید هومیک در همه سطوح تنش رطوبتی سبب افزایش وزن خشک گیاه شد (شکل ۱)، ولی تنها کاربرد سطح ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم آن نسبت به شاهد (سطح صفر اسید هومیک) معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد اسید هومیک توانسته است از طریق بهبود خصوصیات خاک، گسترش سیستم ریشه و افزایش فراهمی عناصر غذایی در طول تنش، تا حدودی اثرات تنش را خنثی کرده و باعث بهبود رشد گیاه در شرایط تنش شود. اسماعیل و کاردوش (۲۰۱۱) گزارش کردند که کاربرد اسید هومیک در شرایط تنش رطوبتی، ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، ضخامت ساقه، وزن تر و خشک برگ‌ها، ریشه‌ها و ساقه‌ها را در مقایسه با شاهد افزایش داد(Ismail O. M. and Kardoush M. ۲۰۱۱).



شکل ۱- اثر برهمکنش اسید هومیک و تنش رطوبتی بر وزن خشک گیاه
سطح ۵/۲ میلی‌گرم بر :H1 ،سطح صفر اسید هومیک :H۰ ،درصد ظرفیت زراعی ۴۰ :T2 ،درصد ظرفیت زراعی ۷۰ :T1 ،درصد ظرفیت زراعی ۱۰۰ :T۰)
(سطح ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید هومیک :H2 ،کیلوگرم اسید هومیک

در برهمکنش تنش رطوبتی و اسید هومیک (شکل ۲) بیشترین جذب پتاسیم در تیمار TOH۲ و کمترین آن در تیمار T۲H۰ مشاهده شد. در تیمار بدون تنش رطوبتی اسید هومیک جذب پتاسیم اندام هوایی را نسبت به شاهد در سطح مصرف ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به طور معنی‌داری افزایش داد. این روند در تنش کم رطوبتی (T1) نیز پا بر جا بود. ایهراگویبل و همکاران، (۲۰۰۸) نشان دادند جذب پتاسیم با مصرف اسید هومیک در گیاه ذرت افزایش یافت (Eyheraguibel B., et al, ۲۰۰۸). همچنین، این نتایج با

یافته‌های زنگ و براون (۲۰۰۰) مبنی بر کاهش جذب پتاسیم تحت تاثیر تنش کمبود آب، مطابقت دارد(Zeng, Q., and Brown, P. H. ۲۰۰۰). این روند افزایشی جذب پتاسیم در سطح رطوبت ۴۰ درصد (T۲) معنی‌دار نبود.

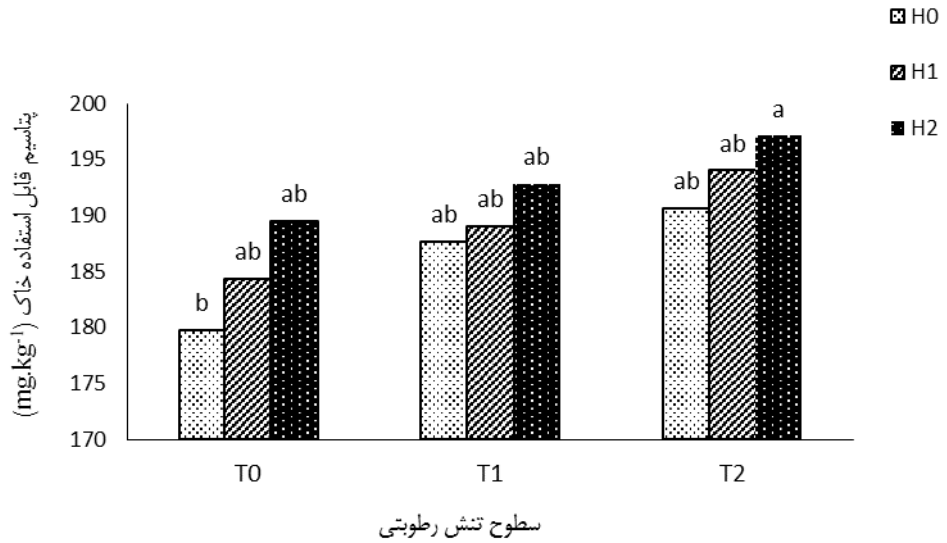


شکل ۲. اثر برهمکنش اسید هومیک و تنش رطوبتی بر جذب پتاسیم اندام هوایی گیاه
سطح ۵/۲ :H۱ ،سطح صفر اسید هومیک :H۰ ،درصد ظرفیت زراعی ۴۰ :T۲ ،درصد ظرفیت زراعی ۷۰ :T۱ ،درصد ظرفیت زراعی ۱۰۰ :T۰)
(سطح ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید هومیک :H۲ ،میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید هومیک

یکی از عوامل مؤثر بر افزایش میزان جذب پتاسیم با مصرف اسید هومیک می‌تواند افزایش فرم قابل استفاده پتاسیم خاک باشد. برای این منظور میزان فرم قابل استفاده پتاسیم خاک با مصرف اسید هومیک در سطوح مختلف تنش رطوبتی در شکل ۳ مورد کنکاش قرار گرفت. روند صعودی که در همه تیمارهای رطوبتی مشاهده می‌شود، از نظر آماری فقط در تیمار (T۰) معنی‌دار است. به طوری که مصرف ۵ میلی‌گرم برکیلوگرم اسید هومیک می‌تواند میزان پتاسیم قابل استفاده خاک را حدود ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم در تیمار بدون تنش رطوبتی افزایش دهد. لذا شاید بتوان گفت دلیل افزایش جذب پتاسیم در اثر مصرف اسید هومیک، بخصوص در شرایط تنش رطوبتی نمی‌تواند افزایش زیاد فرم قابل استفاده پتاسیم در خاک باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تنش رطوبتی، وزن خشک گیاه و جذب پتاسیم را در اندام هوایی ذرت کاهش داد. مصرف اسید هومیک از طریق تعدیل اثرات منفی تنش رطوبتی باعث افزایش این دو پارامتر شد. یکی از عوامل مؤثر در افزایش رشد و نمو گیاه با مصرف اسید هیومیک، می‌تواند بهبود نظام آبی گیاه به واسطه جذب بیشتر پتاسیم از خاک باشد. افزایش فرم قابل استفاده پتاسیم خاک با مصرف اسید هومیک نمی‌تواند عامل مؤثری در جذب پتاسیم بویژه در شرایط تنش رطوبتی باشد. لذا باید علت اثر مثبت اسید هومیک بر رشد و نمو گیاه ذرت و جذب پتاسیم در شرایط کمبود رطوبت را در عوامل دیگر از جمله عوامل گیاهی جستجو کرد. البته برای توصیه مناسب کاربرد اسید هومیک با توجه به مشکلات تعیین خلوص آن باید به نکات مهم آن توجه داشت.



شکل ۳. اثر برهمکنش اسید هومیک و تنش رطوبتی بر پتاسیم قابل استفاده خاک پس از برداشت گیاه
سطح ۵/۲ :H۱، سطح صفر اسید هومیک :H۰، درصد ظرفیت زراعی ۴۰ :T۲، درصد ظرفیت زراعی ۷۰ :T۱، درصد ظرفیت زراعی ۱۰۰ :T۰)
(سطح ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید هومیک :H۲، میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید هومیک

منابع

Eyheraguibel B., Silvestre J. and Morard P. ۲۰۰۸. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize, Bio resource Technology, ۹۹: ۴۲۰۶-۴۲۱۲.

Ismail O. M. and Kardoush M. ۲۰۱۱. The impact of some nutrients substances on germination and growth seedling of Pistacia vera I. Australian J. Basic and Applied Sciences, ۵: ۱۱۵-۱۲۰.

Jose O. P., Melvin S. R., Innak S. and Tarkalson D. ۲۰۰۶. Yield response of corn to deficient irrigation in semiarid climate, Agricultural Water Management, ۸(۴): ۱۰۱-۱۱۲.

Loon x., and Van C. D. ۱۹۸۱. The effect of water stress on potato growth, development, and yield. American Potato Journal, ۵۸:۵۱-۶۹.

Rengrudkij P. h. and Partida G. J. ۲۰۰۳. The effects of humic acid and phosphoric acid on grafted Hass avocado on Mexican seedling rootstocks, Actas V Congreso Mundial Del Aguacate, pp. ۳۹۵-۴۰۰.

Sangeetha, M., Singaram, P., and Uma Devi, R. ۲۰۰۶. Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability. International Union of Soil Science. ۲۱: ۱۶۳.

Stevenson F. J. ۱۹۹۴. Humus Chemistry: Genesis, composition, reactions, ۲nd edition, John Wiley and Sons, Inc, New York.

Zeng, Q., and Brown, P. H. ۲۰۰۰. Soil potassium mobility and uptake by corn under differential soil moisture regimes. Plant and Soil, ۲۲: ۱۲۱–۱.

Abstract

Humic acid decreases water stress effects on plant and improving the plant growth This experiment was carried out as a factorial completely randomized design with three replications. Experimental treatments included three levels of water stress (۱۰۰, ۷۰ and ۴۰ percent of field capacity), three levels of humic acid (۰, ۲.۵ and ۵ mg kg^{-1}). Results indicated that water stress decreased the shoot dry weight and potassium uptake, significantly. It seems that humic acid by increasing potassium uptake and water regime of plant could decrease negative effects of water stress and improved growth properties under water deficit condition.

بررسی تاثیر گوگرد و فسفر برعملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم

سعید سلیم پور [۱]، کاظم خاوازی [۲] و هادی اسدی رحمانی [۲]
۱-عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد، ۲- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب ۲- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده:
با توجه به اهمیت مصرف متعادل و بهینه کودهای فسفر ه و استفاده از فسفر باقیمانده و تثبیت شده در خاک و به منظور بررسی تاثیر گوگرد بر جذب گیاه و خصوصیات اصلاحی خاک و میزان جذب عناصر غذایی بخصوص فسفر خاک توسط گیاه گندم، تحقیقی در قالب آزمایش فاکتوریل در طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۴ سطح گوگرد و ۳ سطح فسفر جمعاً ۱۲ تیمار در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول به مورد اجرا قرار گرفت. نتایج این تحقیق حاکی از تاثیر مثبت گوگرد و فسفر در عملکرد محصول گندم و تاثیر متقابل کودهای گوگردی و فسفری بر افزایش فسفر قابل جذب و عناصر غذایی گیاه از جمله آهن و روی در گندم می باشد. همچنین با مصرف گوگرد تغییر قابل ملاحظه ای بر میزان شوری و pH خاک مشاهده نگردید.

واژه های کلیدی: خاک، گوگرد، فسفر، گندم، اسیدیته

مقدمه:
فسفر و گوگرد در میان عناصر غذایی جزء مهم ترین عناصر برای رشد و تولید عملکرد گیاه می باشند. تنها ۱تا ۵/۲ درصد از فسفر در خاک می تواند توسط گیاهان جذب شود و بسیاری از منابع فسفر خاک یا نامحلول هستند و یا تبدیل به ترکیبات نامحلول می شوند(چن و همکاران، ۲۰۰۸). علاوه بر این مقادیر ناکافی از فسفر می تواند رشد گیاه از جمله رشد ریشه را محدود کند(کاناکو و همکاران، ۲۰۰۴؛ میر انصاری و همکاران، ۲۰۰۷). استفاده از کود فسفر بیش از حد برای گیاهان، نه مقرون به صرفه است و نه از نظر سازگاری با محیط زیست توصیه می شود (دل کامپیلو و همکاران، ۱۹۹۹). گوگرد یک عنصر اصلی برای گیاهان و میکروارگانیسم ها است که چنانچه با باکتری های اکسید کننده سولفور توأم شود می تواند pH خاک را کاهش دهد. در نتیجه اکسیداسیون گوگرد و کاهش pH خاک در خاکهای آهکی، حلالیت عناصر غذایی از جمله فسفر افزایش می یابد(میر انصاری و اسمیت، ۲۰۰۷؛ سلیم پور و همکاران، ۲۰۱۰). امروزه به دلایلی چون افزایش برداشت گوگرد از خاك بدلیل استفاده از واریته‌های با عملکرد بالا، کاهش مصرف گوگرد، نیاز بالای گیاهان روغنی کمبود این عنصر روز به روز در جهان افزایش یافته است(تاندون ۱۹۹۵). مشکل عمده‌ای که بعد از مصرف گوگرد کشاورزی به خاکهای زراعی مطرح می‌گردد اکسیداسیون گوگرد و تبدیل‌آن به سولفات می‌باشد. این امر با کمك باکتریهای تیوباسیلوس که در شرایط هوازی در خاك زندگی می‌کنند امکان پذیر است. گوگرد، به دلیل ظرفیت اکسیده شدن و تولید اسید سولفوریك، می تواند پتانسیل لازم برای کاهش pH خاك را در منطقه کوچکی از فضای ریزو سفر، و انحلال ترکیبات غذایی نامحلول و آزاد شدن عناصر ضروری موثر را واقع شود (بشارتی و همکاران ۱۳۷۸، عبادی ۱۳۶۵). اثرات مفید کاربرد گوگرد در خاکهای زیر کشت، مانند افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی توسط محققین بسیاری اثبات شده است(روزا و همکاران ۱۹۸۹، سی لوکانته و لیندمان ۱۹۹۳، کاپلان و آرمان ۱۹۹۸). کلباسی و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کرده اند اثر گوگرد را بر عملکرد محصول و مقدار جذب آهن، منگنز و روی توسط ذرت سورگوم و سویا، مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بدست آمده نشان داد که ضمن افزایش معنی‌دار عملکرد محصول، pH خاك کاهش و مقدار آهن، منگنز و روی قابل جذب خاك افزایش یافت. همچنین مقدار جذب آهن و روی توسط گیاه افزایش و مقدار جذب منگنز کاهش یافت

مواد و روشها:
به منظوربررسی تاثیر گوگرد و مایه تلقیح باکتریهای اکسید کننده گوگرد(تیوباسیلوس) و فسفر بر عملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم تحقیقی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مؤرعه آزمایشی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول اجراء گردید. تیمارهای طرح شامل مصرف گوگرد به همراه باکتریهای اکسید کننده گوگرد در ۴ سطح: ۱-شاهدبدون مصرف گوگرد(S۰)، ۲- مصرف گوگرد به میزان ۵۰۰ کیلوگرم در هکتارتوأم با مصرف تیوباسیلوس به میزان ۱۰ کیلو گرم در هکتار(S۱)، ۳-مصرف گوگرد به میزان ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتارتوأم با مصرف تیوباسیلوس به میزان ۲۰ کیلو گرم در هکتار(S۲) و ۴-مصرف گوگرد به میزان ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتارتوأم با مصرف تیوباسیلوس به میزان ۴۰ کیلو گرم در هکتار(S۳) و فاکتور مصرف کود سوپر فسفات تریپل در ۳ سطح: ۱-شاهد بدون مصرف کود سوپر فسفات تریپل (P۰)، ۲-مصرف کود سوپر فسفات تریپل بر اساس آزمون خاک(P۱) و ۳- مصرف کود سوپر فسفات تریپل به میزان ۶۵ درصد مقدار تیمار قبل(P۲)، جمعاً ۱۲ تیمار می باشند. بر این اساس و با توجه به مقدار فسفر خاک محل آزمایش (جدول ۱)، کود سوپر فسفات تریپل توصیه شده بر اساس آزمون خاک ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار محاسبه شد. جهت اجرای این تحقیق، مزرعه آزمایشی به گونه ای انتخاب شد که فسفر خاک آن زیر

حد بحرانی باشد(بلالی و همکاران ۱۳۷۹). قبل از اعمال تیمارهای آزمایشی نمونه خاک مرکب تهیه و خصوصیات فیزیکو شیمیایی آن در آزمایشگاه خاک تعیین گردید.(جدول ۱)

جدول۱: خصوصیات فیزیکوشیمیائی خاك قبل از اعمال تیمارهای آزمایشی

Ec ds/m	PH	درصد o.c	درصد T.N.V	میلی گرم در کیلوگرم				بافت
				P	K	Fe	Zn	
۵/۱	۷/۷	۸/۰	۴۴	۸	۱۵۰	۱۲	۲/۱	کلی لوم با ۳۱ درصد رس

سپس تیمارهای آزمایش در کرت هایی به مساحت ۳۰ متر مربع شامل ۴ پشته کاشت به فاصله ۷۵ سانتیمتر، طول کرت ۱۰ متر و عرض کرت ۳ متر، در ۳ تکرار و فواصل ۵ متری بین تکرارها اجراء گردید. تیمارهای گوگرد از منبع گوگرد گرانوله تولیدی پژوهشگاه نفت و تیمارهای فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل مصرف شد. در تیمارهای گوگردی، ابتدا گوگرد با باکتری تیوباسیلوس به خوبی مخلوط و سپس به همراه تیمارهای کودی سوپر فسفات تریپل به کرت های مورد نظر اضافه شدند. در تمامی کرت ها بطور یکنواخت و یکسان کود اوره برمبنای توصیه ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار برای گندم در سه نوبت ۳/۱ زمان کاشت، ۳/۱ زمان پنجه زنی و ۳/۱ زمان ساقه رفتن مصرف شد. پس از توزیع کلیه کودها در کرتها و احداث جوی و پشته ۷۵ سانتی متری، روی هر پشته، ۳ خط کاشت بذر گندم رقم چمران با دستگاه پلانتر آزمایشی مخصوص غلات کشت و بلافاصله آبیاری توسط سیفون انجام شد. در زمان داشت پارامترهای مورد نیاز، نظیر تاریخ سبز شدن، ساقه رفتن، تعداد پنجه، تعداد خوشه، طول خوشه و سایر یادداشت برداریها ثبت گردید. قبل از گرده افشانی از برگ های پرچم نمونه برگ تهیه و عناصر غذایی شامل فسفر، روی و آهن اندازه گیری شد. زمان برداشت از دو پشته وسط و با حذف یک متر از ابتدا و انتها، گندم برداشت و پارامترهای عملکرد دانه و کاه و وزن هزار دانه اندازه گیری و کلیه نتایج پس از ثبت، توسط نرم افزار های آماری MSTATC و Excell تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث:

اثر متقابل گوگرد و فسفر بر عملکرد محصول :

اثر متقابل تیمارهای گوگرد و فسفر بر عملکرد دانه و کاه گندم و همچنین بر عناصر غذایی گیاه از جمله گوگرد، فسفر و آهن برگ گندم تفاوت معنی داری آماری را نشان داد(جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس فاکتور گوگرد نشان داد که با افزایش سطوح گوگرد(صفر تا ۲۰۰۰ کیلو گرم در هکتار) و سطوح فسفر (سطح ۶۰ درصد توصیه بر اساس آزمون خاک) محصول گندم افزایش می یابد.

جدول۳: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد آزمایش گوگرد و فسفر در گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)						
		عملکرد محصول	عملکرد کاه	وزن هزار دانه	گوگرد برگ	فسفر برگ	آهن برگ	روی برگ
تکرار	۲	۷۷/۱۳۶۸۲۱ ns	۷۷/۲۸۱۰۸۵ ns	۳۱۵/۴ ns	۳۰۶/۰**	۹۲/۱۱ ns	۰۸۳/۳۵۲ *	۵۷/۱۹ ns
فاکتور گوگرد	۳	۷۶/۴۶۷۳۵۶**	۴۰/۱۴۵۸۶۱۱ **	۶۲/۰**	۰۵۸/۰ ns	۹۵/۳**	۵۵/۲۰۵۵ **	۴۴/۴۲ ns
فاکتور فسفر	۲	۳۶/۲۵۱۵۵۶۷ **	۴۴/۳۳۴۶۱۸۸ **	۷۰۵/۲ ns	۰۲۱/۰ ns	۱۳/۱۹**	۵۸/۱۲۶۴ **	۲۱/۳۲ ns
گوگرد در فسفر	۶	۶۵/۸۷۲۶۲۷**	۴۰/۱۱۸۷۸۷۱ **	۶۸۸/۰ ns	۱۳۸/۰*	۶۶/۳**	۹۱/۳۳۲۲ **	۶۸/۳۹ ns
خطا	۲۲	۱۷/۲۶۹۸۰	۸۹/۷۴۵۳۷	۴۴۸/۰	۰۳۸/۰	۵۶/۳	۵۶/۱۰۰	۷۲/۸
ضریب تغییرات		۵۷/۳	۴۶/۵	۱۶/۱	۳۲/۱۸	۹۴/۶	۶۹/۶	۰۳/۱۳

%غیر معنی دار *: معنی دار در سطح ۵% **: معنی دار در سطح ۱:: ns

بیشترین عملکرد محصول دانه و کاه گندم به ترتیب با ۵۶۱۵ و ۶۰۲۷ از اثر متقابل گوگرد و فسفر با مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد و ۶۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل (S2P2) حاصل گردید(جدول ۲). نتایج مشاهدات در مزرعه نشان داد که با مصرف بیشتر

گوگرد(تیمار ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) در برگ های اولیه گندم در مرحله پنجه زنی، سوختگی برگ در حد کمی قابل مشاهده است. لذا توصیه مصرف گوگرد در مزارع گندم کمتر از ۲۰۰۰ کیلوگرم مورد نظر است. این توصیه با نتایج بدست آمده در تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد مطابقت دارد.

هر چند که با مصرف بیشتر گوگرد در تیمار ۲۰۰۰ کیلو گرم در هکتار، میزان گوگرد برگ پرچم در گیاه گندم(با ۴۵/۱ درصد) افزایش یافت ولی مقادیر متعادل گوگرد و فسفر و آهن برگ پرچم به ترتیب با ۱/۱ درصد و ۳۱/۰ درصد و ۱۸۵ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم و ۶۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل مشاهده گردید(جدول ۲).

اثر متقابل گوگرد و فسفر بر خصوصیات شیمیایی خاک:

نتایج آنالیز نمونه های خاک قبل از کاشت تا زمان برداشت(بعد از اعمال تیمارهای آزمایش) محصول حاکی از افزایش فسفر قابل جذب خاک ازحدود ۴ میلی گرم در کیلوگرم به ۷ میلی گرم در کیلو گرم می باشد که ببشترین مقدار فسفر قابل جذب خاک در تیمار S2P2 با مصرف ۱۰۰۰کیلوگرم گوگرد مشاهده گردید. هر چند که با مصرف گوگرد میزان pH خاک روند کاهشی را نشان داد ولی برای سایر عناصر خصوصیات شامل شوری، pH، کربن آلی و آهن و روی خاک تاثیر قابل ملاحظه ای مشاهده نشد. همچنین با مصرف کود گوگرد، درصد فسفر برگ از ۲۴/۰ درصد به ۳۱/۰ درصد افزایش یافت. استفاده از ترکیبات گوگردی خصوصاً کودهای گوگردی پالایشگاهی تولید داخل علاوه بر کاهش اثرات زیست محیطی ناشی از تجمع آنها در مناطق نفت خیز، در اصلاح خاکهای آهکی موثر می باشند. علاوه بر این با مصرف گوگرد در خاکهای آهکی می توان در مصرف کودهای فسفری صرفه جویی نمود و امکان جایگزینی بخشی از فسفر تثبیت شده در خاک با کودهای فسفری را فراهم نمود.

همچنین امکان استفاده از ترکیبات گوگردی در خاك و در نتیجه جذب مناسبت تر عناصر غذایی از جمله فسفر، آهن و روی برای گیاه گندم در عملکرد کمی وکیفی آن می تواند تاثیر مثبتی را داشته باشد.

جدول۲: مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن برای صفات مورد آزمایش گندم

تیمار	عملکرد $Kg.ha^{-1}$		وزن هزار دانه	درصد		میلی گرم در کیلوگرم	
	کاه	دانه	گرم	گوگرد	فسفر	اهن	روی
S۰P۰	۴۱۶۷e	۴۱۱۸d	۴/۴۳	۹۹/۰	۲۴/۰	۱۱۳	۲/۳۶
S۰P۱	۴۳۴۴e	۴۱۹۵d	۴۱/۴۴	۱/۱	۳۱/۰	۱۶۸	۷/۳۵
S۰P۲	۴۸۰۰d	۴۵۱۹c	۴۸/۴۴	۰۳/۱	۲۶/۰	۱۷۸	۵/۳۹
S۱P۰	۴۲۸۷e	۳۹۷۱e	۱۱/۴۵	۸۳/۰	۲۳/۰	۱۴۳	۷/۳۴
S۱P۱	۵۵۹۳c	۴۵۲۵c	۷۹/۴۴	۸۸/۰	۲۳/۰	۱۳۱	۷/۴۱
S۱P۲	۶۲۶۶a	۵۴۲۷b	۴۵	۳۴/۱	۲۶/۰	۱۴۳	۸/۳۹
S۲P۰	۴۶۰۷d	۴۱۴۵d	۳۹/۴۵	۹۵/۰	۳۱/۰	۱۳۰	۲/۴۱
S۲P۱	۴۸۰۰d	۴۲۶۶d	۴۵/۴۴	۰۳/۱	۳۱/۰	۱۸۵	۸/۴۳
S۲P۲	۶۰۲۷b	۵۶۱۵a	۰۲/۴۵	۰۹/۱	۲۲/۰	۱۸۳	۷/۳۳
S۳P۰	۴۵۸۷d	۴۲۶۷d	۴۵	۴۵/۱	۲۴/۰	۱۷۰	۵/۳۵
S۳P۱	۵۹۳۳b	۵۵۷۰a	۷۲/۴۴	۱۲/۱	۳/۰	۱۲۰	۵/۳۶
S۳P۲	۴۶۲۰d	۴۵۹۳c	۰۱/۴۵	۹۸/۰	۲۳/۰	۱۱۵	۶/۳۱

منابع

بشارتی، ح و صالح راستین، ن. ۱۳۷۸. بررسی تاثیر کاربرد مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس همراه با گوگرد در افزایش قابلیت جذب فسفر. مجله علوم خاك و آب، جلد ۱۳، شماره ۱، صفحات ۲۳ تا ۳۹.

بلالی، م.، مهاجر میلانی،پ.، خادمی، ز. ۱۳۷۹. مدل جامع کامپیوتری توصیه کودهای شیمیایی در راستای تولیدات کشاورزی پایدار گندم. نشریه آموزش کشاورزی کرج.

عبادی، ع. ۱۳۶۵ گوگرد و مصارف آن در کشاورزی، انتشارات واحد فوق برنامه بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی.

Chen, Z., S. Ma, and L.Liu. ۲۰۰۸.Studies on phosphorus solubilizing activity of a Strain of phosphobacteria isolated from chestnut type soil in China. Bioresource Technology ۹۹: ۶۷۰۲-۶۷۰۷.

Del Campillo, S. E., S. Van der Zee, and J. Torrent. ۱۹۹۹. Modelling long term phosphorus leaching and changes in phosphorus fertility in excessively fertilized acid sandy soils. European Journal of Soil Science ۵۰: ۳۹۱-۳۹۹.

Miransari, M., H. A. Bahrami, F. Rejali, M. J. Malakouti, andH. Torabi. ۲۰۰۷. Using arbuscularmycorrhiza to reduce the stressful effects of soil compaction on corn (Zea mays L.) growth. Soil Biology andBiochemistry ۳۹: ۲۰۱۴-۲۰۲۶.

Rosa.M.C. J.J.Muchovej and Muchovejand V,H.Alvarez. ۱۹۸۹.Temporal relations of phosphorus fractions in an oxisol amended with rock phosphate and thiobacillus thiooxidans. Soil Sci.Soc. Am. J. ۵۳: ۱۰۹۶-۱۱۰۰.

Salimpour, S., K. Khavazi, H. Nadian, H. Besharati, and M. Miransari. ۲۰۱۰. Enhancing phosphorus availability to canola (Brassica napus L.) using P solubilizing and sulfur oxidizing bacteria. Australian Journal of Crop Science ۴: ۳۳۰-۳۳۴.

Abstrac

Balanced and optimal use of phosphorus fertilizers and the use of residual phosphorus stabilized soil is very important. Effects of sulfur on the availability of plants and improve soil properties and soil nutrient uptake, especially phosphorus wheat is desired. Therefore, research in factorial experiment in randomized complete block design with ۴ levels of sulfur and ۳ of the ۱۲ treated at Agricultural Research Center Safiabad Dezful were implemented. The results of this study showed that the sulfur and phosphorus had significant impact on wheat yield. Sulfur and phosphorus fertilizers to increase available phosphorus and plant nutrients such as iron and zinc in the plant is wheat.The sulfur had no significant effect on salinity and pH.

تاثیر قارچ اندوفیت *Piriformospora indica* و ریشه گیاه ذرت (*Zea Mays* L.) بر حذف هیدروکربن‌های نفتی از خاک

جواد زمانی بابگهری [۱]، محمدعلی حاج عباسی [۱] و ابراهیم علایی [۲]
۱- استاد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- پژوهشگر محیط زیست پژوهشگاه صنعت نفت

چکیده
در گیاه‌پالایی خاک‌های آلوده به آلاینده‌های آلی نظیر مواد نفتی مهمترین فرایندهای تاثیرگذار در کاهش و حذف هیدروکربن‌ها از خاک فرایندهای وابسته به حضور ریشه می‌باشند. این مطالعه برای بررسی تاثیر حضور ریشه‌های گیاه ذرت و تلقیح این گیاه با قارچ *P. indica* در گیاه‌پالاییک خاک آلوده نفتیبا استفاده از ریزوباکس(Rhizobox) انجام شد. نتایج نشان داد که حضور قارچ اندوفیت موجب افزایش ۴۰ درصدی در عملکرد کل گیاه ذرت (ریشه و اندام هوایی) شده است. پارامترهای زیستی خاک نظیر جمعیت باکتریایی خاک و آنزیم دهیدروژناز با کشت گیاه افزایش معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد (بدون گیاه) نشان داد. حضور ریشه‌ها به ویژه در گیاهان تلقیح شده موجب کاهش مقدار آلودگی در مقایسه با شاهد و خاک توده شد. کل هیدروکربن‌های تجزیه شده در خاک ریزوسفری در مقایسه با مقدار اولیه آن، در تیمارهای تلقیح شده و بدون تلقیح به ترتیب حدود ۵۰ و ۴۰ درصد بود.
واژه های کلیدی: تخریب ریشه‌ای، ریزوباکس، اندوفیت، *P. indica*، خاک‌های آلوده به مواد نفتی

مقدمه
امروزه آلودگی محیط زیست ازجمله مسائل مهمی است که جوامع مختلف باآن روبه‌روهستند. انسان دراثرفعالیت‌های روزمره خود مقادیرقابل توجهی ازآلاینده‌های مختلف رابه منابع آب، خاک وهوا وارد می‌نماید. آلاینده‌ها می‌توانندبه صورت تصادفی ویادراثربی‌دقتی ویابه طورغیرقانونی وارد محیط خاک شوند. لذا باید اقداماتی برای کنترل آلودگی در این زمینه به کارگرفته شودونظارت جدی برحفظ منابع طبیعی به ویژه خاک صورت گیرد. آلودگیخاک‌هابهموادنفتیدرطیفرایندصنعتیشدنیکروندپرسرعتداشتهکه می‌تواندبهعنوانیکخطربسیارمهمبرایجوامعانسانیدرجهانمحسوبشود. هیدروکربن‌هاینفتیشایع‌ترینآلاینده‌هایآلیموجوددرمحیطزیستمی‌باشند (Adams et al., ۲۰۰۸). امروزهمقادیرزیادیازخاک‌هاییکهتوسطاینموادآلودهشده‌اندباعثفاجعهزیستمحیطیدربسیاریازنقاطجهانبهویژهکشورهایصنعتیخیزمانندا یرانشده است. تجزیه هیدروکربن‌های نفتی می‌تواند با کاشت گیاهان و توسط فرایندهای بیولوژیکی موجود در ریزوسفر گیاهان با سرعت بیشتری انجام شود(Harvey et al., ۲۰۰۲). ریشه گیاهان محیط مناسب و ایده‌آلی جهت تجزیه ترکیبات آلی فراهم می‌کنند. ریشه‌های گیاه علاوه بر اینکه شرایط تغذیه‌ای ریزجانداران در ریزوسفر را ترفیع می‌دهند، حضور ریشه در خاک با بهبود شرایط ساختمانی آن سبب بهبود نفوذپذیری و تهویه خاک نیز خواهد شد. گیاهانهمچنینممکناستباترشحآنزیم‌هاازریشه‌خودبهمحیطریزوسفر (Rhizosphere) سببتخریب، تغییروتجزیه‌هایناآلاینده‌هادرخاکشوند(Crowley et al., ۱۹۹۷). ریزوسفردرواقعبهخاکیگفتهمی‌شودکهدرتماسویادرمجاورتریشه‌هایزندهقراردارد. مقادربسیارزیادیازجمعیتمیکروبیوفعالیت‌هایمتابولیکیدرمحیط ریزوسفردرمقایسه‌باخاکتودهوجوددارد. بنابراین می‌توان گفت که وجود فعالیت زیستی بیشتر در ناحیه ریزوسفر می‌تواند به عنوان یک پتانسیل و استراتژی مهم جهت اصلاح درجای خاک‌های دارای هیدروکربن‌های نفتی توسط فرایند گیاه‌پالایی مورد استفاده قرار گیرد. در نتیجه استفاده از گیاهان و نیز حضور ریزجانداران همراه آن‌ها مانند اندوفیت‌ها می‌تواند به عنوان یک تکنولوژی سبز و امید بخش جهت پاک‌سازی خاک‌های آلوده مورد استفاده قرار گیرد. مطالعاتنسبتاًزیادیدرزمینهتاثیرحضورگیاهبرکاهشآلودگی‌هایمختلفنظیرآلودگی‌هاینفتیدرخاکانجامشده‌هاستامادراینبینتوجهبهتاثیرح ضورقارچ‌هایاندوفایتبهویژهقارچاندوفایت *Piriformospora indica* برفرایندگیاه‌پالاییخاک‌هایآلودهبهموادنفتیونیزتاثیر مستقیم ریشه و نیز تاثیرفاصلهازریشهبراینفرایندکمترمدنظربوده‌است. بهمینمنظوردراینتحقیق، مطالعه‌ایدرزمینهتاثیرحضورقارچ *P. indica* درریشه‌هگیاهذرت، برکاهشآلودگی‌هاینفتیدریکخاکآلودهبااستفادهازیکزمایشگلخانه‌ایباکشتگیاهدرریزوباکس (Rhizobox)، انجامشده است. در این ارتباط تاثیر کشت گیاه و حضور اندوفایت بر جمعیت کلباکتری‌هایهتروتروفهوازی، باکتری‌هایهوازی تجزیه‌کننده نفت، آنزیم دهیدروژناز و ترکیبات فنولی محلول در آب نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است.

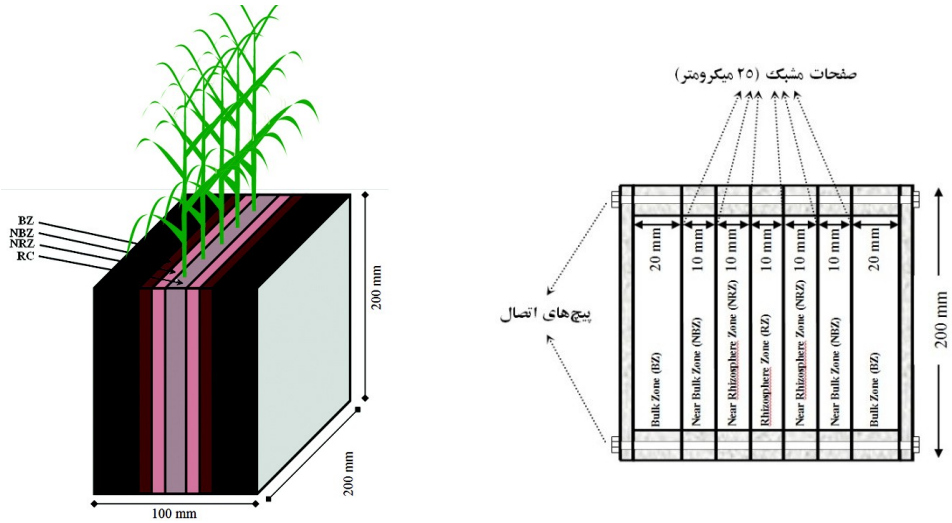
مواد و روش‌ها
منظورخاک مورد مطالعه دراینپژوهشاز اطرافپالایشگاهشهیدهاشمینژاد (خانگیران-سرخس) انتخابشد. دراطرافاینپالایشگاهودرمحلحفاری‌ها، استخرهاییجهتنگهداشتهرزآب‌هایحاصلازحفاریوجودداشتهکهبعدازپایانحفاری رهامی‌شوند. پایه اصلی هرزآب‌های خروجی از حفاری چاه‌ها در این پالایشگاه گازوئیل است که وجود این ماده در پساب مورد نظر موجب آلودگی

خاک محل استخرهای نگهداشت شده است.نمونه‌برداریازخاکآلودهاینمنطقهازعمقمناسب (۳۰-۰ سانتی‌متری) انجامشد. ویژگی‌هایاولیه فیزیکی،شیمیاییوبیولوژیکیاینخاکبعد از انتقال به دانشگاه صنعتی اصفهان، بااستفادهازروش‌هایاستانداردردرآزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهانتعیینشد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این پژوهش

پارامتر	واحد	مقدار
شن	%	۴±۸۱
سیلت	%	۲±۱۱
رس	%	۳±۸
بافت خاک	---	شن لومی
pH	---	۲/۰±۴/۷
شوری (EC)	$dS\ m^{-1}$	۰۵/۰±۲۵/۱
کربن آلی	%	۵۶/۰±۹۵/۲
نیتروژن کل	$mg\ kg^{-1}$	۳۱±۲۰۰
فسفر	$mg\ kg^{-1}$	۷/۳±۰/۱۱
ظرفیت تبادل کاتیونی	$cmol\ kg^{-1}$	۱/۳±۲/۹
کل هیدروکربن‌های نفتی	$mg\ g^{-1}$	۶/۰±۶/۲۱

درساخت سیستم ریزوباکس موردنظرازطرح پیشنهادییوسفوچاینو ۱۹۸۸ استفاده شد (Youssef and Chino, ۱۹۸۸). به منظوراجراء این پژوهش یکریزوباکس دوطرفه طراحی و ساخته شد که این ریزوباکس دارای چهار بخش مختلف شامل ناحیه ریزوسفر (Rhzisphere Zone- RZ) ۱۰ میلی‌متر، ناحیه نزدیک ریزوسفر(Near Rhizosphere Zone-NRZ) ۱۰ میلی‌متر، ناحیه نزدیک خاک توده (Near Bulk Zone-NBZ) ۱۰ میلی‌متر) و ناحیه خاک توده (Bulk Zone-BZ) ۲۰ میلی‌متر بود. سیستم‌های ریزوباکس به گونه‌ای طراحی شده‌اندکه بتوان خاک ریزوسفر را از خاک توده جدا کرده به صورتی که جنبه‌هایمتفاوتی از برهم‌کنش خاک وریشه را راحت‌ترموردبررسی قرار داد. شکل ۱ شمای کلی و ابعاد ریزوباکس مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.



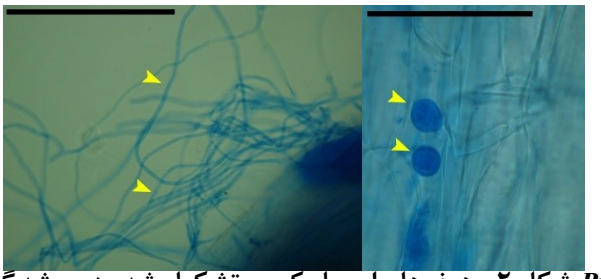
شکل ۱- شماییکلیوابعادریزوباکسمورداستفادهدر اینپژوهش

مایه تلقیح قارچ *P. indica* در آزمایشگاه بیولوژی خاک دانشگاه صنعتی اصفهان آماده شد (اسپور اولیه قارچ از کشور آلمان تهیه شده بود، Deutsche Sammlungfü rMikroorganismen und Zellkulturen, Braunschweig, Germany). در این مطالعه از بذور ذرت (*Zea Mays* L.) رقم سینگل کراس ۷۰۴ استفاده شده. بذور ذرت قبل از جوانه‌دار کردن استریل شدند. بعد از استریل کردن بذرها، برای جوانه دار شدن، درون پتری دیش و روی محیط آگار قرار داده شدند. بعد از گذشت ۲ روز بذور جوانه‌دار شده بعد از اضافه کردن مایه تلقیح به مدت سه ساعت روی شیکر دوار با دور آرام (۸۰ دور در دقیقه) قرار داده شدند تا امکان اتصال بهتر اسپورهای قارچ به سطح ریشه و تلقیح فراهم شود. مایه مورد استفاده برای بذرهای بدون تلقیح محلول توئین ۲۰ با غلظت ۰۲/۰ درصد در نظر گرفته شد. در پایان آزمایش و بعد از گذشت ۶۴ روز، برای اندازه‌گیری پارامترهای زیستی یعنی تنفس میکروبی پایه

خاک، جمعیت باکتری‌های کل و باکتری‌های تجزیه کننده مواد نفتی، آنزیم دهیدرژناز، و نیز مقدار ترکیبات فنولی محلول در آب و مقدار کل هیدروکربن‌های نفتی با باز کردن ریزوباکس‌ها از تمامی بخش‌ها مقدار کافی نمونه خاکانجام شد. همچنین ریشه‌ها و اندام هوایی نیز بعد از شستشو کامل به صورت جداگانه در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک و توزین شد.
طرح مورد استفاده در این پژوهش کاملاً تصادفی به صورت آزمون فاکتوریل به گونه‌ای که دو فاکتور قارچ اندوفیت در دوسطح (با و بدون قارچ) و فاصله از ریشه در چهار سطح مورد ارزیابی قرار گرفت. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بررسی میکروسکوپی انجام شده بر روی ریشه‌های ذرت نشان داد که تلقیح این گیاه توسط قارچ *P. indica* به خوبی انجام شده بود (شکل ۲). نتایج نشان داد که ریشه تمامی گیاهان رشد یافته در تیمار با اندوفایت به خوبی با قارچ تلقیح شده بود و درصد کلونیزاسیون در این مطالعه برای گیاهان با اندوفایت ۱۳±۶۴ درصد بود و هیچگونه اثری از تلقیح در گیاهان بدون اندوفایت وجود نداشت.



شکل ۲- هیف‌ها و اجسام کروی تشکیل شده در ریشه گیاه ذرت تحت تاثیر تلقیح قارچ *Piriformospora indica* (زمان برداشت: ۲۰ روز بعد از شروع آزمایش)

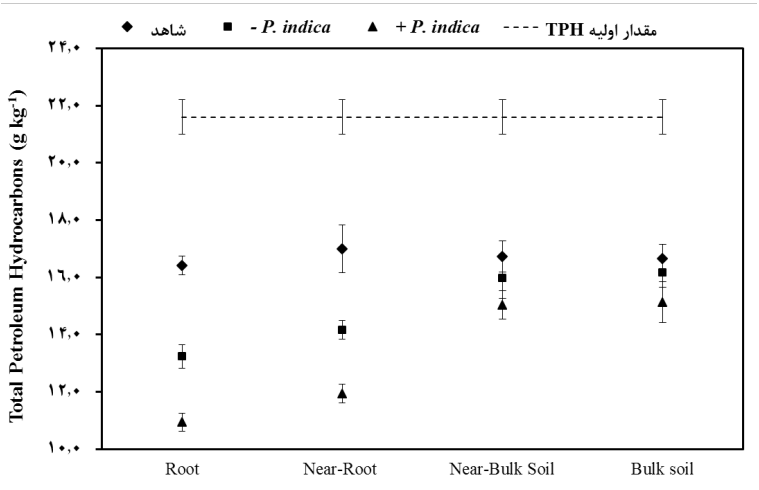
همانطور که در شکل ۳ نیز دیده می‌شود تلقیح موجب افزایش معنی‌دار عملکرد اندام هوایی و ریشه‌های ذرت شده بود. گیاهان تلقیح شده با قارچ دارای عملکرد کل (ریشه و اندام هوایی) بیشتری نسبت به گیاهان بدون اندوفیت بودند و عملکرد کل ذرت در گیاهان تلقیح شده حدود ۴۰ درصد بیشتر از گیاهان بدون تلقیح بود. تلقیح گیاه همچنین اثر مثبتی و معنی‌داری بر ارتفاع گیاه داشت (شکل ۳). ارتفاع گیاه در ذرت‌های تلقیح شده حدود ۳۳ سانتی‌متر بوده که این مقدار ۴/۱ برابر بیشتر از ارتفاع گیاه در گیاهان بدون قارچ *P. indica* بود. بررسی کلروفیلی برگ‌های ذرت کشت شده در خاک آلوده به مواد نفتی توسط شاخص SPAD نشان داد که گیاهان تلقیح شده، شاخص سبزینگی بیشتری نسبت به گیاهان بدون اندوفیت دارند و شاخص SPAD ثبت شده برای گیاهان با اندوفیت ۳۸ بود و این در حالی بود که مقدار این شاخص برای گیاهان بدون تلقیح ۳۳ ثبت شد.شاخص‌های زیستی خاک در بخش‌های مختلف ریزوباکس تحت تاثیر کشت گیاه قرار گرفته بود اما تاثیر حضور مستقیم ریشه بر این پارامترها بیشتر از زمانی بود که خاک در فواصل دورتر از ریشه قرار داشت (جدول ۲ و ۳). همچنین تلقیح گیاه نیز با افزایش رشد ریشه‌ای گیاه موجب افزایش نسبی در این پارامترها شده بود که این تاثیربه ویژه در فواصل نزدیک ریشه یعنی ناحیه ریزوسفری و نزدیک ریزوسفر برای پارامترهای فعالیت آنزیم دهیدروژناز، جمعیت باکتری‌های تجزیه کننده نفت و ترکیبات فنولی محلول در آبدر مقایسه با تیمارهای بدون تلقیح معنی‌دار بود.
افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی در حضور ریشه‌های گیاه ذرت تجزیه هیدروکربن‌های درون خاک را به همراه خواهد داشت. در این مطالعه کشت گیاه موجب کاهش مقدار کل هیدروکربن‌های نفتی در خاک به ویژه در فواصل نزدیک ریشه شده بود. شکل ۳ غلظت کل هیدروکربن‌های نفتی در نواحیمختلف ریزوباکس را نشان می‌دهد. کشت گیاه در دو حالت با و بدون اندوفیت موجب کاهش مقدار کل هیدروکربن‌های نفتی در خاک شده بود اما گیاهان تلقیح شده با اندوفیت به مقدار بیشتری موجب کاهش مواد نفتی از خاک شده بودند.به عنوان مثال درصد کل هیدروکربن‌های تجزیه شده در خاک ریزوسفری در مقایسه با مقدار اولیه آن، در تیمارهای تلقیح شده و بدون تلقیح به ترتیب حدود ۵۰ و ۴۰ درصد بود.

جدول ۲- تنفس میکروبی خاک، ترکیبات فنولی محلول در آب و فعالیت آنزیم دهیدروژناز در فواصل مختلف از ریشه گیاه ذرت تحت تاثیر تلقیح این گیاه با قارچ اندوفیت *P. indica*

بخش‌های ریزوباکس	تنفس میکروبی خاک (mg CO_2-C kg^{-1} day^{-1})			ترکیبات فنولی محلول در آب (μg vanillic acid g^{-1} dry soil)			فعالیت آنزیم دهیدروژناز (μg TPF g^{-1} dry soil)		
	شاهد	*P.-indica*	*P.+indica*	شاهد	*P.-indica*	*P.+indica*	شاهد	*P.-indica*	*P.+indica*
ریزوسفر (R)	^{e}۹/۵±۴/۴۵	^{ab}۹/۴±۴/۹۵	^{a}۶/۸±۵/۱۰۲	^{f}۹/۰±۳/۶	^{bc}۴/۰±۴/۸	^{a}۷/۰±۹/۹	^{e}۲۶±۵۴۴	^{cd}۲۶±۶۴۳	^{a}۲۹±۷۹۴
نزدیک ریزوسفر (NR)	^{de}۴/۵±۹/۴۷	^{b}۶/۷±۸/۹۱	^{ab}۳/۵±۹/۹۸	^{f}۰/۱±۴/۶	^{cde}۵/۰±۰/۸	^{ab}۶/۰±۲/۹	^{e}۳۷±۵۲۵	^{d}۳۰±۶۰۷	^{b}۲۳±۷۷۸
نزدیک خاک توده (NB)	^{e}۸/۸±۴/۵۰	^{c}۸/۳±۴/۷۵	^{c}۷/۶±۳/۷۹	^{f}۸/۰±۲/۶	^{def}۴/۰±۲/۷	^{bc}۶/۰±۵/۸	^{e}۴۴±۵۱۴	^{e}۴۱±۵۲۸	^{c}۳۴±۶۷۴
خاک توده (B)	^{d}۸/۲±۸/۵۶	^{c}۷/۴±۰/۷۵	^{c}۴/۵±۵/۷۷	^{f}۰/۱±۴/۶	^{ef}۳/۰±۹/۶	^{bcd}۷/۰±۱/۸	^{e}۲۲±۵۳۱	^{e}۲۶±۵۱۶	^{e}۲۲±۵۴۵

جدول ۳- جمعیت کل باکترهای هتروتروف و باکتری‌های هوازی تجزیه‌کننده نفت در فواصل مختلف از ریشه گیاه ذرت تحت تاثیر تلقیح این گیاه با *P. indica* قارچ اندوفیت

بخش‌های ریزوباکس	جمعیت کل باکتری‌های هتروتروف (CFU × 10^6 g^{-1})		جمعیت باکتری‌های تجزیه‌کننده نفت (CFU × 10^3 g^{-1})		
	شاهد	*P. indica*-	*P. indica*+	شاهد	*P. indica*-	*P. indica*+
ریزوسفر (R)	^{c}۲/۰±۴/۰	^{a}۶/۴±۰/۲۰	^{a}۷/۵±۷/۲۲	^{g}۳/۰±۵/۰	^{b}۰/۱۰±۰/۷۰	^{a}۰/۱۰±۰/۱۰۰
نزدیک ریزوسفر (NR)	^{c}۳/۰±۸/۰	^{b}۱/۲±۷/۸	^{b}۸/۳±۳/۱۱	^{g}۱/۰±۳/۰	^{c}۶/۷±۷/۵۱	^{b}۸/۵±۳/۷۳
نزدیک خاک توده (NB)	^{c}۲/۰±۵/۰	^{c}۹/۱±۸/۲	^{c}۳/۱±۵/۲	^{g}۱/۰±۵/۰	^{de}۵/۵±۳/۱۶	^{d}۵/۴±۳/۲۳
خاک توده (B)	^{c}۱/۰±۶/۰	^{c}۷/۰±۱/۱	^{c}۶/۰±۴/۱	^{g}۲/۰±۶/۰	^{g}۳/۲±۲/۶	^{ef}۸/۳±۷/۱۰



شکل ۳- غلظت کل هیدروکربن‌های نفتی در نواحی ریزوباکس در تیمارهای مختلف (Root: ناحیه ریشه ای، Near-Root: ناحیه نزدیک ریشه، Bulk Soil: خاک توده و Near-Bulks Soil: خاک نزدیک توده)

منابع

Adams R.H., Guzman-Osorio F.J. and Zavala C.J. ۲۰۰۸. Water repellency in oil contaminated sandy and clayey soils. International Journal of Environmental Science and Technology, ۵(۴): ۴۴۵-۴۵۴.

Harvey P.J., Campanella B.F.,Castro P.M.L.,Harms H.,Lichtfouse E.,Sch ffiner A.R., Smrcek S. and Werk-Reichhart D. ۲۰۰۲. Phytoremediation of polyaromatic hydrocarbons, anilines and phenols. Environmental Science and Pollution Research, ۹(۱): ۲۹-۴۷.

Crowley D.E, Alvey S. and Gilbert E.S. ۱۹۹۷. Rhizosphere ecology of xenobiotic degrading microorganisms. *In*: Kruger E.L., Anderson T.A., and Coats J.R. (Eds.). Phytoremediation of soil and water contaminants. ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC.

Youssef R.A. and Chino M. ۱۹۸۸. Development of a new rhizobox system to study the nutrient status in the rhizosphere. Soil Science and Plant Nutrition, ۳۴ (۳): ۴۶۱-۴۶۵.

Abstract

In the plant-based methods for remediation of petroleum-contaminated soils plant root systems play a crucial role. In this study, a rhizobox experiment was conducted to investigate whether inoculation with the root-colonizing fungus *P. indica* could further enhance the degradation of petroleum hydrocarbons in the root zone of maize (*Zea mays* L.). The results showed that the inoculated plants produced around ۴۰% more root and shoot biomass than non-inoculated plants.The presence of roots strongly increased the counts of soil bacteria, dehydrogenase activity and petroleum degradation. The degradation of petroleum hydrocarbons in rhizosphere of the inoculated and non-inoculated plants were respectively about ۵۰ and ۴۰% in compared to the initial contamination.

تاثیر زغال زیستی پوسته شلتوک برنج بر آبشویی نیترات در یک خاک رسی

محمد قربانی [۱]، حسین اسدی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه گیلان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان

چکیده
این مطالعه با هدف تاثیر بیوچار پوسته شلتوک برنج در دو اندازه و دو سطح به تنهایی و همراه با کمپوست بر آبشویی نیترات از یک نمونه خاک رسی در یک بازه زمانی پنج ماهه در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار انجام شد. برای انجام تحقیق از گلدان‌های یک کیلوگرمی سوراخ‌دار استفاده شد که تحت چرخه‌های خشک و مرطوب شدن قرار می‌گرفتند. در هر چرخه، پس از آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و با میزان کافی آب (ظرفیت مزرعه‌ای بعلاوه ۲۰ درصد)، اجازه داده شد تا خاک تا حد رطوبت پژمردگی دائم خشک شود. زه‌آب حاصل از هر بار آبیاری جهت اندازه‌گیری مقدار نیترات جمع‌آوری می‌شد. بیوچار تحت دمای $^{\circ}$C ۵۰۰ طی فرآیند تجزیه حرارتی در کوره تولید شد. نتایج نشان داد که مقدار آبشویی نیترات از تیمارهای حاوی کمپوست بیشتر از تیمارهای بدون کمپوست بوده است. همچنین میزان نیترات آبشویی یافته از تیمارهای حاوی بیوچار ۳ درصد به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود.

واژه های کلیدی: تخلخل بیوچار، سطح ویژه، حفظ نیتروژن

مقدمه
از مهمترین معضلات سیستمهای کشاورزی متداول، هدرروی کودهای شیمیائی مورد استفاده به‌ویژه کودهای نیتروژنی می‌باشد. این منابع نیتروژن طی فرآیندهای معدنی شدن، هیدرولیز و نیتریفیکاسیون به نیترات تبدیل می‌شوند در گزارشی مقدار آبشوئی نیترات در یك سیستم زراعی معمول بین ۲۵ تا ۹۰ . $kg.\,ha^{-1}$ در سال عنوان شده است [Fields., ۲۰۰۴]. نیترات یک ماده مهم برای تغذیه گیاهان محسوب می‌شود ولی از نظر سلامت جامعه یک ماده مشخصه آلوده کننده است. یون نیترات دارای بار منفی است که جذب ذرات رس خاک که آنها هم دارای بار منفی هستند نمی‌شود و در نتیجه توسط باران شسته شده و به لایه‌های پایین‌تر خاک فرو رفته و از دسترس ریشه دور می‌شود [Tylova et al., ۲۰۰۵]. بنابراین مستقیما وارد جریان‌های آبی خواهد شد. سازمان بهداشت جهانی (WHO) حداکثر مجاز غلظت نیترات در آب شرب را ۵۰ $mg.l^{-1}$ تعیین نموده است [WHO, ۲۰۰۴b]. غلظت زیاد نیترات موجود در آب آشامیدنی نقش بسزایی در افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های خطرناک برای انسان از جمله دیابت، بیماری NHL , سرطان روده بزرگ و عوارض جانبی برای تولیدمثل خواهد داشت و گاهاً منجر به مرگ می‌شود [Ward et al., ۲۰۰۵]. به علاوه آبشویی املاح مختلف نیتروژن‌دار منجر به پایین آمدن راندمان کودهای نیتروژنی در تولید محصولات زراعی می‌شود. به‌منظور حل این مشکل، ایجاد شرایطی برای حفظ نیتروژن در لایه سطحی خاک نظیر افزایش سطوح جاذب املاح در خاک [Lehmann et al., ۲۰۰۳] مورد توجه محققین می‌باشد. استفاده از بیوچار به عنوان افزایش‌دهنده‌ی سطوح جاذب می‌تواند نقش بسزایی در این زمینه ایفا کند [Hollister et al., ۲۰۱۳ and Zhang et al., ۲۰۱۵]. بیوچار محصول تجزیه‌ی حرارتی بیومس، نظیر چوب، برگ گیاهان، باقیمانده‌های کشاورزی، کود و ... در یک فضای بسته‌ی بدون اکسیژن یا با اکسیژن محدود تحت حرارت زیاد می‌باشد. بیوچار مقاومت بالایی در برابر تجزیه داشته و توانایی بسیار بالایی در جذب یون‌ها در مقایسه با دیگر اشکال مواد آلی خاک دارا می‌باشد [Lehmann, ۲۰۰۷]. سطح ویژه بالای بیوچار فضای لازم برای شکل‌گیری تجمع کاتیون‌ها و آنیون‌ها را فراهم کرده و ظرفیت حفظ مواد غذایی خاک را بهبود می‌بخشد [Li et al., ۲۰۱۴]. داونی و همکاران [Downie et al., ۲۰۰۷] بهبود در بهره‌وری زراعی خاک اصلاح شده با بیوچار را به دلیل سطح ویژه بالای مخلوط خاک-بیوچار دانستند. منافذ بسیار ریز بیوچار (nm ۵۰ >) با داشتن قابلیت جذب موادی شامل گازها و مواد مغذی درون خاک و همچنین بالا بردن سطح ویژه کل به بهبود خاک کمک می‌کنند [Troeh and Thompson, ۲۰۰۵]. نولز و همکاران [Knowles et al., ۲۰۱۱] دریافتند که افزودن بیوچار باعث کاهش آبشویی نیترات و افزایش نیتروژن در محدوده‌ی ریشه می‌شود. هدف از این پژوهش بررسی اثر بیوچار حاصل از پوسته شلتوک برنج بر آبشویی نیترات و مقایسه اثر آن با کمپوست بقایای گیاهی بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور بررسی میزان آبشویی نیترات آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای به مدت ۵ ماه و با استفاده از گلدان‌های یک کیلوگرمی سوراخ‌دار انجام شد. خاک مورد استفاده دارای بافت رسی بود که پس از عبور از الک ۹ میلیمتر و اعمال تیمارها به گلدان منتقل شد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جهت بررسی روند آبشویی نیترات تیمارهای آزمایشی در این طرح با در نظر گرفتن سه سطح مصرف بیوچار (۰، ۱ و ۳ درصد) و اندازه ذرات بیوچار در دو سطح اندازه بزرگ (با محدوده‌ی ۳ تا ۶ میلیمتر) و کوچک (عبور داده شده از الک ۱ میلیمتر) با و بدون مصرف کمپوست (با هدف ایجاد منبع نیتروژنی برای تولید نیترات)، به خاک اعمال شدند. بیوچار و کمپوست در سطوح مذکور و در سه تکرار آماده شد و به‌طور یکنواخت با خاک گلدان‌ها مخلوط شده و جهت انجام آزمایش آماده شدند. بیوچار تحت دمای ۵۰۰ C طی فرآیند تجزیه حرارتی در کوره الکتریکی تولید شد خصوصیات شیمیایی بیوچار در جدول ۲ ارائه شده است. در طول آزمایش، گلدان‌ها تحت چرخه‌های خشک و مرطوب شدن قرار گرفتند. در هر چرخه، پس از آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و با میزان کافی آب (ظرفیت مزرعه‌ای بعلاوه ۲۰ درصد)، اجازه داده شد تا خاک تا حد رطوبت پژمردگی دائم خشک شود. پس از هر بار آبیاری زه‌آب جمع شده در زیرگلدانی‌ها جمع‌آوری و نیترات آن به روش اسپکتروفتومتری [Greenberg and Eaton, ۲۰۰۵] قرائت شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها براساس طرح بلوک کاملا تصادفی و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

ویژگی	مقدار	مشخصه	مقدار
شن (%)	۶/۱۷	CEC (c mol kg-۱)	۳۰./۲
سیلت (%)	۶/۳۶	MWD (mm)	۵۲/۱
رس (%)	۸/۴۵	(%) FC	۳۴
بافت	رسی	(%) PWP	۱۸
ماده آلی (%)	۱/۱	سدیم محلول (meq/۱۰۰g)	۳۷/۰
pH	۸۷/۶	پتاسیم محلول (meq/۱۰۰g)	۰۳/۰
EC (dS m-۱)	۲۳/۰	کلسیم محلول (meq/۱۰۰g)	۷۸/۰
BD ($g.cm^{-3}$)	۳/۱	منیزیم محلول (meq/۱۰۰g)	۵/۰

جدول۲- خصوصیات شیمیایی بیوچار

pH	EC ($ds.m^{-1}$)	C (%)	H/C
۱۸/۷	۳۴۷/۰	۷۸/۴۷	۶۱/۰

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها در ماه اول تاثیر بیوچار بر کاهش جزئی آبشویی نیترات را نشان داد. به طوری که تیمارهای ۳، ۴ و ۵ دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد بودند. در ماه دوم بیشترین میزان آبشویی مربوط به تیمار ۶ (حاوی کمپوست و بدون بیوچار) بوده که دارای اختلاف معنی‌داری با نه تیمار دیگر بوده است. دلیل این امر را می‌توان به حضور بیوچار در تیمارهای دیگر (به جز تیمار شاهد) و قابلیت جذب آنیونی با توجه به بالا بودن سطح ویژه‌ی بیوچار نسبت داد. بعد از آن تیمارهای شاهد، ۷ و ۹ بدون اختلاف معنی‌دار دارای آبشویی بالایی بودند. به نظر می‌رسد فقدان بیوچار در شاهد و کم بودن درصد بیوچار موجود در تیمارهای ۷ و ۹ که در عین حال حاوی کمپوست (به عنوان منبع تولید نیترات) نیز بودند می‌تواند بالا بودن آبشویی در این سه تیمار را توجیه کند. کمترین میزان آبشویی نیز مربوط به تیمارهای ۳ و ۵ (بیوچار با اندازه کوچکتر از ۱ میلی‌متر و در اندازه طبیعی در سطح ۳ درصد) بود. تیمارهای ۲ و ۴ که حاوی درصد برابری از بیوچار بودند اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند این امر نشان‌دهنده‌ی این است که اندازه‌ی ذرات بیوچار تاثیری در روند آبشویی نداشت. این نتیجه عیناً در تیمارهای متناظر ۳ و ۵، ۷ و ۹ و همین‌طور ۸ و ۱۰ نیز مشاهده شد. این نتایج با نتایج در ماه سوم نیز نتایج مقایسه میانگین مشابه نتایج بدست آمده در ماه دوم

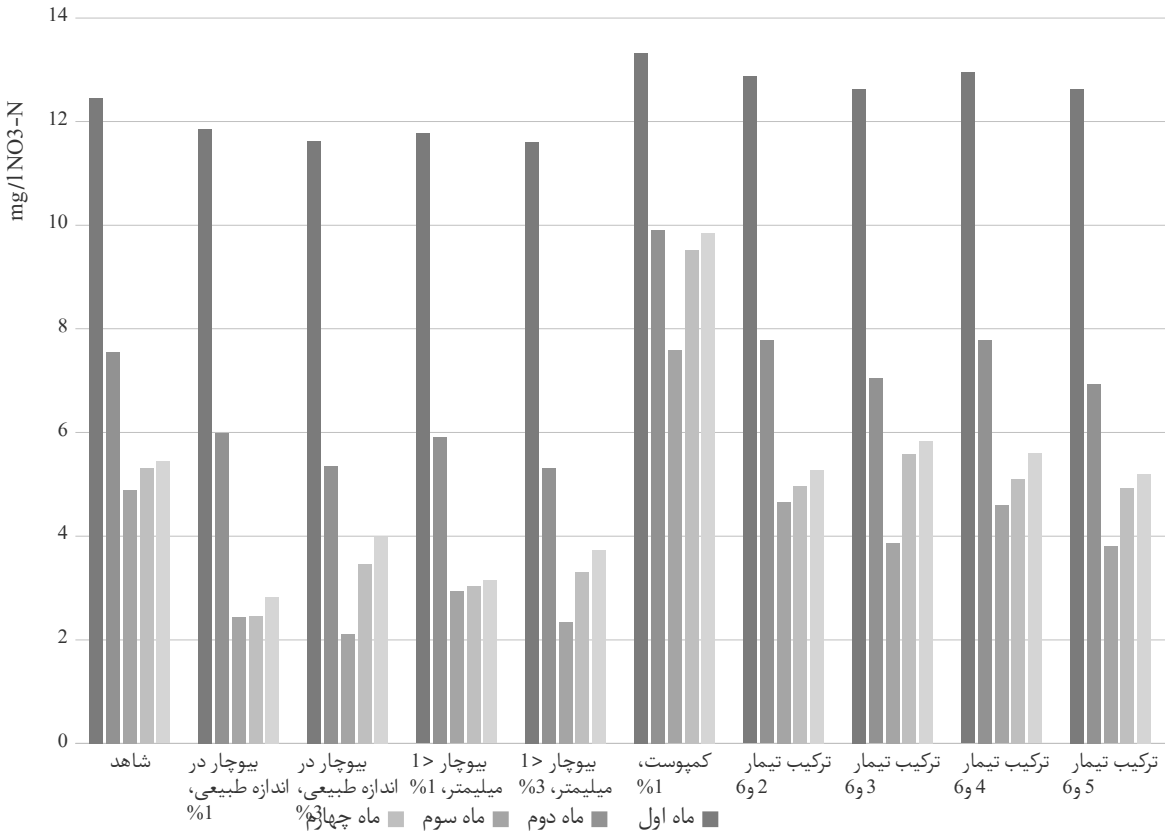
بود. کمترین میزان آبشویی در این ماه مربوط به تیمار ۳ بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را با تیمار ۵ نشان نداد. هر دو تیمار دارای بیشترین درصد بیوچار و فاقد منبع نیترات ساز (کمپوست) بودند. در ماه چهارم بیشترین مقدار آبشویی مربوط به تیمار کمپوست بوده که دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها می‌باشد و کمترین مقدار مربوط به تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ بوده که تفاوت معنی‌داری را از خود نشان ندادند. نبود اختلاف معنی‌دار بین این تیمارها نشانگر این است که تیمارهای ۲ و ۴ که دارای درصد کم بیوچار (۱%) بودند نیز با گذشت زمان تاثیر خود را در کاهش مقدار آبشویی نشان دادند. این درحالی است که در ماه‌های ابتدایی تیمارهای ۲ و ۴ اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۳ و ۵ داشتند. همچنین تیمارهای ۷، ۹ و ۱۰ نیز تفاوت معنی‌داری بین آنها دیده نشد. به طور کلی تیمارهای بدون کمپوست اختلاف معنی‌داری را نسبت به تیمارهای حاوی کمپوست از خود نشان دادند. این امر می‌تواند نشان دهنده‌ی نقش کمپوست به عنوان منبعی برای تولید نیترات باشد. نتایج بدست آمده در ماه چهارم عیناً در ماه پنجم نیز تکرار شد. این امر نشان دهنده‌ی ثبات اثرگذاری تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ در ادامه آزمایش می‌باشد (جدول ۳).

جدول۳- مقایسه میانگین مقدار نیترات اندازه‌گیری شده بین تیمارها در مدت ۵ ماه آزمایش (mg/l NO۳-N)

	تیمار	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
۱	شاهد	cd ۱۲.۴۴۶	b ۷.۵۵۵	b ۴.۸۸۳	c ۵.۳۱۲	c ۵.۴۳۷
۲	بیوچار در اندازه طبیعی، ۱%	d ۱۱.۸۵	d ۵.۹۸۳	d ۲.۴۳۶	f ۲.۴۵۳	f ۲.۸۲۳
۳	بیوچار در اندازه طبیعی، ۳%	e ۱۱.۶۲	e ۵.۳۴۸	e ۲.۱۰۸	e ۳.۴۵۸	d ۳.۹۸۴
۴	بیوچار <۱ میلیمتر، ۱%	e ۱۱.۷۷	d ۵.۹	d ۲.۹۳۳	ef ۳.۰۳۸	ef ۳.۱۴۴
۵	بیوچار <۱ میلیمتر، ۳%	e ۱۱.۵۹۶	e ۵.۳۱	e ۲.۳۳۸	ef ۳.۳۰۱	de ۳.۷۲۴
۶	کمپوست، ۱%	a ۱۳.۳۲	a ۹.۹۹	a ۷.۵۸۱	a ۹.۵۱	a ۹.۸۵۲
۷	ترکیب تیمار ۲ و ۶	bc ۱۲.۸۶۹	b ۷.۷۷۲	b ۴.۶۶۳	d ۴.۹۶۳	c ۵.۲۶۹
۸	ترکیب تیمار ۳ و ۶	bcd ۱۲.۶۲۳	c ۷.۰۴	c ۳.۸۶۴	b ۵.۵۹	b ۵.۸۳۶
۹	ترکیب تیمار ۴ و ۶	ab ۱۲.۹۴۶	b ۷.۷۹۳	b ۴.۵۹۱	d ۵.۱۰۵	c ۵.۵۹۴
۱۰	ترکیب تیمار ۵ و ۶	bcd ۱۲.۶۲	c ۶.۹۳۸	c ۳.۷۹۶	d ۴.۹۱۸	c ۵.۲۰۳

. میانگین‌های دارای حداقل یك حرف مشترك در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معني‌دار در سطح ۵ درصد مي‌باشند *

در طول مدت آزمایش میزان آبشویی نیترات در تمام تیمارها در ماه‌های دوم و سوم نسبت به ماه اول به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (شکل ۱). آبشویی زیاد نیترات در ماه اول را می‌توان به حضور نیترات بیشتر در ابتدای دوره آزمایش نسبت داد. قرائت‌های صورت گرفته در ماه‌های چهارم و پنجم افزایش مقدار نیترات در زه‌آب گلدان‌ها را نشان دادند. این افزایش در تیمارهای ۳، ۵، ۶، ۸ و ۱۰ نسبت به ماه سوم اختلاف معنی‌داری بود، درحالی که سایر تیمارها افزایش معنی‌داری را نسبت به ماه سوم از خود نشان ندادند. خصوصیت جاذبه الرطوبه بودن بیوچار و بالا بودن تخلخل ریز در ساختار آن این امکان را برای میکروارگانیزم‌ها و سایر فرآیندهای نیترات‌ساز تسهیل می‌کند. افزایش میزان نیترات در قرائت‌های ۴ و ۵ در تیمارهای ۳، ۵، ۸ و ۱۰ که میزان بیوچار مصرفی در آنها ۳% بود تائیدکننده‌ی این موضوع است. از طرفی تیمار ۶ (کمپوست) علی‌رقم افزایش معنی‌دار در تولید نیترات برخلاف تیمارهای معنی‌دار شده و حاوی بیوچار ۳% قادر به حفظ نیترات نبوده و بخش زیادی از آن آبشویی می‌شود. کم بودن میزان آبشویی در تیمارهای ۳، ۵، ۸ و ۱۰ نسبت به تیمار ۶ را می‌توان به دلیل سطح ویژه‌ی بالای ذرات بیوچار دانست. به جز تیمار ۳ که در قرائت ۴ و ۵ معنی‌دار شده است، میزان آبشویی در سایر تیمارها در این دو قرائت با هم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.



شکل ۱- مقایسه میانگین نیترات آبشویی یافته طی دوره آزمایش برای هر تیمار
میانگین‌های دارای حداقل يك حرف مشترك در هر تیمار، فاقد اختلاف آماری معني‌دار در سطح ۵ درصد مي‌باشند *

منابع

Downie, A., L. Van Zwieten, W. Doughty. F. Joseph, ۲۰۰۷. Nutrient retention characteristics of chars and the agronomic implication, Preceedings, International Agrichar Conference, ۳۰th April - ۲nd May ۲۰۰۷, Terrigal, Australia.

Fields S. Global nitrogen: cycling out of control. Environ Health Perspect. ۲۰۰۴. ۱۱۲:A۵۵۷ A۵۶۳.

Greenberg, A and A. Eaton. ۲۰۰۵. Standard methods for examination of water and waste water. American Public Health Association.

Hollister, C.C., J.J. Bisogni and J. Lehmann. ۲۰۱۳. Ammonium, Nitrate, and Phosphate Sorption to and Solute Leaching from Biochars Prepared from Corn Stover and Oak Wood. Journal of Environmental Quality. ۴۲: ۱۳۷-۱۴۴.

Knowles, O.A., B.H. Robinson, A. Contangelo and L. Clucas. ۲۰۱۱. Biochar for the mitigation of nitrate leaching from soil amended with biosolids.Science of The Total Enviornment, ۴۰۹: ۳۲۰۶-۳۲۱۰.

Lehmann, J., da Silva, J. P., Jr., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., & Glaser, B. (۲۰۰۳). Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendments. Plant and Soil, ۲۴۹, ۳۴۳-۳۵۷.

Lehmann, J. (۲۰۰۷). Bio-energy in the black. Front Ecol Environ, ۵, ۳۸۱-۳۸۷.

Li, Ji-hui., Guo-hua Lv, Wen-bo Bai, Qi Liu, Yuan-cheng Zhang & Ji-qing Song (۲۰۱۴). Modification and use of biochar from wheat straw (Triticum aestivum L.) for nitrate and phosphate removal from water. Desalination and Water Treatment; DOI ۱۰.۱۰۸۰/۱۹۴۴۳۹۹۴.۲۰۱۴.۹۹۴۱۰۴

Troeh, F. R and L.M. Thompson. ۲۰۰۵. Soils and Soil Fertility, Blackwell Publishing, Iowa, US.

Tylova, M.E, Lorenzen, B, Brix, H. Votrubova. O, ۲۰۰۵. The effects of NH۴ and NO۳ on growth, resource allocation and nitrogen uptake kinetics of Phragmites australis and Glyceria maxima. Aquatic Botany ۸۱ (۲۰۰۵) ۳۲۶-۳۴۲

Ward. Mary H., Theo M. deKok., Patrick Levallois., Jean Brender., Gabriel Gulis., Bernard T. Nolan., and James VanDerslice. ۲۰۰۵. Drinking-Water Nitrate and Health—Recent Findings and Research Needs. Environ Health Perspect. ۱۱۳(۱۱): ۱۶۰۷-۱۶۱۴.

WHO ۲۰۰۴b. Guidelines for Drinking Water Quality. ۳rd Ed, Vol. ۱, Recommendations. Geneva:World Health Organization.

Abstract

This research was conducted to study the effect of rice husk biochar in two sizes with and without compost on nitrate leaching for a clayey soil sample during a five month period. The experiment was based on completely randomized design with three replications. One kilogram pots were used and incubated under wetting and drying cycles. The amount of irrigation water was based on field capacity plus ۲۰ percent which has added to the pots and permits them to dry until PWP reached. The leached water from the bottom of each pot was collected and analyzed for nitrate. The biochar was produced from rice husk under pyrolysis condition at ۵۰۰ ^{O}C. The results show that nitrate leaching is higher in pots contain compost than those without compost. Also, application of ۳ percent biochar significantly reduced nitrate leaching in compare to other treatments.

بررسی تاثیر مدیریت کود نیتروژن و روش خاک‌ورزی بر عملکرد گندم

ابراهیم جواهری [۱]، سید محمد جواد افضلی [۱]
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

چکیده
به منظور بررسی تاثیر مدیریت مصرف کود نیتروژن و روش خاک ورزی (شخم زمین) بر عملکرد گندم با استفاده از زیرشکن به منظور خرد کرد سخت لایه آزمایشی به مدت ۲ سال اجرا گردید. نتایج نشان داد که عملکرد در تیمارهایی که کود پایه حذف گردیده بود، به طور میاگین عمکرد دانه به میزان ۱۶ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. تیمار کاربرد کود نیتروژن در سه تقسیط ۳۰٪ در زمان آبیاری دوم+ ۵۰٪ در زمان ساقه رفتن+ ۲۰٪ در زمین گلدهی، سبب افزایش وزن کاه و کلش به میزان ۱۱ درصد نسبت به تیمار شاهدگردید. انجام عملیات زیرشکنی سبب ۲۲ درصد کاهش زمان و ۳۰ درصد کاهش میزان مصرف سوخت نسبت به روش مرسوم و ۱۵۶ درصد افزایش زمان و ۴۶ درصد کاهش میزان مصرف سوخت نسبت به روش کم‌خاک‌ورزی گردید.

واژه های کلیدی: گندم، شخم، نیتروژن

مقدمه
گندم با سطح زیر کشت بیش از ۶۰۰ هزار هکتار، مهمترین گیاه زراعی استان خوزستان می‌باشد. خاکهای استان خوزستان به دلیل بافت سنگین، دارای حساسیت زیاد به تراکم در لایه‌های پایین‌تر از شخم بوده و تراکم خاک موجب کاهش نفوذ عمقی ریشه و جذب مواد غذایی توسط گیاه می گردد. انجام عملیات زیرشکنی با از بین بردن لایه سخت، نفوذپذیری ریشه را بهبود بخشیده، همچنین ممکن است سبب آبشویی مقادیر بیشتری از کودهای نیتروژن (به ویژه نیتروژن پایه) گردد. مدیریت کاربرد کود نیتروژن و کاربرد آن در زمانهای اوج نیاز گیاه نیز می‌تواند بر افزایش راندمان کود مصرفی موثر بوده، ضمن افزایش جذب مواد غذایی موجب کاهش آبشویی و هدر رفت آن گردد. همچنین کمبود آب در اوایل فصل رشد و مقادیر زیاد آب مورد نیاز برای عملیات تهیه زمین و کاشت، از مشکلات عمده استان می‌باشد که در صورتیکه عملیات خاک‌ورزی را بتوان در زمین بدون ماخار انجام داد، می‌توان در مصرف آب قبل از بارندگی پاییزه صرفه‌جویی کرد. در این آزمایش روشهای کم‌خاک‌ورزی، برگردان کردن بقایا و زیرشکنی با یکدیگر مقایسه شدند. تیمارهای کاربرد کود نیتروژن نیز با هدف حذف کود پایه و کاربرد آن در زمان اوج نیاز گیاه مورد ارزیابی قرار گرفتند. تراکم خاک مهمترین عاملی است که سبب از بین بردن ساختار خاک شده و نتیجه آن ممانعت از نفوذ عمقی ریشه می‌باشد. ۱۱ درصد کل زمینهای زراعی در سطح جهان دارای مشکل تراکم می‌باشند (ون لیندن، ۲۰۰۰). یک خاک شخم خورده که دارای بافت متوسط است از نظر حجمی دارای ۵۰ درصد ذرات خاک، ۳۰ درصد آب و ۲۰ درصد هوا می‌باشد. اعمال فشار بر روی سطح خاک سبب می‌گردد که حجم کل خاک کاهش یابد. از آنجا که حجم آب و ذرات خاک قابل تغییر نمی‌باشد، فشار ایجاد شده سبب کاهش حجم هوای موجود در خاک می‌گردد. تراکم خاک قادر است بر رشد و عملکرد محصول تاثیر بگذارد. گزارشها نشان می‌دهند که این عامل سبب شده که در محصول ذرت و گندم به ترتیب ۴۰ و ۱۵ درصد کاهش عملکرد ایجاد گردد (وورهیس، ۱۹۷۷؛ گلتنی و همکاران، ۱۹۸۰ و ورلی، ۱۹۸۰). این پژوهش به منظور تعیین بهترین مدیریت خاک‌ورزی و همچنین زمان کاربرد کود ازته برای کشت گندم در شرایط استان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در سال اول در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی و به روش کرت‌های نواری خرد شده در سه تکرار اجرا شد. کرتهای اصلی روشهای مختلف خاك‌ورزی شامل: ۱- گاوآهن برگردان‌دار+ خاک‌ورزی ثانویه (روش مرسوم) ، ۲- دو بار دیسک+ ماله (کم‌خاک‌ورزی)، ۳- زیرشکن+ دو بار دیسک+ ماله و ۴- زیرشکن+ روتیواتور بود. در سال دوم با توجه به اینکه در تیمارهای زیرشکنی یک سال از زمان انجام عملیات گذشته بود بجای زیرشکن گاوآهن برگردان‌دار مورد استفاده قرار گرفت و یک تیمار جدید به تیمارها افزوده شد که در آن تیمار زیرشکن در سال دوم استفاده شد و پس از آن دو بار دیسک و ماله جهت خرد کردن کلوخه‌ها و تسطیح سطح خاک استفاده گردید. عامل فرعی روشهای مختلف تقسیط کود نیتروژن شامل ۱- ۵۰٪ پایه و ۵۰٪ در زمان شروع ساقه‌رفتن (عرف زارعین)، ۲- یک‌سوم پایه، یک سوم در زمان شروع ساقه‌رفتن و یک‌سوم در زمان گلدهی (توصیه مؤسسه خاک و آب)، ۳- ۷۰٪ در زمان شروع ساقه‌رفتن و ۳۰٪ در زمان گلدهی، ۴- ۳۰٪ همراه با آبیاری دوم ، ۵۰٪ در زمان شروع ساقه‌رفتن و ۲۰٪ در زمان گلدهی بود. در تیمار ۳ و ۴ مصرف کود نیتروژن بصورت پایه حذف گردید. انجام عملیات زیرشکنی، باعث حذف یک مرحله آبیاری (ماخار) گردید. قبل از کاشت نمونه‌گیری مرکب از خاك مزرعه از عمق ۰-۳۰ سانتیمتر برای تعیین EC، pH، % OC، N,P,K و بافت انجام شد. ابعاد هر کرت ۳×۱۰ متر و فاصله بین کرتهای عامل اصلی و بین تکرارها ۱۰ متر بود. در ۳ متر از انتهای هر کرت کود نیتروژن استفاده نشد تا در مقایسه و ارزیابی شاخص‌های مرتبط با اثر کود نیتروژن مانند بازده عملکرد کود، از آن استفاده شود.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده نشان داد که تقسیط کود نیتروژن بر تعداد پنجه، وزن هزاردانه، ارتفاع محصول، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، عملکرد بیوماس و عملکرد دانه در سطح ۵٪ معنی دار می‌باشد. اثرات متقابل آن دو عامل نیز بر میانگین روز سبز شدن وعملکرد دانه موثر بوده است. همچنین اثر روش‌های خاک‌ورزی بر وزن هزاردانه، بازده عملکرد کود ازته، عملکرد دانه، ، سرعت نفوذ پایه و عمق آبیاری در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. اثر تقسیط کود ازته فقط بر عملکرد دانه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. اثرات متقابل روش خاک‌ورزی و روش‌های تقسیط کود ازته نیز بر تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، بازده عملکرد بیوماس و عملکرد دانه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. همچنین اثر روش‌های خاک‌ورزی بر تعداد سنبله در واحد سطح و ارتفاع بوته در سطح ۵٪ معنی‌دار شد و تقسیط کود ازته بر تعداد پنجه، میانگین روز جوانه‌زنی، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزاردانه، ارتفاع محصول، بازده عملکرد کود، عملکرد کاه و عملکرد دانه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. اثرات متقابل بر هیچکدام از پارامترها تاثیری نشان نداد. تجزیه مرکب دو ساله داده‌ها نشان داد که روش خاک‌ورزی بر وزن هزاردانه و عملکرد بیوماس موثر بوده است.

.

منابع

اسکندری ا و همت ع، ۱۳۸۲. اثر زیرشکنی بر حفظ و ذخیره رطوبت خاک و عملکرد گندم دیم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ص ۱۴: ۱۸-۱.

امام ی. ۱۳۸۳. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۷۵ صفحه.

بی‌نام. ۱۳۸۵. دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات. بانک اطلاعات زراعت. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۸۵-۸۴. وزارت جهاد کشاورزی.

پویا ا و علیزاده ب. ۱۳۷۹. بررسی اثر کاربرد زیرشکن در عملکرد محصول گندم- سیب‌زمینی- یونجه و جو. ۱۳۷۹. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. وب سایت: www۳.irandoc.ac.ir

Ahmad, N. ۲۰۰۶. Response of sheet to Subsurface Soil Compaction and Improvement Strategies. P.H.D. thesis. Dep. Of Agronomy, University of Arid Agriculture, Rawalpindi, Pakistan. ۱۹۳ pages.

Al-Adawi, **S.S.** and R.C. Reeder. ۱۹۹۶. Compaction and sub soiling effects on corn and soybean yields and soil physical properties. Trans. ASAE. ۳۹:۱۶۴۱-۱۶۴۹.

Alcoz, M.M., F.M. Hons, and V.A. Haby. ۱۹۹۳. Nitrogen fertilization timing effect on wheat production, nitrogen uptake efficiency, and residual soil nitrogen. Agron. J. ۸۵:۱۱۹۸-۱۲۰۳.

ASAE. ۱۹۹۵. Soil cone penetrometer. ASAE. Standard S ۳۱۳.۲. Agricultural engineering year Book, P. ۶۸۳

Bock, B.R. ۱۹۸۴. Efficient use of nitrogen in cropping systems. In R.D. Hauck (ed.)

Abstract

Khuzestan province soils are susceptible to compaction in layers lower than tillage operations because of those heavy textures. Investigation of yield related indexes showed that in first year, deep tillage increased grain yield in comparison with T_1 and T_2 treatments, significantly however in second year it could not increase grain yield in comparison to T_1 treatment. Therefore sub soiling effect on grain yield can remained year one, at least in these soils. From point of view technical indexes, T_3 and T_4 treatments saved fuel consumption in comparison to T۱ treatment up to ۱۲.۲ and ۲۰.۴۴ lit/ha and saved in tillage operation time up to ۰.۵۸ and ۱.۵۴ h/ha respectively. With concern to similar grain yield at different tillage operations, sub soiling is better in technical indexes and saving on first irrigation before tillage and we can recommend it. Sub soiling methods also improved grain yield in comparison with reduced tillage up to ۲۱%. The variance analysis results of subplots (N fertilizer application treatments) showed that there were significant effects in tiller number, spikelet number per m^2, plant height, efficiency of N fertilizer application, trash weight and grain yield and the best treatment was N_4 that increase grain yield in comparison to N_2 (۱۷%).

تاثیر بقایای آلی بر قابلیت استفاده پتاسیم در دو خاک رسی تحت شرایط رطوبتی متفاوت

سیدحسام نیک سیرت [۱]، لیلا سلیمانپور [۱]، سعید نوذری [۱] و مهدی نجفی قیری [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش مرتع و آبخیزداری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب دانشگاه شیراز

چکیده
کاربرد ترکیبات آلی می‌تواند سبب تغییر در قابلیت استفاده پتاسیم در خاکهای آهکی گردد. جهت بررسی این امر، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با کاربرد ۱۱ نوع ترکیبات آلی (بقایای یونجه، جو، نخود، باقلا و کودهای گوسفند، گاو، شتر، مرغ، کبوتر، بلدرچین و ورمی‌کمپوست)، دو نوع خاک (اسمکتیتی و پالیگورسکیتی) و دو شرایط رطوبتی (ظرفیت زراعی و اشباع) با سه تکرار صورت گرفت. مقدار دو درصد بقایای آلی به نمونه ها اضافه گردیده و در شرایط ظرفیت زراعی و اشباع به مدت یک ماه نگهداری گردیدند و سپس مقدار پتاسیم قابل استفاده در آنها اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که همه بقایای آلی سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم قابل استفاده (از ۶۵ تا ۸۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) گردیدند اما شرایط رطوبتی تأثیری بر آن نداشت. مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک اسمکتیتی به طور معنی‌داری کمتر از خاک پالیگورسکیتی بود (۶۶۵ در مقابل ۹۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم).

واژه های کلیدی: پتاسیم قابل استفاده، اسمکتیت، پالیگورسکیت، ترکیبات آلی، خاک آهکی

مقدمه
مواد آلی به عنوان قلب کشاورزی پایدار توجه زیادی را در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک که دارای کمبود این ترکیبات هستند به خود جلب کرده است. افزودن کودهای آلی شامل بقایای گیاهی، کودهای دامی، کمپوست و ورمی‌کمپوست می تواند سبب افزایش ماده آلی خاک گردد. ترکیبات آلی علاوه بر افزایش ماده آلی خاک سبب بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک نیز می گردند. تحقیقات نشان می‌دهد که این ترکیبات سبب تغییر در قابلیت استفاده عناصر غذایی مانند پتاسیم، فسفر و نیتروژن می گردند. در این میان، تحقیقات کمی در مورد تأثیر مواد آلی بر قابلیت استفاده پتاسیم صورت گرفته است. اگر چه خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک دارای مقادیر بالای شکلهای پتاسیم می‌باشند اما امروزه در نتیجه کشاورزی فشرده و عدم کاربرد کودهای پتاسیم، مقدار این عنصر در خاک در حال کاهش و در برخی موارد کمبود این عنصر مشاهده شده است (بلالی و ملکوتی، ۱۳۷۷). ترکیبات آلی می توانند سبب تغییر در قابلیت استفاده این عنصر گردند. نجفی قیری و اولیایی (۱۳۹۳) تأثیرات مثبت ورمی‌کمپوست را بر افزایش مقدار شکل های مختلف پتاسیم خاک و در نتیجه قابلیت استفاده این عنصر نشان دادند. جلالی (۲۰۱۱) نشان داد که افزودن بقایای گیاهی به خاکهای آهکی ایران سبب تغییر در سرعت آزادسازی پتاسیم از فاز غیرتبادلی و تبدیل آن به شکل قابل استفاده می‌شود.
خاکهای مختلف توانایی مختلفی در نگهداری غلظت مناسب پتاسیم دارند. معمولا ترکیب کانی شناسی خاکها تاثیر مستقیم بر مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک دارد. نجفی قیری و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک ارتباط مشتقیم با مقدار میکای خاک دارد. معمولاً عوامل دیگری مانند ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، رژیم های رطوبتی و حرارتی خاک، وضعیت فیزیوگرافی و میزان تکامل خاک نیز بر قابلیت استفاده پتاسیم اثر می گذارد (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۱). شرایط رطوبتی خاک می تواند بر سرعت تجزیه و فرآورده های نهایی تجزیه ماده آلی اثر بگذارد. از طرف دیگر شرایط رطوبتی و نوسانات رطوبت خاک سبب تغییر در توزیع پتاسیم خاک به شکل های محلول، تبادلی و غیرتبادلی گردیده و می تواند قابلیت استفاده این عنصر را تحت تأثیر قرار دهد (کومادل و همکاران، ۲۰۰۶).
هدف از این مطالعه تاثیر افزودن ۱۱ نوع بقایای آلی بر تغییر قابلیت استفاده پتاسیم در دو نوع خاک رسی تحت شرایط رطوبتی ظرفیت زراعی و اشباع می‌باشد. نتایج این مطالعه می تواند در پیش بینی تغییرات پتاسیم خاک و چرخه این عنصر و در نتیجه وضعیت حاصلخیزی پتاسیم خاکهای تیمار شده با مواد آلی مهم باشد.

مواد و روش‌ها
در انتخاب خاکها با توجه به مطالعات نجفی قیری (۱۳۸۹) سعی گردید دو خاک رسی از دو منطقه اقلیمی متفاوت در استان فارس انتخاب گردند. این دو خاک از دو منطقه سپیدان با رژیم های رطوبتی و حرارتی به ترتیب زریک و مزیک و داراب با رژیم های رطوبتی و حرارتی به ترتیب اریدیک و هایپرترمیک و از عمق ۰-۳۰ سانتیمتر برداشت گردیدند. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه در هوای آزاد خشک و سپس کوبیده شده و برای انجام آزمایش های فیزیکی و شیمیایی از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند.
آزمایش های مختلف فیزیکی و شیمیایی شامل بافت خاک به روش هیدرومتری، پ هاش خاک در خمیر اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون، کربن آلی به روش سوزاندن تر با بیکرومات پتاسیم در مجاورت

اسید کرومیک غلیظ و تیتراسیون با فروسولفات آمونیوم و ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم انجام گردید. پتاسیم قابل استفاده خاک نیز با عصاره گیری نمونه های خاک با استات آمونیم یک نرمال پ هاش ۷ انجام گردید و مقدار پتاسیم به روش شعله سنجی اندازه گیری گردید.

آزمایش های مربوطه به تأثیر افزودن بقایای آلی و تیمارهای رطوبتی بر قابلیت استفاده پتاسیم خاک به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (۱۲×۲×۲×۳) روی ۲ خاک تحت دو رژیم رطوبتی (ظرفیت زراعی و اشباع) و ۱۲ نوع ماده آلی با سه تکرار انجام گرفت. به ۱۰۰ گرم خاک ۲ گرم ترکیبات آلی شامل بقایای باقلا، جو، نخود، یونجه و کود گوسفند، گاو، شتر، مرغ، کبوتر، بلدرچین و ورمی‌کمپوست اضافه گردید. تیمار بدون بقایای آلی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سپس نمونه ها موجود در ظروف پلاستیکی در رطوبت ظرفیت زراعی (۵۰ درصد رطوبت اشباع) و رطوبت اشباع و دمای ۲۲ درجه سلسیوس نگهداری شدند و در پایان نمونه ها هوا خشک شدند و پس از خرد کردن کاملاً مخلوط گردیده و سپس پتاسیم قابل استفاده به روش بیان شده در آنها اندازه گیری گردید.

جهت تجزیه آماری نمونه‌ها از نرم افزارهای SPSS و MSTATC و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های دو خاک مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. هر دو خاک دارای بافت سنگین بوده و شدیداً آهکی می‌باشند. خاک ۱ نماینده خاکهای ریزبافت منطقه سپیدان (آب و هوای سرد و نیمه مرطوب) و خاک ۲ نماینده خاکهای ریزبافت منطقه داراب (آب و هوای بسیار گرم و خشک) می‌باشد. بر اساس گزارش نجفی قیری (۱۳۸۹) کانی‌های غالب خاک ۱ اسمکتیت همراه با مقدار کمی ایلیت و کلریت و کانی‌های غالب خاک ۲ پالیگورسکیت، ایلیت، کلریت و کمی اسمکتیت می‌باشد.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

شماره نمونه	منطقه	درصد					پ هاش	CEC cmol kg⁻¹ (۱)	EC dS m⁻¹ (۱)
		ر س	سیلت	شن	CCE	کربن آلی			
۱	سپیدان	۴۳	۳۲	۲۵	۲۷	۷/۱	۴۰/۷	۲۴	۷۰/۰
۲	داراب	۵۲	۳۴	۱۴	۴۶	۹/۰	۰۷/۸	۱۸	۸۹/۱

قابلیت هدایت الکتریکی :EC ظرفیت تبادل کاتیونی؛ :CEC کربنات کلسیم معادل؛ :CCE

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای مختلف و اثرات متقابل آنها را بر مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود تأثیر نوع ترکیبات آلی، نوع خاک و اثرات متقابل آنها بر قابلیت استفاده پتاسیم معنی‌دار بوده است. نوع شرایط رطوبتی تأثیر معنی‌داری بر قابلیت استفاده پتاسیم نداشت.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس تأثیر کودهای آلی، نوع خاک و شرایط رطوبتی بر قابلیت استفاده پتاسیم خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بقایای آلی	۱۱	۱۴۴۱۱۵۵۵ **
شرایط رطوبتی	۱	۴۶۹ ns
کود آلی × شرایط رطوبتی	۱۱	۸۱۹۳۰ **
نوع خاک	۱	۲۹۲۹۸۰۲ **
کود آلی × نوع خاک	۱۱	۱۲۸۷۹۶۳ **
شرایط رطوبتی × نوع خاک	۱	۷۵۱۱ **
کود آلی × شرایط رطوبتی × نوع خاک	۱	۶۱۹۵۵ **
خطای کل	۹۶	۵۸۸۶۶
ضریب تغییرات	۰۶/۳	

همه بقایای آلی سبب افزایش معنی‌دار مقدار پتاسیم قابل استفاده نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۳) که البته این تأثیر برای تیمارهای مختلف ترکیبات آلی متفاوت بود. مقدار این افزایش از کمتر از ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (با کاربرد بقایای یونجه، ورمی‌کمپوست و کود شتر) تا بیش از ۸۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (با کاربرد بقایای جو و کود گوسفندی) متغیر بود.

جدول ۳- تغییرات پتاسیم قابل استفاده تحت تأثیر تیمار کودهای آلی، نوع خاک و شرایط رطوبتی

نوع ماده آلی	خاک سپیدان		خاک داراب		
	ظرفیت زراعی	اشباع	ظرفیت زراعی	اشباع	**میانگین**
شاهد	^{vw}۳۸۰	^{w}۳۵۰	^{vw}۳۷۳	^{t}۴۶۰	H۳۹۰
کود شتر	^{uv}۳۹۳	^{tu}۴۲۶	^{qrs} ۵۴۰	^{rs}۵۳۰	G۴۷۲
کود گاو	^{pq}۵۸۰	^{pqr}۵۶۷	^{ij}۱۰۲۷	^{hi}۱۰۶۳	E۸۰۹
کود گوسفند	^{kl}۹۱۷	^{j}۹۹۷	^{a}۱۶۴۷	^{c}۱۵۳۷	A۱۲۷۴
کود مرغ	^{j}۹۸۷	^{j}۱۰۰۰	^{cd}۱۴۹۷	^{e}۱۴۳۰	B۱۲۲۸
کود کبوتر	^{l}۸۹۰	^{m}۷۹۰	^{j}۱۰۱۷	^{kl}۹۲۰	D۹۰۴
کود بلدرچین	^{p}۶۰۰	^{pqr}۵۶۷	^{n}۷۲۰	^{n}۷۴۰	F۶۵۶
بقایا باقلا	^{n}۷۳۷	^{n}۷۳۰	^{f}۱۲۱۳	^{g}۱۱۱۰	C۹۴۷
بقایا جو	^{j}۹۹۷	^{gh}۱۰۷۷	^{de}۱۴۶۷	^{b}۱۵۸۳	A۱۲۸۰
بقایا نخود	^{o}۶۶۳	^{mn}۷۶۰	^{k}۹۳۳	^{kl}۹۱۰	E۸۱۶
کود ورمی کمپوست	^{vw}۳۶۳	^{uv}۴۰۰	^{rs}۵۲۶	^{qrs}۵۵۰	G۴۶۰
بقایا یونجه	^{vw}۳۷۰	^{tu}۴۳۰	^{s}۵۱۳	^{s}۵۱۰	G۴۵۶
میانگین	C۶۵۶	B۶۷۴	A۹۵۶	A۹۴۵	

.حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بین میانگین ها با آزمون دانکن می‌باشد

نوع خاک نیز بر قابلیت استفاده پتاسیم موثر بود. میانگین مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک داراب ۹۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و به طور معنی‌داری بیشتر از خاک سپیدان (۶۶۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. دلیل این امر می تواند تثبیت پتاسیم توسط کانی‌هایی مانند اسمکتیت در خاک سپیدان باشد (نجفی قیری و ابطحی، ۲۰۱۲). به طور کلی شرایط رطوبتی تأثیری بر قابلیت استفاده پتاسیم نداشت. اما اثر متقابل نوع خاک و شرایط رطوبتی بر آن معنی‌دار بود. در واقع همانگونه که در جدول ۳ نشان داده شده است شرایط رطوبتی سبب تغییر معنی‌دار مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک سپیدان شد؛ در حالیکه خاک داراب تحت تأثیر قرار نگرفت. شرایط اشباع پتاسیم قابل استفاده را نسبت به شرایط ظرفیت زراعی افزایش داد. در واقع کمتر بودن رطوبت در تیمارهای ظرفیت زراعی سبب غلیظ تر شدن پتاسیم در حجم کمتری از محلول خاک گردیده و شیب غلظت ایجاد شده بین محلول خاک و لایه های میکا، ورود یونهای پتاسیم را به این مکان‌ها و در نتیجه تثبیت آنها تسریع می‌کند (نای و تینکر، ۱۹۷۷). اثرات متقابل نوع بقایای آلی، نوع خاک و شرایط رطوبتی بر قابلیت استفاده پتاسیم معنی‌دار بود. بیشترین مقدار پتاسیم قابل استفاده در نمونه خاک داراب تیمار شده با بقایای جو و شرایط رطوبتی اشباع بود در حالیکه کمترین مقدار آن در خاک سپیدان بدون ماده آلی افزوده و شرایط اشباع مشاهده گردید. در واقع می‌توان بیان کرد که اگرچه اختلاف معنی‌داری بین دو خاک مورد مطالعه از نظر پتاسیم قابل استفاده وجود ندارد اما با افزودن ترکیبات آلی مقدار افزایش پتاسیم در خاک داراب بسیار بیشتر از خاک سپیدان است. این امر می‌تواند به دلیل تثبیت بالا و در نتیجه کاهش قابلیت استفاده این عنصر در خاک سپیدان که خاک شدیداً اسمکتیت است باشد. در واقع خاک سپیدان به دلیل مقدار بالای اسمکتیت و بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی و همچنین ظرفیت تثبیت بالاتر به صورت بافر عمل کرده و از تغییرات شدید پتاسیم خاک جلوگیری می‌کند.

منابع

بلالی م. ر. و ملکوتی، م. ج.. ۱۳۷۷. مطالعه تغییرات پتاسیم تبادلی در خاک های کشاورزی ایران. خاک و آب، جلد ۱۲(۳): ۵۹-۷۰.

نجفی قیری، م. ۱۳۸۹ . بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و کانی شناسی و وضعیت پتاسیم در خاك های استان فارس . پای ان نامه دکتری بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

نجفی قیری، م. و اولیایی، ح. ر.. ۱۳۹۳. تأثیر افزودن ورمی کمپوست و زئولیت بر تغییرشکلهای مختلف پتاسیم در خاکهای آهکی. علوم آب و خاک، ۶۹: ۶۱-۷۲.

Komadel P., Madejova J., Stucki J. W. ۲۰۰۶. Structural Fe(III) reduction in smectites. Appl Clay Sci. ۳۴:۸۸-۹۴.

Nye, P. H., and Tinker, P. B. ۱۹۷۷. Solute movement in the soil-root system. Berkeley (CA): University of California Press.

Jalali, M. ۲۰۱۱. Comparison of potassium release of organic residues in five calcareous soils of western Iran in laboratory incubation test. Arid Land Research and Management, ۲۵: ۱۰۱-۱۱۵.

Najafi-Ghiri M., Abtahi A., Owliaie H. R., Hashemi S. S., Koohkan H. ۲۰۱۱. Factors affecting potassium pools distribution in highly calcareous soils of southern Iran. Arid Land Research and Management, ۲۵: ۳۱۳-۳۲۷.

Abstract

Organic materials application may change K availability in calcareous soils. For this purpose, An experiment was done as factorial in completely randomized design with application of ۱۱ organic materials (alfalfa, barley, pea, broad bean residues, sheep, cow, camel, poultry, pigeon, quail manures and vermicompost), two soils and two moisture conditions (field capacity and saturation) with three replicates. Two percent organic materials was added to soil samples and incubated for one month and then available K was determined. Results indicated that all organic materials increased available K (from ۶۵ to ۸۹۰ mg kg-۱); but moisture condition had no significant effect. The content of available K in smectitic soil was significantly lower than palygorskitic soil (۶۶۵ vs. ۹۵۰ mg kg^{-1})

تخمین میزان تولید خالص بیوماس (Bn) و پتانسیل تولید(Y) برای محصول ذرت در دشت کوهدشت لرستان

روزیتا آزادبخت [۱]، اکبر سهرابی [۲]
۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان،۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

چکیده
در مناطق خشک و نیمه‌خشک و مخصوصا در کشور ایران،خاکها با مشکلات مختلف وجود دارند که بایستی مورد مطالعه قرار گرفته و از آنها استفاده بهینه به عمل آید. در این تحقیق تولید خالص بیوماس (Bn) و پتانسیل تولید (Y) محصول ذرت در دشت کوهدشت واقع در جنوب غرب استان لرستان تخمین زده شد . دشت کوهدشت بین ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۲۲دقیقه تا ۳۳درجه و ۳۴ دقیقه طول شمالی قرار دارد . و حداکثر درجه حرارت روزانه ۳۸ درجه در مرداد ماه و حداقل دمای روزانه ۲.۵- درجه در دی ماه است. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۴۵۰ میلی متر است هدف از این تحقیق تعیین پتانسیل تولید برای ذرت در دشت کوهدشت است. نتایج نشان داد که میزان عملکرد برای محصول ذرت در دشت کوهدشت برابر با ۹۱۴۷ کیلو گرم در هکتار است.

واژه‌های کلیدی: ذرت ،تولید خالص بیوماس ، پتانسیل تابشی - حرارتی ، خاکهای کوهدشت

مقدمه
در دنیای امروز، بخاطر رشد روز افزو ن جمعیت و توسعه شهرها از امکا ن گسترش سطح زیر کشت به مرور زمان کاسته می شود و در نتیجه نیاز شدیدی به استفاده بهینه از اراضی موجود احساس می گردد . هدف اصلی ارزیابی اراضی این است که با بررسی جنبه های فیزیکی و اجتماعی - اقتصادی اراضی، از هر زمینی، استفاده بهینه و پایدار صورت گیرد(گیوی، ۱۳۷۷). ارزیابی تناسب اراضی عبارتست از طبقه بندی اراضی در گروه ها و کلاس های مشخص بر حسب تناسب آنها برای انواع کاربری های مورد نظر می باشد . مطالعات تناسب اراضی با استفاده از خصوصیات اراضی و تطبیق آنها با جداول نیازهای رویشی گیاهان انجام می گیرد(سایس، ۱۹۹۳). یکی از مراحل اصلی ارزیابی تناسب اراضی است که براساس آن می توان بار وری اراضی مختلف را با یکدیگر مقایسه کرد. تخمین پتانسیل تابشی _ گرمایی بااستفاده از مدل فائو امکان تعیین تولید خالص بیوماس بااستفاده از اطلاعات مربوط به اقلیم و گیاه را فراهم می سازد. تولید پیش‌بینی شده از تأثیر محدودیت های خاك ، آب و مدیریت بر پتانسیل تولید حاصل می شود(گیوی، ۲۰۰۰). (فاریابی و سهرابی، ۱۳۹۳). ارزیابی کمی برای سویا ، ذرت و پنبه در شرق گرگان انجام دادند که نشان دادند بر اساس پارامترهای مختلف تولید پتانسیل سویا به روش فائو ۴۰۰۵ تن در هکتار می باشد(زالی و همکاران، ۱۳۹۰). تولید پتانسیل ذرت به روش پهنه بندی زراعی- اکولوژیکی و ارزیابی تناسب کمی آن برای منطقه قبادلو را تعیین کردند و مقادیر تولید پیش بینی شده برابر یا کمتر از تولید واقعی است این امر به دلیل سازکاری گیاه با شرایط خاک و کاهش اثر پارامتریک خاک بر تولید محصول، ریشه دوانی و ایجاد شرایط بهتر تهویه ای و تغذیه ای قابل توضیح است.
هدف برآورد تولید خالص بیوماس ودر نتیجه تولید پتانسیل برای ذرت در دشت کوهدشت بدون در نظر گرفتن محدودیت خاک و آب و مدیریت به منظور آگاهی از قابلیت تولید اراضی و تلاش در جهت رسیدن به حداکثرمیزان ممکن از این‌پژوهش در عملکرد در منطقه مورد بررسی قرار گرفت .

مواد و روش ها:
منطقه مورد مطالعه:
منطقه مورد مطالعه به مساحت ۲۲۵۰۰ هکتار در جنوب و جنوب غربی کوهدشت واقع در استان لرستان بین ۴۷ درجه و ۴۱دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۳۳درجه و ۳۴دقیقه عرض شمالی قرار دارد.
محاسبات:
برای محاسبه تولید بیوماس خالص از رابطه ۱ استفاده می شود) سایس و همکاران، ۱۹۹۱).

$$Bn=(0.36 * bgm * KLAI)/((1/L)+0.25*ct) \quad (1)$$

در این معادله Bn، وزن خالص کل گیاه زنده Bgm ، حداکثر وزن کل ناخالص گیاه زنده(کیلوگرم در هکتار) LAI شاخص سطح برگ و KLAI فاکتور تصحیح که برای LAI بیش از $5/m^2$ برابر ۱ است L . طول دوره رشد (روز) ، t میانگین دمای دوره رشد و Ct که ضریب تنفس از رابطه ۲ به دست می آید.

$$Ct= C30 (0.0044+0.0019t+0.0011t2) \quad (2)$$

تولید محصول از رابطه ۳ به دست می آید

$$Y= Bn\times Hi \quad (3)$$

که Y تولید محصول (کیلوگرم در هکتار) و Hi شاخص برداشت است.

نتایج و بحث:

نتایج محاسبات انجام شده جهت تخمین میزان تولید بیوماس و پتانسیل تولید در منطقه مورد مطالعه به صورت خلاصه در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول ۱- تخمین ضرایب پتانسیل عملکرد ذرت در دشت کوهدشت به روش فائو

۱- محاسبه حداکثر میزان تولید بیوماس ناخالص(bgm)		
Pm (حداکثر میزان فتوسنتز برگ)		۶۵
bo (حداکثر تولید ناخالص بایوماس در روزهای ابری)		۲۱۲.۵
bc(حداکثر تولید ناخالص بایوماس در روزهای صاف)		۳۱۸.۲۱
f(نسبت روزهایی که هوا ابری است)		./۳
۱-f(نسبت روزهایی که هوا صاف است)		./۷
bgm حداکثر میزان تولید بیوماس ناخالص		۵۶۴.۷
۲- محاسبه مقدار تولید بیوماس خالص		
C ۳۰(ضریب تنفسی برای غیر لگوم)		./۰۱۰۸
Ct ضریب تنفس		./۰۰۶
L (طول فصل رشد یا تعداد روز تا رسیدن)		۱۸۱روز
KLAIفاکتور تصحیح برای $LAI<5M^2/M^2$		./۹۰
Bn مقدار تولید بیوماس خالص		۲۶۱۳۷.۱
	شاخص برداشت Hi	./۳۵
Y (پتانسیل تولید ذرت بر حسب کیلوگرم در هکتار)		۹۱۴۷
درصد رطوبت		./۱۳
مقدار عملکرد(کیلو گرم در هکتار)		۲۹۵۳۴.۹

نظر به اهمیت بالای منابع طبیعی به ویژه منابع خاک در تامین امنیت غذایی ،مدیریت و برنامه ریزی جهت استفاده صحیح از این منابع ارزشمند امری ضروری است یکی از ابزارهای بسیار مهم و کاربردی جهت استفاده بهینه از خاک روش های گوناگون ارزیابی اراضی و همچنین ارزیابی اراضی و تعیین قابلیت و استعداد اراضی می باشد

همانگونه که جدول شماره ۱ نشان می دهد میزان عملکرد برای محصول ذرت در دشت کوهدشت بدون وجود محدودیتهای خاک،آب و مدیریت برابر ۹۱۴۷ کیلو گرم در هکتار می باشد که این مقدار چند برابر عملکرد منطقه است. ازاین رو می توا ن نتیجه گرفت با اعمال مدیریت صحیح و برطرف کردن محدودیتهای خاک می توان عملکرد کشاورزان را ارتقاء بخشید.

منابع:

زالی ورگهان ب . شهبازی ف . و حاج رسولی م . ۱۳۹۰ . تعیین تولید پتانسیل ذرت به روش پهنه بندی زراعی- اکولوژیکی و ارزیابی تناسب کمی آن برای منطقه قبادلو. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران

فاریابی آ . سهرابی ا . و قازانچایی ر . ۱۳۹۳ . مدل تخمین پتانسیل تولید حرارتی- تابشی - ذرت و سویا به روش مدل AEZ فائو در شرق گرگان استان گلستان

گیوی، ج. ۱۳۷۷. ارزیابی کیفی،کمی و اقتصادی تناسب و تعیین پتانسیل تولید اراضی برای محصولات عمده فلاورجان اصفهان ، موسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی ۴۳۶ صفحه

Givi J .Qulitative. q ulitative and economic land sutibility.In: proceeding of the 6th Iranin congress of crop production and plant breeding .۲۰۰۰. seq۳-۶;Babolsar,Iran;۲۰۰۰.p.۳۴۶.(in Persian , abstract in English)

Soil Survey Staff, ۱۹۹۹. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (۲th edition), U.S. Department of Agriculture Handbook, Washington D.C

Sys C, Van Ranst E and Dbaveys J (۱۹۹۳). Land evaluation part III, Crop requirements. General Administration for Development Cooperation, Brussels ۱۹۹.

Sys C, Van Ranst E and Debaveye J (۱۹۹۱b). Land evaluation part II, Methods in land evaluation General Administration for Development Cooperation, Brussels ۲۷۴.

:Abstract

In the arid and semie arid region, particularly in Iran, soils with various problems that should been studied and optimized to be used. In this study net production Biomass (Bn) and potential yield (Y) for Corn was carried in Kouhdasht plain that was located in South West of Lorestan province. Kouhdasht plain is between ۴۷˚,۴۱′ east longitude and ۳۳˚,۴۱′and ۳۳˚,۳۴′ north longitude. The maximum daily temperature is ۳۹℃ IN aug and the minimum daily temperature is -۲.۵℃ in Jan. The annual rainfall is ۴۵۰ mm. The aim of this research was determined RTPP for Corn in Kouhdasht plain . The results were shown that potential yield for Corn in kouhdasht plain, was ۹۱۴۷ kg per hectare .

اثر کاربرد بیوچار تهیه شده از کود گاوی و تنش رطوبتی بر غلظت نیتروژن در اندام هوایی لوبیا و خاک پس از برداشت آن

ادریس گویلی کیلانه [۱]، سید علی اکبر موسوی [۲]
۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲ - استادیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی در سال‌های اخیر سبب آسیب به کشاورزی، محیط زیست، صنایع و بهداشت و سلامت شده است. در اکثر خاک‌های ایران ماده آلی نسبتا کم است و در این شرایط استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار موجب ایجاد خطرات زیست محیطی می‌گردد. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی اثر کاربرد زغال زیستی تولید شده از کود گاوی بر غلظت نیتروژن در اندام هوایی گیاه لوبیا و خاک پس از برداشت آن در یک خاک آهکی انجام شد. تیمارها عبارت بودند از: شاهد، ۲۵/۱، ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی به همراه سطوح رطوبتی ۱۰۰، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه. نتایج حاصل نشان داد که کاربرد مقادیر ۲۵/۱، ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی به‌ترتیب سبب افزایش ۶۶، ۱۰۵ و ۱۷۵ درصدی غلظت نیتروژن خاک در مقایسه با شاهد شد. همچنین سطوح رطوبتی ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه به‌ترتیب موجب افزایش ۹ درصدی و کاهش ۱۱ درصدی میزان غلظت نیتروژن در خاک پس از برداشت گیاه لوبیا گشتند. از طرفی کاربرد مقادیر ۲۵/۱، ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی حاصل از کود گاوی اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن در اندام هوایی گیاه لوبیا نداشتند درحالی‌که سطوح رطوبتی ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه به‌ترتیب موجب افزایش ۲۵ و ۳۷ درصدی غلظت نیتروژن در اندام هوایی گیاه لوبیا شدند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، اندام هوایی، غلظت نیتروژن، زغال‌زیستی، رطوبت ظرفیت مزرعه

مقدمه
در اقلیم خشک و نیمه خشک که قسمت عمده کشور ایران را نیز شامل می‌شود، عدم پوشش گیاهی کافی و مناسب موجب کاهش بازگشت بقایای گیاهی به خاک و در نتیجه کمبود مواد آلی شده است(افیونی، ۱۳۸۴). نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی می‌باشد. نیتروژن در گیاهان بالاترین غلظت را داشته و نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد. به‌طوری که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد را محدود می‌کند. نیتروژن در تمامی سلول‌های زنده موجود است، جزئی از کلروفیل بوده و در تمام پروتئین‌ها از جمله آنزیم‌ها و بسیاری ترکیبات دیگر یافت می‌گردد. کمبود نیتروژن سبب زرد شدن برگ‌ها شده و موجب کاهش رشد می‌شود. با عرضه مقادیر کافی نیتروژن رشد رویشی سریع بوده و برگ‌ها سبز پر رنگ شوند. نیاز زیاد گیاهان و توانایی کم خاک‌ها جهت تأمین نیتروژن قابل استفاده به گیاه باعث گردیده است که نیتروژن در مقیاس جهانی محدود کننده ترین عنصر به شمار آید (ملکوتی، ۱۳۷۳). از طرفی مقدار نیتروژن در خاک با مقدار مواد آلی رابطه مستقیم دارد و در مناطقی که مواد آلی خاک به دلایلی کم بوده، نیتروژن خاک که به‌عنوان یک عنصر ضروری برای رشد گیاه محسوب می‌شود، به‌همان مقدار کاهش یافته است (تات، ۲۰۰۰). به همین دلیل کشاورزان مدام در تلاش بوده‌اند تا با تامین نیاز غذایی گیاه به ویژه از طریق مصرف کودهای شیمیایی، بازگرداندن بقایا به خاک و سوزاندن بقایا (مدیریت سنتی)، تولید محصول را تا حد امکان افزایش دهند (ماری و همکاران، ۱۹۹۶). مدیریت سنتی مواد اولیه اغلب منجر به تولید گازهای گلخانه ای مانند متان و اکسید نیتروژن می‌شود، همچنین کود حیوانی که دارای مقدار زیادی کربن و نیتروژن می‌باشد اغلب تجزیه شده و گازهای متان و اکسید نیتروژن آزاد می‌کند. متان و اکسید نیتروژن که جزء گازهای گلخانه‌ای هستند، پتانسیل آن‌ها در تغییر اقلیم به‌ترتیب ۲۵ و ۲۹۸ بار بیشتر از دی اکسید کربن است (فورستر و همکاران، ۲۰۰۷). مواد آلی نقش قابل ملاحظه‌ای در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و تامین بعضی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه داشته و می‌توان از آن‌ها برای اصلاح ویژگی‌های نامطلوب خاک و افزایش پایدار محصول استفاده کرد (افیونی، ۱۳۸۴). کودهای شیمیایی از عوامل اصلی حاصلخیزی خاک به شمار می‌روند، در این رابطه استفاده از کودهای شیمیایی سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک به نظر می‌رسد، ولی آلودگی خاک و آب ناشی از مواد شیمیایی و کاهش تولیدات کشاورزی، سبب ایجاد مشکلات در این زمینه شده است (سوازی و همکاران، ۱۹۹۹). استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی علاوه بر اتلاف سرمایه و خسارت مالی، موجب آلودگی منابع آب و خاک، بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک، کاهش بازده محصولات کشاورزی، تجمع مواد آلاینده (نظیر نیترات) در اندام‌های گیاهی و به طور کلی به خطر افتادن حیات سلامت انسان‌ها و سایر موجودات زنده شده است. امروزهاستفاده از کودهای سبز و همچنین بهره‌گیری از بقایای مواد آلی در خاک به عنوان بخشی از برنامه های کشاورزی پایدار جایگزین کودهای شیمیایی شده است، بدین صورت می‌توان بدون افزایش کودهای شیمیایی، حاصلخیزی خاک را افزایش داد .(گلاین، ۲۰۰۲) بیوچار می‌تواند منبع تغذیه مستقیم برای گیاه باشد و بسیاری از عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر، و پتاسیم را برای گیاه فراهم کند و سبب افزایش غلظت این عناصر در گیاه شود(جو و همکاران، ۲۰۰۷). (منتوی و همکاران، ۲۰۰۵) گزارش کردند که لجن فاضلاب موجب افزایش ماده آلی، نیتروژن کل، و فسفر قابل دسترس در خاک می‌شود. (دلوکا و همکاران، ۲۰۰۶) بیان کردند اضافه کردن بیوچار به

خاک ممکن است میزان نیتریفیکاسیون خالص را افزایش دهد. (کاف و همکاران، ۲۰۱۰)بیان کردند که کاربرد بیوچار می‌تواند تحرک یا مهار فعالیت میکروبی را که منجر به افزایش و یا کاهش نیتریفیکاسیون می‌شود تحت تأثیر قرار دهد، که بیشتر بر دسترسی نیتروژن تأثیر گذار می‌باشد.

بررسی منابع حاکی از کمبود مطالعه در زمینه تاثیر زغال زیستی بر غلظت نیتروژن در خاک و گیاه لوبیا می‌باشد. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی تاثیر مقادیر مختلف زغال زیستی (بیوچار) حاصل از کود گاوی به عنوان اصلاح کننده ارزان قیمت و سهل‌الوصول بر غلظت نیتروژن در گیاه لوبیا و خاک پس از برداشت آن انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مقدار مورد نیاز خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک آهکی سری کوی اساتید (Loamy-skeletal over fragmental, carbonatic, mesic, Fluventic Xerorthents) واقع در منطقه باجگاه استان فارس (در ارتفاع ۱۸۱۰ متری از سطح دریای آزاد و در محدوده طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی) جمع‌آوری شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی متری اندازه‌گیری شد (جدول ۱). همچنین جهت تهیه بیوچار از کود گاوی استفاده شد. کود گاوی پس از جمع آوری، هوا خشک شده و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری در ورقه آلومینیومی بسته بندی و به مدت تقریبا چهار ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سیلیوس در داخل کوره قرار داده شد تا فرآیند پیرولوسیس انجام شود. سپس بیوچار تولید شده از کوره خارج شده و برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آن اندازه‌گیری شد(جدول ۱). آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی، در سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح بیوچار (صفر، ۲۵/۱، ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی)، سه سطح رطوبتی (ظرفیت مزرعه (بدون تنش)، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه) بر روی گیاه سویا بود. در ابتدا با توجه به تیمارهای بیوچار نمونه‌های خاک به وزن سه کیلوگرم آماده سپس در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد. به منظور جلوگیری از کمبود احتمالی سایر عناصر غذایی و براساس نتایج آزمون خاک عناصر نیتروژن، آهن، منگنز، روی، و مس به‌ترتیب به مقدار ۱۵۰، ۱۰،۱۰،۱۰ و ۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک و از منابع اوره، سکوسترین آهن، سولفات منگنز، کلات روی و سولفات مس و به صورت محلول به خاک اضافه شد. سپس خاک درون کیسه‌ها کاملا مخلوط شده و به داخل گلدان‌های سه کیلوگرمی منتقل شد. در هر گلدان ۵ عدد بذر لوبیا در عمق مناسب کاشته شد. پس از سه هفته گیاهان تنک شده و ۲ بوته در گلدان باقی ماند. در طول فصل رشد دمای حداقل و حداکثر گلخانه با دماسنج ثبات اندازه‌گیری شد. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و با توزین روزانه و تا رسیدن به حد ظرفیت مزرعه انجام شد. پس از برداشت گیاهان و توزین و شستشو، مواد گیاهی در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. سپس نمونه‌ها پس از توزین به‌وسیله آسیاب برقی پودر شدند و پس از خشک سوزانی و حل شدن در اسیدکلریدریک ۱ نرمال و عبور از کاغذ صافی، غلظت نیتروژن با روش کجلدال (برمنر، ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. همچنین نیتروژن موجود در خاک گلدان‌ها نیز به روش کجلدال اندازه‌گیری شد.

.جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی* خاک و زغال زیستی مورد مطالعه

ویژگی	EC (dS/m)	OM (%)	pH	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)	کلاس بافت	N (%)
خاک	۵۳/۰	۱۹/۱	۵۳/۷	۴/۱۴	۶/۴۱	۴۴	رسی سیلتی	۱۱۳/۰
زغال زیستی	۰۰/۱۴	-	۰۲/۱۰	-	-	-	-	۹۵/۱

.به‌ترتیب قابلیت هدایت الکتریکی، میزان ماده آلی و پ‌هاش می‌باشند pH و EC، OM .*

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های اندازه‌گیری شده حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد و میانگین ویژگی‌های خاکی وگیاهی مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن و در سطح آماری پنج درصد با یکدیگر مقایسه شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل (جدول ۲) نشان که کاربرد مقادیر ۲۵/۱، ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی حاصل از کود گاوی به‌ترتیب موجب افزایش ۶۶، ۱۰۵ و ۱۷۵ درصدی غلظت نیتروژن خاک در مقایسه با شاهد شد و همچنین سطوح رطوبتی ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه به‌ترتیب موجب افزایش ۹ درصدی و کاهش ۱۱ درصدی میزان غلظت نیتروژن در خاک پس از برداشت گیاه لوبیا گشتند، که با نتایج (منتوی و همکاران، ۲۰۰۵) که گزارش کردند لجن فاضلاب موجب افزایش ماده آلی، نیتروژن کل، و فسفر قابل

دسترس در خاک می شود همخوانی دارد [۱۰]. از طرفی نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی مربوط به غلظت نیتروژن در گیاه لوبیا (جدول ۳) نشان داد که کاربرد مقادیر ۲۵/۱، ۵۰/۲ و ۰۰/۵ درصد وزنی زغال زیستی حاصل از کود گاوی اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن نداشتند درحالی‌که سطوح رطوبتی ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه به‌ترتیب موجب افزایش ۲۵ و ۳۷ درصدی غلظت نیتروژن در اندام هوایی گیاه لوبیا شد. پس می‌توان گفت با نتایج بوستانی و همکاران (۱۳۹۰) که بیان کردند کاربرد لجن فاضلاب سبب افزایش معنی‌دار نیتروژن، فسفر، آهن، روی، مس، منگنز در گیاه اسفناج شد و (بازکورت و همکاران، ۲۰۰۳) که مشاهده کردند کاربرد لجن فاضلاب غلظت نیتروژن برگ ذرت را افزایش داد همخوانی ندارد [۱۵].

جدول ۲ - اثر بیوچار و سطوح رطوبتی خاک بر درصد نیتروژن در خاک پس از برداشت لوبیا.

سطوح رطوبتی (درصد ظرفیت مزرعه)	بیوچار (درصد وزنی) ۰	۲۵/۱	۵/۲	۵	میانگین
۱۰۰	۰/۰۹۸۰ e	۰/۱۰۵۷ e	c ۰/۱۳۸۰	۰/۱۸۴۰b	۰/۱۳۱ B ۴
۷۰	۰/۱۰۲۰ e	۰/۱۱۹۷ d	c ۰۱۴۷۰	a ۰/۲۰۵۷	۰/۱۴۳ A ۶
۵۵	۰/۰۱۰۳ f	۰/۱۲۳۰ d	c ۰/۱۴۶۷	b ۰/۱۸۸۰	۰/۱۱۷ C ۰
میانگین	۰/۰۷۰۱ D	۰/۱۱۶۱ C	B ۰/۱۴۳۹	A ۰/۱۹۲۶	

*. اعدادی که در بدنه جدول در یک حرف کوچک و میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار آماری ندارند.

.جدول ۳ - اثر بیوچار و سطوح رطوبتی خاک بر درصد نیتروژن در گیاه لوبیا

سطوح رطوبتی (درصد ظرفیت مزرعه)	بیوچار (درصد وزنی) ۰	۲۵/۱	۵/۲	۵	میانگین
۱۰۰	۲/۰۱ f	ef ۲/۳۱	e ۲/۴۲	d ۲/۷۶	C ۲/۳۷
۷۰	cd ۲/۹۳	d ۲/۷۸	cd ۳۱۰	cd ۳/۰۸	B ۲/۹۷
۵۵	ab ۳/۴۷	a ۳/۵۰	bc ۳/۱۶	d ۲/۸۰	A ۳/۲۴
میانگین	A ۲/۸۰	A ۲/۸۷	A ۲/۸۹	A ۲/۸۸	میانگین

اعدادی که در بدنه جدول در یک حرف کوچک و میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ مشترک هستند بر .* .اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار آماری ندارند

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد افزودن بیوچار سبب افزایش فراهمی نیتروژن در خاک گشت در حالی‌که اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن در اندام هوایی لوبیا نداشت. می توان از بیوچار به‌عنوان یک کود آلی بدون آلودگی در مقایسه با افزودن کودهای شیمیایی و همچنین مدیریت سنتی ضایعات کشاورزی که مشکلات زیست محیطی و خطراتی برای سلامت انسان داشتند استفاده نمود. البته پیشنهاد

می شود آزمایش در شرایط مزرعه و با سطوح دیگر بیوچار و همچنین منابع دیگر تولید بیوچار و رطوبت خاک انجام و سپس توصیه های لازم بر اساس نتایج حاصل انجام شود.

مراجع

افیونی، م. ۱۳۸۴. بررسی اثرات زیست محیطی استفاده از کودهای آلی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، گزارش علمی، ش ۱۱۵۱.

بوستانی، ح. ر. و ع. رونقی. ۱۳۹۰. مقایسه اثر کاربرد لجن فاضلاب و کود شیمیایی بر عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی در گیاه اسفناج در سه بافت یک خاک آهکی. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۶: ۶۵-۷۳.

ملکوتی، ج. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

Bozkurt, M. A and T. Yarilgac. ۲۰۰۳. The effects of sewage sludge applications on the yield, growth, nutrition and heavy metal accumulation in apple trees growing in dry conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. ۲۷(۵): ۲۸۵-۲۹۲.

Bremner, J. M. ۱۹۹۶. Nitrogen total. In: Methods of Soil Analysis. (Eds.). D. L. Sparks et alPart ۳. American *Society* of Agronomy, Inc: Madison, WI. USA.

Clough, T. J and L. M. Condron. ۲۰۱۰. Biochar and the nitrogen cycle: Introduction. Journal of Environmental Quality. ۳۹(۴): ۱۲۱۸-۱۲۲۳.

DeLuca, T. H., M. D. MacKenzie, M. J. Gundale and W. E. Holben. ۲۰۰۶. Wildfire-produced charcoal directly influences nitrogen cycling in Ponderosa pine forests. Soil Science Society of America Journal. ۷۰(۲): ۴۴۸-۴۵۳.

Forster, P. V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz, R. Van Dorland . Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Solomon S., D. Qin, M. R. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller (eds.), Climate Change ۲۰۰۷: The Physical

Glyn, M. F. ۲۰۰۲. Mineral nutrition, production and artemisin content in Artemisia annual. Acta Horticulture. ۴۲۶: ۷۲۱-۷۲۸.

Ju, X. T., C. L. Kou, P. Christie, Z. X. Dou and F. S. Zhang. ۲۰۰۷. Changes in the soil environment from excessive application of fertilizers and manures to two contrasting intensive cropping systems on the North China Plain. Environmental Pollution. ۱۴۵(۲): ۴۹۷-۵۰۶.

Mantovi, P., G. Baldoni and G. Toderi. ۲۰۰۵. Reuse of liquid, dewatered, and composted sewage sludge on agricultural land: effects of long-term application on soil and crop. Water research. ۳۹(۲): ۲۸۹-۲۹۶.

Mary B, Recous S, Darwis D, Robin. ۱۹۹۶. Interactions between decomposition of plant residues and nitrogen cycling in soil. Plant and Soil ۱۸۱: ۷۱-۸۲.

Saviozzi, A., A. Biasci, R. Riffaldi, and R. Levi-Minz. ۱۹۹۹. Long-term effects of farmyard manure and sewage sludge on some soil biochemical characteristics. Biol. Fert. Soils. ۳۰: ۱۰۰-۱۰۶.

Tate, R. L. ۲۰۰۰. Soil Microbiology. John Wily and Sons. New York, USA,

Abstract

In the recent years extra usage of chemical fertilizer has been caused damage on agriculture, environment, industry and hygiene. Organic matter is relatively low in majority of soils in Iran, and continuous use of N fertilizer would create environmental hazards in this situations. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of cattle manure biochar on N concentration of bean shoots and its postharvest calcareous soil. Treatments consisted of : control, ۱.۲۵, ۲,۵۰ and ۵.۰۰ %w of cattle manure biochar along with moisture levels of ۱۰۰, ۷۰ and ۵۵% of field capacity. Results showed that application of ۱.۲۵, ۲.۵۰ and ۵.۰۰ of biochar increased soil N concentration by ۶۶, ۱۰۵ and ۱۷۵ %, respectively as compared to that of control. Soil moisture levels of ۷۰ and ۵۵ %FC respectively increased and decreased postharvest soil N concentration by ۹ and ۱۱%. On the other hand application of ۱.۲۵, ۲.۵۰ and ۵.۰۰ of biochar did not bean plant shoot N concentration as compared to that of control. Soil moisture levels of ۷۰ and ۵۵ % FC respectively increased bean plant shoot concentration by ۲۵ and ۳۷%.

مقایسه روش‌های میانیابی جهت تهیه نقشه پراکنش مکانی پتاسیم و فسفر خاک(مطالعه موردی: منطقه لنجانات اصفهان)

مهرداد رضایی فرد [۱]، حسین شریعتمداری [۲]، نورایر تومانیان [۳]، جواد عسگری [۴]، علی اکبر زارع [۵]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳- استادیار مرکز تحقیقات و منابع طبیعی استان اصفهان، ۴- دانشیار دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۵- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
به دلیل پیچیدگی توزیع مکانی ویژگی‌های خاک و زیاد بودن تغییرات در خاک، استفاده از روش‌های تخمینی مبتنی بر زمین آمار برای برآورد ویژگی‌های خاکی در نقاط نمونه‌برداری نشده ضروری به نظر می‌رسد. تغییرپذیری خاک در فواصل کوتاه موجب می‌گردد که نقاط مختلف آن از نیازهای تغذیه‌ای متفاوت برخوردار باشد. این تحقیق در سطح ۵۰ هزار هکتار از اراضی منطقه لنجانات استان اصفهان به منظور تعیین پراکنش مکانی پتاسیم و فسفر خاک انجام شد. توزیع مکانی عناصر با روش‌های میانیابی کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) بررسی شد. نتایج بیانگر وجود ساختار مکانی قوی در مورد پتاسیم و دقت بالای مقادیر تخمین زده شده به کمک هر دو روش میانیابی می‌باشد اما در مورد فسفر هر دو روش تخمین از دقت پایینی برخوردار بود که شاید به دلیل تغییرات غیرساختاری فسفر در خاک باشد.

واژه‌های کلیدی: زمین آمار، لنجانات، پتاسیم، فسفر

مقدمه
اگرچه در حال حاضر مهم‌ترین هدف در برنامه حاصلخیزی خاک‌های کشور توصیه بهینه کود در راستای تولید پایدار در محصولات کشاورزی عنوان شده است اما بخش بزرگی از خاک‌های کشاورزی با فقر مواد آلی، تهی شدن عناصر غذایی، کارایی زراعی کم عناصر غذایی، مصرف نامتعادل کود و عوارض نامطلوب ناشی از اثرات زیست محیطی کاربرد کودهای شیمیایی و فرسایش خاک مواجه است. از آنجایی که تغییرپذیری خواص خاک دارای دو جزء وابسته به مکان و تصادفی می‌باشد. روش‌های آمار کلاسیک جزء وابسته به مکان تغییرات را در نظر نمی‌گیرند. لذا این روش‌ها جهت بررسی تغییرپذیری مکانی خواص خاک مناسب نمی‌باشند. روش‌های آماری که قادر به در نظر گرفتن جزء وابسته به مکان تغییرات می‌باشد، زمین آمار[۱۹۳] نامیده می‌شود (Isaaks and Srivastava. ۱۹۸۹). این علم یکی از دقیق‌ترین روش‌هایی است که علاوه بر توصیف تغییرات مکانی و زمانی قادر به تهیه نقشه‌های کمی با حداقل واریانس ممکن می‌باشد(Webster and Oliver. ۲۰۰۱). ولنهاپت و همکاران (۱۹۹۴) دو روش وزن‌دهی عکس فاصله و کریجینگ را برای تهیه نقشه پتاسیم و فسفر در دو مزرعه مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که دقت نسبی روش کریجنیگ بیشتر از روش وزن‌دهی عکس فاصله (IDW)[۱۹۴] بود. فاتحی(۱۳۹۱) در تحقیقی، از روش کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله برای تهیه نقشه پراکنش فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و کربن آلی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام آباد غرب استفاده کرد و با استفاده از این دو روش نقشه‌های کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب تهیه شد.

مواد و روش‌ها
موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
منطقه مورد مطالعه در بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۱۶۹۲ متری از سطح دریا واقع گردیده است. در مجموع مساحت سه منطقه مطالعاتی (زرین‌شهر، طالخونچه و نجف‌آباد) مورد نظر بیش از ۵۰ هزار هکتار می‌باشد.

نمونه‌برداری خاک و تجزیه‌های آزمایشگاهی
نمونه‌برداری توسط بخش تحقیقات خاک و آب استان اصفهان بصورت شبکه‌بندی منظم ۵۰۰ متری از عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری صورت گرفته و در محل نمونه‌برداری نسبت به تهیه یک نمونه خاک مرکب سطحی (در ۱۱۸۰ نقطه) که حداقل از ۹ نمونه مرکب ساده تشکیل می‌شود اقدام شد و در نمونه‌های تهیه شده پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر و فسفر به روش اولسن توسط این بخش اندازه‌گیری شد.

---
[۱۹۳] Geostatistics
[۱۹۴] Inverse Distance Weighting

آنالیز اطلاعات

الف) توصیف آماری متغیرها

مهم‌ترین آماره‌های توصیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۷ محاسبه گردیدند.

ب) آنالیز همبستگی مکانی

مدل ساختار مکانی متغیرهای نرمال توسط برنامه Variowin ۲.۲ جهت محاسبه و ترسیم تغییرنما صورت گرفت. پس از محاسبه و ترسیم تغییرنما در جهات مختلف وضعیت همسانگردی و ناهمسانگردی خصوصیات مورد مطالعه بررسی گردید. در این مطالعه دامنه همبستگی در سه زاویه صفر، ۴۵ و ۹۰ درجه و با درجه تحمل ۵/۲۲ درجه مورد مطالعه قرار گرفت(حسنی‌پاک و شرف‌الدین، ۱۳۸۰). در این مطالعه پس از تعیین بهترین مدل تغییرنما از روش‌های میانیابی کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) پراکنش مکانی عناصر تخمین زده شد.

ج)کنترل اعتبار تغییرنما

کنترل اعتبار تغییرنما، در واقع تخمین هر نقطه نمونه‌برداری شده با استفاده از مقادیر نمونه‌های همسایه (بدون در نظر گرفتن مقدار آن نمونه)، با روش کریجینگ می‌باشد. در این مطالعه از معیارهای آماری زیر برای کنترل تغییرنما استفاده شد(جانگ و لی، ۱۹۹۸).

$$\text{MEE}^{195} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[Z^*(x_i) - z(x_i)] \quad (1)$$

$$\text{A min}^{196} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[Z^*(x_i) - z(x_i)]^2 \quad \text{MSEE} \quad (2)$$

$$\text{A min}^{197} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(Z - Z^*)^2} \quad \text{RMSE} \quad (3)$$

نتایج و بحث

الف) توصیف آماری متغیرها

خلاصه‌ای از وضعیت متغیرهای منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. متغیرها دارای توزیع با چولگی مثبت می‌باشند. در متغیرهای مورد بررسی مقدار کشیدگی کمتر از ۴ بود، بنابراین می‌توان توزیع نرمال را برای آنها در نظر گرفت.

جدول ۱- وضعیت متغیرهای مورد مطالعه منطقه

متغیر(mg/kg)	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس	ضریب تغییرات(%)	کشیدگی	چولگی
پتاسیم(لگاریتم داده‌ها)	۷/۱	۷۸/۲	۲۲/۲	۱۵/۰	۰۲/۰	۳/۶	۰۶۸/۰	۲/۰
فسفر	۷/۱	۶/۸۲	۸/۲۶	۵/۱۴	۷/۲۱۱	۲/۵۴	۱۶/۰-	۵۵/۰

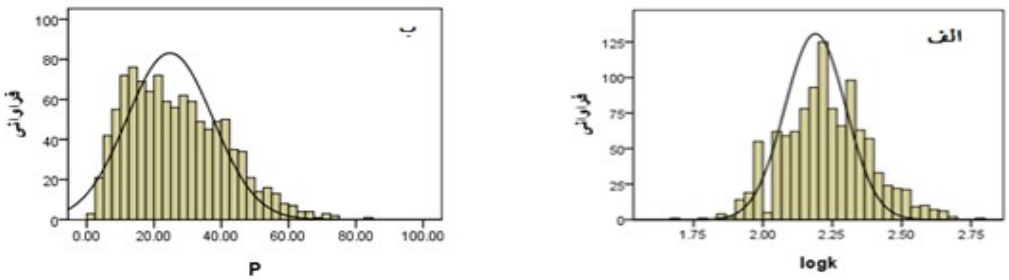
ب) وضعیت توزیع متغیرها

ویژگی‌های توزیع فراوانی داده‌ها و منحنی احتمال نرمال در مورد متغیرهای مورد مطالعه در شکل ۱ ارائه شده است. متغیرها از توزیع نرمال برخوردار می‌باشند. لازم به ذکر است منحنی‌های موجود پس از خروج داده‌های پرت ترسیم شده‌اند.

[195] Mean Square Estimation Error

[196] Mean Estimation Error

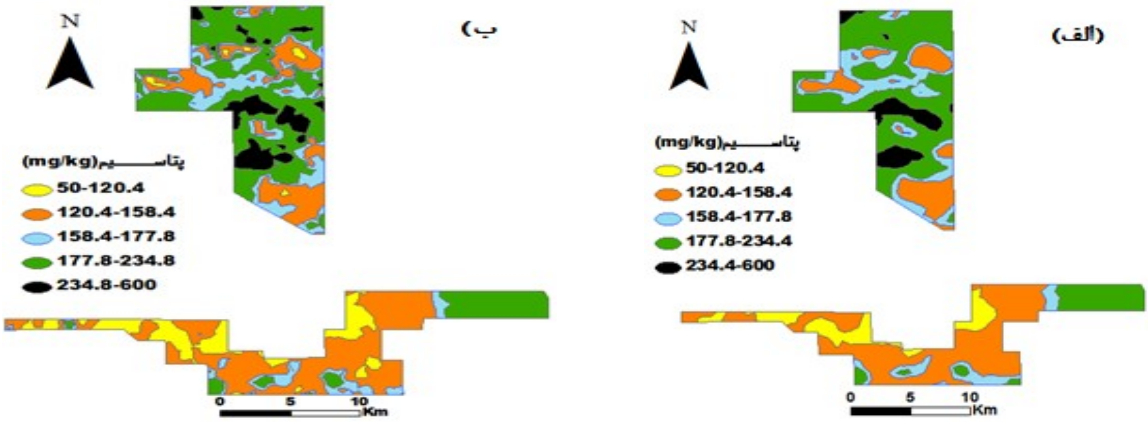
[197] Root Mean Squared Error



خاک در منطقه مطالعاتی (mg/kg)ب) فسفر (mg/kg لگاریتم داده‌ها)شکل ۱- توزیع فراوانی‌نما و منحنی نرمال الف)پتاسیم

ج) نقشه پراکنش مکانی متغیرها
پتاسیم خاک

شکل ۲ نقشه کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) پتاسیم خاک را نشان می‌دهد. قسمت عمده منطقه دارای پتاسیم بین ۴/۱۲۰ تا ۴/۲۳۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. با توجه به این که حد بحرانی پتاسیم در خاک‌های کشور با استفاده از روش عصاره‌گیر استات آمونیوم و نوع محصول حداقل ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای گندم و ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای برنج (ملکوتی و همکاران ۱۳۸۴) می‌باشد، لذا نتایج این مطالعه نشان می‌دهد خاک‌های منطقه از نظر میزان پتاسیم دارای سطح حاصلخیزی بالایی نمی‌باشند. و ضمن این که کشت غالب منطقه مورد مطالعه برنج و گندم می‌باشد لذا نیاز است جهت کشت از کودهای حاوی پتاسیم استفاده گردد. خادمی و همکاران (۱۳۸۴) گزارش نمودند که ۳۷ درصد خاک‌های زیر کشت گندم در کشور دچار کمبود پتاسیم (پتاسیم قابل استفاده کمتر از ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، ۷۰ درصد دچار کمبود فسفر (فسفر قابل استفاده کمتر ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌باشند. لازم به ذکر است هر دو روش میانیابی در این مطالعه از دقت تقریباً یکسانی برای تخمین پتاسیم خاک منطقه برخوردار بودند.



شکل ۲- نقشه پراکنش مکانی پتاسیم الف) کریجینگ معمولی ب) وزن‌دهی عکس فاصله در منطقه مورد مطالعه

مقایسه داده‌های واقعی و حاصل از تخمین پتاسیم خاک در منطقه مورد مطالعه

جهت مقایسه روش‌های تخمین کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) همانند کنترل تغییرنما علاوه بر معیارهای آماری RMSE، MSEE، MEE از ضریب همبستگی پیرسون نیز استفاده گردید. جهت محاسبه این معیارهای آماری از ۱۵۰ داده معیار در منطقه مطالعاتی برای متغیر پتاسیم استفاده گردید. نتایج حاصل از این مقایسه در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج حاصل از مقایسه روش‌های تخمین بیانگر مناسب بودن تخمین پتاسیم توسط کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) می‌باشد. مقادیر خیلی پایین MSEE و RMSE و ضریب پیرسون متوسط بین مقادیر واقعی و تخمین زده شده حاکی از تخمینی مناسب در مورد متغیر پتاسیم بودند.

جدول ۲- مقایسه کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) خاک با داده‌های واقعی پتاسیم (لگاریتم داده‌ها)

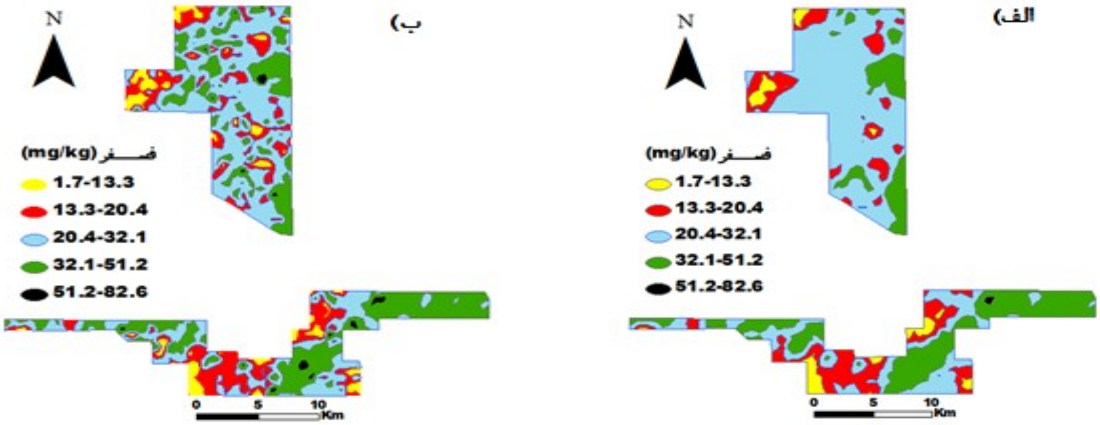
معیار	داده‌های واقعی	کریجینگ معمولی	وزن‌دهی عکس فاصله (IDW)
تعداد	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰

	۲۲/۲	۲۳/۲	۲۲/۲
میانگین			
انحراف استاندارد	۱۴۶/۰	۰۹۷/۰	۰۹۷/۰
حداقل	۸۷/۱	۰۱/۲	۰۱/۲
چارک اول	۱/۲	۱۵/۲	۱۴/۲
میانه	۲۳/۲	۲۲/۲	۲۲/۲
چارک سوم	۳۲/۲	۳/۲	۳/۲
حداکثر	۵۷/۲	۴۶/۲	۴۶/۲
MEE	-	۰۰۵/۰	۰۰۳/۰
MSEE	-	۰۱۶/۰	۰۱۷/۰
RMSE	-	۱۳/۰	۱۳/۰
ضریب پیرسون	-	۵۲/۰**	۵۰/۰**

**.در سطح ۱% معني‌دار است **

فسفر خاک

شکل ۳ نقشه پراکنش مکانی فسفر خاک از روش‌های میانیابی کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) را نشان می‌دهد. قسمت عمده منطقه دارای فسفر بین ۴/۲۰ تا ۱/۳۲ میلي‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. با توجه به این که حد بحرانی فسفر در خاک‌های آهکی با استفاده از روش اولسن ۱۵ میلي‌گرم بر کیلوگرم (ملکوتی و همکاران ۱۳۸۴) می‌باشد، لذا نتایج این مطالعه نشان می‌دهد خاک‌های منطقه از نظر میزان فسفر دارای حاصلخیزی خوبی می‌باشند. همچنین هر دو روش میانیابی از دقت تقریباً یکسانی برای تخمین فسفر خاک منطقه برخوردار بودند.



شکل ۳- نقشه پراکنش مکانی فسفر الف) کریجینگ معمولی ب) وزن‌دهی عکس فاصله در منطقه مورد مطالعه

مقایسه داده‌های واقعی و حاصل از تخمین فسفر خاک در منطقه مورد مطالعه

در این روش مراحل کار همانند پتاسیم بود و نتایج حاصل از این مقایسه در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج حاکی از اثر پیرایشی زیاد این دو روش تخمین می‌باشد. به نحوی که انحراف استاندارد از ۴/۱۴ در مورد داده‌های واقعی به حدود نصف در مقادیر تخمین زده شده کاهش یافته است. با این وجود میانگین مقادیر تخمین زده شده و مقادیر واقعی تقریباً مشابه است. مقادیر بالای MSEE در مورد تخمین‌های انجام شده نامناسب بودن تخمین‌ها را بیان می‌نمایند. ولی بایستی به این نکته توجه نمود که انحراف استاندارد در مورد داده‌های واقعی این متغیر بالا می‌باشد. بالا بودن انحراف استاندارد بیانگر تغییرات شدید این متغیر می‌باشد. شاید دلیل اصلی دقت پایین تخمین غلظت فسفر با روش‌های میانیابی ذکر شده تغییرات غیرساختاری فسفرخاک باشد زیرا غلظت فسفر در خاک بیشتر وابسته به مصرف کودهای شیمیایی فسفره است تا وابستگی به تغییرات خاک.

جدول ۳- مقایسه کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) با داده‌های واقعی فسفر خاک

معیار	داده‌های واقعی	کریجینگ معمولی	وزن‌دهی عکس فاصله (IDW)
تعداد	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰

	۸/۲۷	۴/۲۶	۴/۲۶
میانگین	۴/۱۴	۵/۸	۳/۷
انحراف استاندارد			
حداقل	۲/۳	۲/۹	۲/۱۱
چارک اول	۶/۱۶	۲/۲۰	۳/۲۱
میانه	۳/۲۷	۸/۲۶	۱/۲۶
چارک سوم	۸/۳۷	۳۲	۲/۳۱
حداکثر	۷۳	۶/۵۵	۸/۵۰
MEE	-	-۳۲/۱	-۳۸/۱
MSEE	-	۲۱۲	۶/۱۹۶
RMSE	-	۵/۱۴	۱۴
ضریب پیرسون	-	۲۸/۰**	۳۱/۰**

در سطح ۱% معنی‌دار است.

منابع

حسنی‌پاک، ع. ا. و م. شرف‌الدین، ۱۳۸۰. تحلیل داده‌های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران.

خادمی، ز.، م. ح. مسیح آبادی، ح. رضایی، ۱۳۸۴. شناسایی و انتخاب هدفمند مکان‌های مطالعاتی در خاک‌های تحت کشت گندم، گزارش نهایی موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج.

فاتحی، ش.، ۱۳۹۱. تغییرپذیری مکانی کربن آلی، پتاسیم و فسفر قابل جذب در مزارع ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب استان کرمانشاه، نشریه زراعت، ۹۷: ۳۶-۴۶.

ملکوتی، م. ج.، م. مشیری و ن. غیبی، ۱۳۸۴. حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی شورای عالی سیاست‌گذاری توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم کشاورزی، انتشارات موسسه تحقیقات خاك و آب، تهران.

Juang, K. W. and D. Y. Lee. ۱۹۹۸. A comparison of three kriging methods using auxiliary variables in heavy metal contaminated soils. J. Environ. Qual. ۲۷: ۱۹۷-۲۰۵.

Wollenhaupt, N. C., R. P, Wolkowski and M. K. Clayton. ۱۹۹۴. Mapping soil test phosphorus and potassium for variable rate fertilizer application. J. Prod. Agric. ۷: ۴۴۱-۴۴۸.

Isaaks, E. H. and R. M. Srivastava. ۱۹۸۹. An interoduction to applied geostatistics. Oxford University Press, New York. PP. ۵۶۱-۵۷۲.

Webster, R. and M. A. Oliver. ۲۰۰۱. Geostatistics for Environmental Scientists. John Wiley and Sons Ltd. Chichester, UK. ۳۸: ۱۲۴-۱۳۲.

Abstract

Due to the complexity of spatial variability of soil properties and dynamic changes in soils, geostatistical methods are necessary to estimate the soil characteristics in places with no sampling points. Soil variability, even over short distances, causes different nutritional needs in different points. In this work the spatial variability of soil available potassium and phosphorus were studied in ۵۰,۰۰۰ hectares of Lenjanat region, Isfahan province. The spatial distribution of the measured properties was analyzed using the Kriging interpolation and inverse distance weighting (IDW) methods. The results showed a strong spatial structure and a high accuracy of the estimated values for K in both methods, but for P the estimation accuracy of both methods were low that could be due to the nonstructural variability of P in the soils.

تأثیر روی و شوری بر رشد و ترکیب شیمیایی کلزا

رقیه شهریاری پور [۲] و احمد تاج آبادی پور [۱]
۱- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان، ۲-عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور

چکیده
به منظور بررسی تأثیر شوری و روی بر رشد و ترکیب شیمیایی کلزا، آزمایش گلخانهای در قالب طرح کامل تصادفی به صورت فاکتوریل با سه تکرار صورت گرفت. تیمارها شامل سه سطح روی (۰، ۵ و ۱۰ میلیگرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات روی) و چهار سطح شوری (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلیگرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) بودند.
نتایج نشان داد که افزایش سطوح شوری منجر به کاهش معنیدار وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گردید. با کاربرد روی مقدار این پارامترها به طور معنیداری افزایش یافت. با افزایش شوری و سطوح روی غلظت پرولین افزایش یافت. این تغییرات ممکن است اثرات سوء شوری را کاهش دهد. کاربرد روی، باعث افزایش غلظت روی اندام هوایی و ریشه گردید. همراه با افزایش سطوح مختلف شوری، غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه به طور معنی داری افزایش داد.

واژه های کلیدی: کلزا، شوری، پرولین و درصد روغن

مقدمه
فیزیولوژیکی، تنظیم اسمزی به عنوان یك معیار مهم برای سنجش میزان تحمل گیاهان و سازگاری با عوامل تنش استفاده میشود (Shibli et al., ۱۹۹۸).
شوری یکی از معضلات مهم در مناطق خشك و نیمه خشك دنیا است، به طوری که حدود یك سوم از اراضی تحت آبیاری در این نواحی را تحت تأثیر قرار میدهد (Satti et al., ۱۹۹۳). معمولاً مشکل شوری در مناطقی با قابلیت استفاده کم آب، کیفیت پایین آب، تبخیر زیاد و دمای بالا اتفاق میافتد (meloni et al., ۲۰۰۱).
گونههای گیاهی مختلف، پاسخهای متفاوتی به شوری نشان میدهند که معمولاً عملکرد، رشد و جذب عناصر غذایی همانند سایر پاسخها و نشانههای فیزیولوژیکی تحت تأثیر قرار میگیرند (Shibli et al., ۲۰۰۰). علاوه بر پاسخهای فیزیولوژیکی، تنظیم اسمزی به عنوان یك معیار مهم برای سنجش میزان تحمل گیاهان و سازگاری با عوامل تنش استفاده میشود (Shibli et al., ۱۹۹۸).
تنش شوری رشد گیاه را از طریق کمبود آب، سمیت یونی (نظیر Cl^- و Na^+)، عدم توازن یونی (برای مثال نسبت بالای Na/Ca) یا ترکیبی از این فاکتورها محدود میکند. جلوگیری از جذب نمك، سمیت یونی را کاهش داده ولی کمبود آب در گیاهان را تشدید میکند، در صورتی که جذب نمك تنظیم اسمزی را آسان میکند اما میتواند به سمیت یونی و عدم توازن تغذیهای منجر شود. (Mrschner ۱۹۹۵)
سازگاری به شوری میتواند به وسیله جلوگیری از جذب سدیم و کلر حاصل شود که برای آن نیاز به بافتهای با تحمل بالا نسبت به یونهای سدیم و کلر و یا جلوگیری از ورود غلظتهای بالای این یونها به درون بافتها میباشد (Alpaslan et al., ۱۹۹۹). کروز و همکاران (Cruz et al., ۱۹۹۰) عقیده دارند که کاهش رشد رویشی اندام هوایی، مهمترین شاخص در مطالعات مربوط به تحمل گیاهان به شوری میباشد.
جوانه زنی ، یکی از بحرانی ترین مراحل رشد گیاه در شرایط تنش شوری می باشد. عدم جوانه زنی گیاهان در خاکهای شور، اغلب در اثر تجمع زیاد نمک در ناحیه کاشت بذر، به دلیل حرکت رو به بالای محلول خاک و متعاقب آن، وقوع تجمع نمک در سطح خاک می باشد (Abel and Mackenzie ۱۹۶۴). این نمکها از جوانه زنی و استقرار گیاهان ممانعت به عمل می آورند (Flower ۱۹۹۱). اکثر تنشهای ناشی از نمک در طبیعت، به نمکهای سدیم مربوط می شود. تحقیقات انجام گرفته در استان گلستان، نشان می دهند که بیش از آنکه درصد جوانه زنه زنی بذر کلزا در اثر شوری کاهش یابد، رشد جوانه، طول و وزن هیپوکوتیل و ریشه تحت تاثیر شوری قرار می گیرند (شهبازی ۱۳۷۷).
در کلزا شوری محیط، رشد ریشه، ظهور برگها و تشکیل اولین میان گره ها را کاهش می دهد. در صورت تداوم روند شوری در مراحل بعدی رشد موجب کاهش ارتفاع گیاه، کاهش تعداد غلاف و کاهش تعداد دانه در غلاف می شود (Ashraf et al., ۱۹۸۹). قاسم (Qasim ۲۰۰۰) با مطالعه ای که بر روی هشت رقم کلزا انجام داد، به این نتیجه رسید که با افزایش شوری درصد روغن در تمامی ارقام به طور معنی داری کاهش می یابد
تولید این گیاه در نواحی که دارای خاکهای شور می باشند، تحت تاثیر قرار می گیرد و شناسایی ارقامی که دارای مقاومت بیشتری به شوری هستند از نظر اقتصادی حائز اهمیت هستند.

مواد و روش‌ها

در ابتدا خاک کافی از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری از یکی از مناطق در اطرف شهر سیرجان که از نظر شوری و روی درحد پایینی باشد، تهیه شد. پس از خشک کردن در هوا و عبور از الک ۲ میلیمتری بعضی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله pH در خمیر اشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای (Richards ۱۹۵۴)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاك، درصد کربن آلی به روش جکسون (Jackson ۱۹۷۵)، فسفر قابل استفاده به روش اولسن (Olsen et al., ۱۹۵۴) ، غلظت روی عصاره گیری شده با DTPA (Lindsay and Norvell ۱۹۷۹) به وسیله دستگاه جذب اتمی، غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره اشباع با دستگاه شعله سنجی (Knudson et al., ۱۹۸۲) تعیین گردید. خصوصیات شیمیایی خاك مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک

خصوصیت	مقدار
پ هاش	۹/۶
قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۰/۳
ماده آلی (درصد)	۷۱/۰
فسفر به روش اولسن (میلی گرم در کیلوگرم)	۲۰/۶
روی عصاره گیری شده با DTPA (میکروگرم در گرم خاک)	۷۶/۰

آزمایش در شرایط گلخانهای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. تیمارها شامل سه سطح روی (۰، ۵ و ۱۰ میلیگرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات روی) و چهار سطح شوری (۰،۵۰۰،۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلیگرم کلرید سدیم در کیلو گرم خاک) بودند. خاک را درون کیسه های پلاستیکی ریخته و نیتروژن و پتاسیم و فسفر به عنوان محلولهای غذایی پایه به میزان ۵۰ میلیگرم در کیلوگرم خاك و تیمارهای روی به صورت محلول به خاک داخل کیسهها اضافه شدند و پس از رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه، خاک موجود در هر کیسه به خوبی مخلوط و به داخل گلدانهای پلاستیکی منتقل شدند. بذرهای کلزا (رقم Okapi) که توسط هیپوکلرید سدیم ۵/۰ درصد ضدعفونی شده بودند، در گلدانها کشت شدند. در هر گلدان ۱۰عدد بذر به عمق حدود ۳ سانتی متر کاشته شدند. گلدانها با آب مقطر آبیاری شدند. دو هفته پس از استقرار بوته ها به ۵ بوته در هر گلدان تنک شدند. در مرحله ۴ برگی، محلولهای شوری ناشی از غلظتهای مختلف کلرور سدیم اضافه گردید. آبیاری به صورت یک روز در میان صورت گرفت. دو ماه بعد از اعمال تنش شوری، از هر گلدان ۴ بوته کف بر گردید و در آنها خصوصیات وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و عناصر معدنی شامل سدیم و روی و غلظت پرولین آزاد (Bates et al., ۱۹۷۳) اندازه گیری شد.

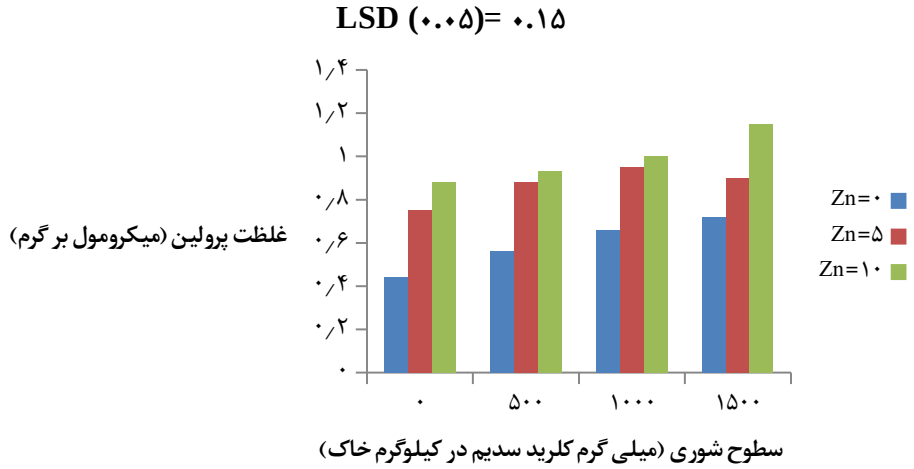
در نهایت داده های بهدست آمده با استفاده از نرم افزارهای آماری نظیر MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج بیانگر این است که میانگین وزن تر و خشك اندام هوایی با افزایش شوری، کاهش معنی داری نشان میدهد. به طوری که کاهش وزن خشك برگ در شوریهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلیگرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاك نسبت به شاهد به ترتیب ۲۸ و ۴۲ درصد میباشد. نتایج حاصل از کاربرد همزمان شوری و روی نشان داد که مصرف ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک در سطوح مختلف شوری، وزن تر و خشک اندامهوایی را به صورت معنی داری افزایش داد.

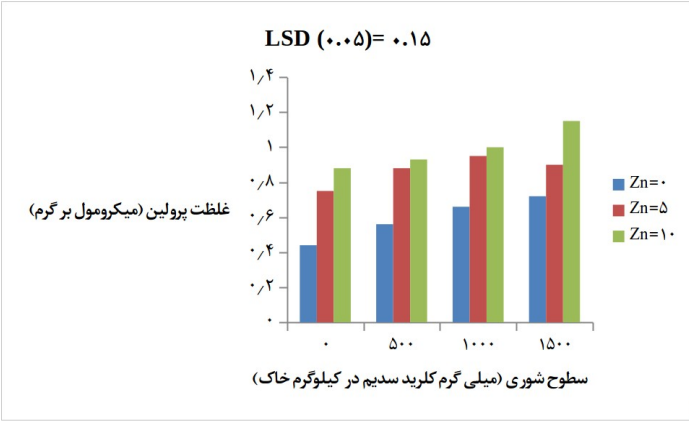
نتایج موجود در ارتباط با تأثیر شوری و روی بر وزن تر و خشک ریشه نشان میدهد که با افزایش شوری، میانگین وزن تر و خشك ریشه با کاهش معنیداری روبه رو بوده است، به طوری که در شوری های ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلیگرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاك، وزن تر ریشه به ترتیب ۱۵، ۲۸ و ۴۵ درصد نسبت به شاهد کاهش یافته است.

همان طور که انتظار میرود مصرف روی باعث افزایش معنیدار غلظت روی اندام هوایی و ریشه گردیده است. در سطوح مختلف شوری، کاربرد ۵ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک، غلظت روی در اندام هوایی را به طور معنی داری افزایش داد اما کاربرد ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک، به ویژه در سطوح بالای شوری، نتوانست غلظت روی در اندام هوایی را به طور معنی داری افزایش دهد (شکل ۱). این مطلب نشان می دهد که برای این مرحله از رشد گیاه کلزا، کاربرد ۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک، کافی می باشد.



شکل ۱- تاثیر شوری و روی بر غلظت روی اندام هوایی

همچنین کاربرد روی در سطوح مختلف شوری، غلظت روی را در ریشه به طور معنی داری افزایش داد، که این افزایش معنی دار در بالاترین سطح روی، بیشتر بود.
با افزایش شوری، غلظت پرولین برگ به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین کاربرد سطوح مختلف روی در سطوح مختلف شوری، غلظت پرولین را به طور معنی داری افزایش داد. که می تواند به این روش، تحمل گیاه را به شوری افزایش دهد (شکل ۲).



شکل۲- تاثیر شوری و روی بر غلظت پرولین در نمونه برگ خشک

محققین در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که پرولین به مانند یک ملکول تنظیمی و علامت دهنده که قادر خواهد بود موقعی که گیاه در معرض استرس شوری قرار دارد، به مقاومت آن به شوری عملکرد مضاعفی می بخشد (Ali et.,al ۱۹۹۹).
همراه با افزایش سطوح مختلف شوری، غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه به طور معنی داری افزایش داد. کاربرد سطوح مختلف روی، تاثیری بر غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه نداشت. به عبارت دیگر، کاربرد سطوح مختلف روی نتوانست غلظت سدیم را در اندام هوایی و ریشه کاهش دهد.

منابع

شهبازی، م. و ع. کیانی.۱۳۷۷. ارزیابی تحمل به شوری گیاه روغنی کلزا. گزارشات سالیانه پژوهشکده بیوتکنولوژی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

Abel, G.H., and A.J. Mackenzie. ۱۹۶۴; Salt tolerance of soybean varieties (*Glycine max*) during germination and later growth. Crop Sci. ۴: ۱۵۷ - ۱۶۱.

Ali G., Srivastava P.S, and Iqbal M. ۱۹۹۹. proline accumulation, protein pattern and photosynthesis in regenereants grown under NaCl stress. Biol. Plant. ۴۲: ۸۹-۹۵.

Alpaslan, M., A. Inal, A. Gunes, and Y. Cikili. ۱۹۹۹. Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury in tomato grown under salinity. Tr. Botany. J. ۲۳:۱-۶.

Ashraf M., Bokhari M.H., and Mehmood S. ۱۹۸۹.Effect of four different salts on germination and seedling growth of four Brassica species. J. Biol. ۳۵, ۱۷۳-۱۸۷.

Bates, L.S., R.P. Waldren, and I.D. Teare. ۱۹۷۳. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil. ۳۹:۲۰۵-۲۰۷.

Fowler, J. L. ۱۹۹۱; Interaction of salinity and temperature on the germination of Crambe. Agron. J. ۸۳: ۱۶۹ - ۱۷۲.

Jackson, M.L. ۱۹۷۵. Soil chemical analysis, advanced course. Univ.Wis., College Agric., Dept. Soils, Madison, WI, U.S.A.

Knudson, D., G.A. Peterson, and P.T. Pratt. ۱۹۸۲. Lithium, sodium and potassium. *In*: A.L.Page et al. (eds.) Methods of soil analysis. Part II, ۲nd ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI. ۹:۲۲۵-۲۴۶.

Lindsay, W.L., and W.A. Norvell. ۱۹۷۹. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Sci. Soc. Am. J. ۴۲:۴۲۱-۴۲۸.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. ۲nd. ed. Academic press, London, U.K.

Meloni, D.A., M.A. Oliva, H.A. Ruiz, and C.A. Martinez. ۲۰۰۱. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. J. Plant Nutr. ۲۴:۵۹۹-۶۱۲.

Olsen. S.R., C.V. Cole, F.S. Watanbe, and L.A. Dean. ۱۹۵۴. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. ۹۳۹, U.S. Govern. Prin. Office, Washington, D.C., U.S.A.

Qasim, M., (۲۰۰۰).physiological and Biochemical Studies in a potential Oilseed Crop Canola (*Brassica napus L.*) Under salinity (NaCl) stress. Ph.D thesis. Departmant of Botany, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

Richards, L.A. ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook NO.۶۰.Washington, D.C, U.S.A.

Satti, S.M.E., M. Lopez, and F.A. Al-Said. ۱۹۹۳. Salinity induced changes in vegetative and reproductive growth in tomatoes. Commun. Soil Sci. Plant Anal. ۲۵:۵-۱۶.

Shibli, R.A., M. Mohammad, A. Abu-Ein, M. Shatnawi. ۲۰۰۰. Growth and micronutrient acquisition of some apple varieties in response to gradual in vitro induced salinity. J. Plant Nutr. ۲۳:۱۲۰۹-۱۲۱۵.

Shibli, R.A., M.A. Suwwan, and K.I. Eriefej. ۱۹۹۸. Response of TYLCV tolerant tomato to NaCl salinity stress: Vegatative growth and nutrient uptake. Dirasat. ۲۵:۸۹-۱۰۴.

Abstract

A greenhouse experiment was conducted to study the effects of soil Zinc (Zn) application on growth and chemical composition of canola (Brassica napus L.) in saline conditions. Treatments consisted of three Zn levels (۰, ۵, and ۱۰ mg Kg^{-1} soil as $ZnSO_4.7H_2O$) and four salinity levels (۰, ۵۰۰, ۱۰۰۰, and ۱۵۰۰ mg NaCl Kg^{-1} soil). Treatments were arranged in a factorial manner in a completely randomized design with three replications.

As the salinity levels increased shoot and root wet and dry weights were significantly reduced, but with increasing Zn levels, these parameters increased. Zn fertilization increased shoots and root Zn concentrations.

Salinity increased shoots and root Na concentrations. Zn application had no effect on shoot and root Na concentration.

In conclusion, the results of present study clearly demonstrate that Zn application in saline conditions increased tolerance of canola seedlings to salinity stress through increasing plant growth parameters and biochemical indices. It is suggested that these findings be verified under field conditions. More ever, the influence of salinity treatments have to be evaluated on other micronutrients concentrations in canola.

بررسی سینتیک جذب کادمیوم بر روی نانوذره آهن صفر ظرفیتی

رقیه حمزه نژاد [۱]، ابراهیم سپهر [۲]، محمدحسین داودی [۳]
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه، ۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه، ۳- استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
در این مطالعه، تاثیر زمان تماس بر کارایی حذف کادمیم بر روی نانو ذره آهن صفر ظرفیتی از محلول‌های آبی، مورد بررسی قرار گرفت. نانوذره آهن صفر ظرفیتی با استفاده از سدیم‌بورهیدرید به عنوان عامل احیاکننده سنتز گردید و آزمایش سینتیک جذب در زمان‌های مختلف (۰ تا ۱۴۴۰ دقیقه) با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم بر روی nZVI انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش زمان تماس، کارایی حذف و ظرفیت جذب کادمیم افزایش یافت و بیشترین کارایی حذف (RE=۹۶%) و ظرفیت جذب ($mg\ g^{-1}$) q_t=۹۲/۹۵) در زمان ۱۲۰ دقیقه بدست آمد. داده‌ها برازش خوبی با مدل شبه درجه دوم (R^2=۰/۹۹) در مقایسه با مدل شبه درجه اول (R^2=۹۴/۰) و ایلویچ (R^2=۸۸/۰) داشت و ظرفیت جذب کادمیوم در مدل شبه درجه دوم ۱۰۰ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد.
واژه‌های کلیدی: نانوذره آهن صفر ظرفیتی، کادمیوم، مدل‌های سنتیکی.

مقدمه
امروزه به دلیل فعالیت‌های صنعتی، وجود فلزات سنگین در مواد غذایی و محیط به عنوان عوامل مخاطره انگیز مورد توجه قرار گرفته است. فلزات سنگین به دلیل غیرقابل تجزیه بودن و آثار زیان بار فیزیولوژیک بر جانداران در غلظت‌های کم، اهمّیت ویژه‌ای دارند. کادمیوم از جمله آلاینده‌هایی است که در غلظت‌های بالا در منابع آبی و محیط زیست، سلامتی جانداران را تهدید می‌کند (Alloway, ۱۹۹۰). روش‌های متعددی برای حذف و جداسازی یون‌های فلزات سنگین از محلول‌های آبی وجود دارد. از مهمترین روش‌هایی که برای این منظور استفاده می‌شوند می‌توان به رسوب‌دهی شیمیایی، تعویض یونی، اسمز معکوس، فرآیندهای غشایی، تبخیر، استخراج با حلال و جذب اشاره کرد (Zouboulis and Matis, ۱۹۹۷). از جمله روش‌های کارآمد در حذف این فلزات، جذب سطحی آن‌ها توسط مواد جاذب می‌باشد. جذب سطحی فلزات به وسیله نانو ذرات یک فناوری سازگار با محیط زیست است که طی سالیان اخیر به عنوان عاملی موثر برای از بین بردن آلودگی‌های آلی و یون‌های فلزات سنگین از آب و فاضلاب مورد بررسی قرار گرفته است (Zhang et al., ۲۰۱۰). در بین نانو ذرات، آهن صفر ظرفیتی (ZVI) به دلیل فراوانی، ارزانی، غیرسمی‌بودن، واکنش سریع و توانایی و بازده بالا در تجزیه آلاینده ها نظیر آرسنیک، آرسنیت، آرسنات، کادمیوم، کروم، نیترات، فلوراید، پر کلرات، سرب، مس و روی از آب‌های زیر زمینی بیشتر مورد توجه بوده است. نانوذره آهن صفر ظرفیتی توانایی تبدیل مواد سمی به مواد غیر سمی و همچنین احیا و رسوب فلزات سنگین را دارد. به طورکلی برای تهیه نانو ذره آهن صفر ظرفیتی از روش احیای آهن با استفاده از یک احیاکننده شیمیایی، استفاده می‌کنند (Dickinson and Scott,۲۰۱۰). Boparai و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای که برای بررسی سینتیک حذف یون کادمیوم به وسیله جذب سطحی بر روی نانو ذرات صفرظرفیتی انجام دادند، ماکزیمم ظرفیت جذب کادمیوم بر روی نانو ذرات آهن، در دمای ۲۹۷ درجه کلوین، ۲/۲۶۹ میلی‌گرم درگرم بدست آوردند، همچنین سینتیک جذب از مدل سینتیک مرتبه دوم پیروی کرده و ایزوترم لانگمیر نسبت به مدل فروندلیچ برازش بهتری بر داده‌های جذب تعادلی داشت. Sotoodeh و همکاران در سال ۲۰۱۰ در پژوهشی مشابه بر روی حذف سرب از آب توسط نانو ذرات آهن صفرظرفیتی اصلاح شده مشاهده نمودند که در ابتدای آزمایش با افزایش زمان تماس، میزان حذف سرب به شدت افزایش یافت و پس از گذشت ۲۵ دقیقه از آزمایش، میزان حذف تغییر چندانی نکرد و به تعادل رسید. هدف از این پژوهش سنتز نانو ذرات آهن صفر (nZVI) به روش احیای شیمیایی و مطالعه سنیتیک جذب کادمیوم بر روی نانو ذرات آهن صفر از محلول های آبی است.

مواد و روش‌ها
سنتز نانو ذره آهن صفر ظرفیتی
ابتدا مقدار ۵۴۰۶/۰ گرم $FeCl_3.6H_2O$ در محلولی حاوی ۲۴ میلی‌لیتر اتانول و ۶ میلی‌لیتر آب دیونیزه حل شد. سپس مقدار ۳۷۸۳/۰ گرم سدیم بروهیدرید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه حل گردیده و قطره قطره به محلول اولی افزوده و پیوسته هم زده شد (هر قطره در عرض ۲ ثانیه). پس از مشاهده ذرات سیاه، هم‌زدن به مدت ۱۰ دقیقه ادامه یافت. در مرحله جداسازی، ذرات آهن سیاه رنگ تولید شده توسط فیلتر جدا شدند. در مرحله شستشو ذرات آهن ۳ بار با استفاده از ۲۵ میلی‌لیتر اتانول شستشو داده و در نهایت نمونه به مدت یک شب در آون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید (Rashmi و همکاران، ۲۰۱۳).

سینتیک جذب فلز کادمیوم

برای بررسی سینتیک جذب فلز کادمیوم بر روی نانوذره آهن صفر ظرفیتی، مقدار ۰/۱ گرم از نانو ذره را در لوله‌های آزمایش ریخته و ۱۰ ml از محلول ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کادمیوم با قدرت یونی ۰/۰۳ مولار $NaNO_3$ به آن افزوده و در زمان‌های مختلف (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲، ۵، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ۹۶۰ و ۱۴۴۰ دقیقه) شیک کرده و پس از جداسازی محلول رویی توسط سانتریفیوژ، مقدار کادمیوم با استفاده از دستگاه جذب اتمی قرائت شد. کارایی حذف کادمیوم توسط نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی، در زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. درصد حذف کادمیوم (RE) و ظرفیت جذب (q_e) به ترتیب با استفاده از روابط (۱) و (۲) بدست می آید:

$$RE=(Ci-Ce/Ci) \quad \Re = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100 \quad (۲)\times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

$$*(V/m)\ q_e=(C_.-C$$

C_i و C_e به ترتیب غلظت اولیه و غلظت نهایی کادمیوم (میلی‌گرم در لیتر)، q مقدار یون جذب شده (میلی‌گرم بر گرم)، m جرم جاذب (گرم) و v حجم محلول (لیتر) است. سپس نتایج بر روی معادلات شبه درجه اول، شبه درجه دوم و ایلویچ برازش داده شد.

معادله شبه درجه اول:

$$Log(q_e-q_t)=Logq_e-k_۱t/۲.۳۰۳ \qquad (۳)$$

معادله شبه درجه دوم:

$$t/q_t=(۱/K_۲q_e^۲)+ t/q_e \qquad (۴)$$

معادله ایلویچ:

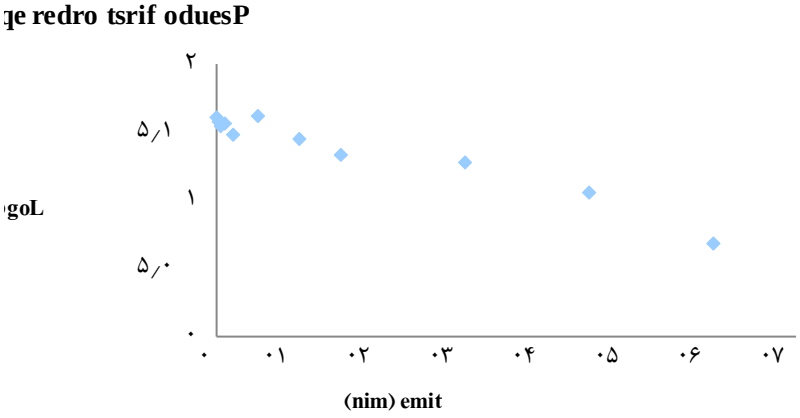
$$q_t=(۱/\ )Ln(\ )+(۱/\ )Lnt \qquad (۵)$$

که $k_۱$ و $K_۲$، ثابت‌های سرعت جذب (گرم بر میلی‌گرم بر دقیقه)، q_e و q_t به ترتیب ظرفیت جذب در زمان تعادل و زمان t (میلی‌گرم بر گرم)، (میلی‌گرم بر گرم بر دقیقه) و ۱/ (میلی‌گرم برگرم)، ظرایب معادله ایلویچ می‌باشند.

نتایج و بحث

تاثیر زمان تماس

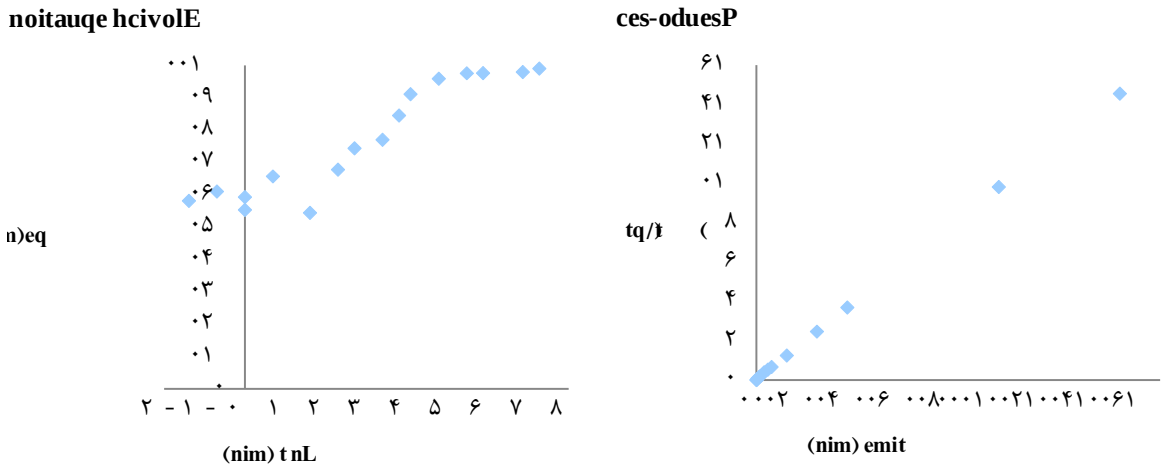
شکل (۱) کارایی حذف و ظرفیت جذب کادمیم در زمان‌های مختلف را نشان می‌دهد. با افزایش زمان تماس، ظرفیت جذب و کارایی حذف کادمیوم توسط نانو ذره آهن صفرظرفیتی افزایش و در یک زمان ۱۲۰ دقیقه به تعادل رسید. با افزایش زمان تماس از ۰ به ۱۲۰ دقیقه، ظرفیت جذب از ۳۴/۵۵ میلی‌گرم بر گرم به ۹۲/۹۵ میلی‌گرم بر گرم و کارایی حذف از ۵۵% به ۹۶% افزایش یافت و پس از گذشت ۱۲۰ دقیقه، کارایی فرایند تغییر چندانی نکرد و تعادلی بین یون‌های کادمیوم و جاذب ایجاد گردید که نتیجه کاهش سایت‌های فعال با گذشت زمان می‌باشد. وقتی که زمان تماس بین جاذب و محلول‌های حاوی یون‌های فلزی افزایش یابد، میزان جذب یون‌های فلزی به وسیله جاذب بیشتر می‌شود و در یک زمان مشخص به تعادل می‌رسد. Sotoodeh و همکاران در سال ۲۰۱۰ در پژوهشی مشابه بر روی حذف سرب از آب توسط نانو ذرات آهن صفرظرفیتی اصلاح شده مشاهده نمودند که در ابتدای آزمایش با افزایش زمان تماس، میزان حذف سرب به شدت افزایش یافت و پس از گذشت ۲۵ دقیقه از آزمایش، میزان حذف تغییر چندانی نکرد و به تعادل رسید.



شکل ۱- تاثیر زمان تماس بر درصد حذف کادمیم توسط جاذب

سینتیک جذب

سینتیک جذب یکی از مهم‌ترین ویژگی تعیین کارایی جذب می‌باشد. معادلات سینتیکی شبه درجه اول و دوم و ایلویچ با داده‌های حاصل از آزمایش‌های سینتیک جذب در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم برازش داده شد. شکل (۲) به ترتیب نتایج مطالعه سینتیکی شبه درجه اول و دوم و ایلویچ را در فرایند جذب در حضور جاذب نانوذره آهن صفرظرفیتی نشان می‌دهد. در جدول ۱ نیز نتایج حاصل از برازش داده‌ها بر روی مدل‌های سینتیکی ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ضریب همبستگی برای شبه درجه اول ۹۴/۰ ، شبه درجه دوم ۹۹/۰ و ایلویچ ۸۸/۰ می‌باشد، بنابراین شبه درجه دوم در مقایسه با شبه درجه اول و ایلویچ داده‌ها را بهتر توصیف می‌کند. Moradi (۲۰۰۹) در حذف فلزات سنگین مس و سرب از محلول‌های آبی از نانوذرات آهن به عنوان جاذب استفاده کرد و اثر بهینه پارامتر زمان تماس را بر فرایند جذب مورد بررسی قرار داد. نتایج آن‌ها نشان داد که بالاترین راندمان جذب در دمای ۲۵ °C ، زمان ۱۰ دقیقه برای مس و سرب به دست آمد و هر دو فلز مورد مطالعه از معادله سینتیک جذب شبه درجه دوم پیروی کرد.



شکل ۲- برازش مدل سینتیک شبه درجه اول، شبه درجه دوم و ایلویچ بر داده‌های جذب کادمیوم بر روی نانوذره آهن صفرظرفیتی

جدول ۱- نتایج حاصل از برازش داده‌ها بر روی مدل‌های سینتیکی جذب

مدل سینتیکی	ضرایب ثابت مدل	nZVI
شبه درجه اول	K_1 (g.mg^{-1} min^{-1})	۰۳/۰
	q_e(mg g^{-1})	۷/۳۸
	R^2	۹۴/۰
شبه درجه دوم	K_2 (g mg^{-1} min^{-1})	۰۰۳/۰
	q_e(mg g^{-1})	۱۰۰

	R^2	۹۹/۰
	($mg\ g^{-1}\ min^{-1}$)	۲۱/۴۰۸
ایلویچ	($g\ mg^{-1}$)	۹۷/۵
	R^2	۸۸/۰

مقدار ضرایب سرعت k_1 و k_2 برای شبه درجه اول و دوم از شیب معادله خطی محاسبه می‌شود که در این پژوهش به ترتیب ۰۳/۰ و ۰۰۳/۰ $g.mg^{-1}\ min^{-1}$ بدست آمد. همچنین مقدار ظرفیت جذب (q_e) برای شبه درجه اول و دوم به ترتیب ۷/۳۸ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد. مقدار q_e شبه درجه اول با مقدار q_e داده‌های آزمایش هم‌خوانی ندارد که دلیل این امر را می‌توان ناتوانی معادله شبه درجه اول در برازش داده‌های آزمایش و وجود تاخیر زمانی به علت لایه پیوندی یا مقاومت خارجی در شروع فرایند جذب دانست.

منابع

Alloway B.J. ۱۹۹۰. Heavy metals in soils: Lead. Blackie and Glasgow. Ltd. London, Pp: ۱۷۷-۱۹۶.

Boparai H.K., Joseph M. and O'Carroll DM. ۲۰۱۰. Kinetics and thermodynamics of cadmium ion removal by adsorption onto nano zerovalent iron particles. Journal of hazardous materials, ۱-۸.

Dickinson M. and Scott T.B. ۲۰۱۰. The application of zero valent iron nanoparticles for the remediation of a uranium-contaminated waste effluent. Journal of Hazardous Materials. ۱۷۸: ۱۷۱-۱۷۹.

Moradi M. ۲۰۰۹. Experimental study of the removal of heavy metals from aqueous solutions by iron oxide magnetic nanoparticles coated with polyvinyl alcohol [dissertation]. Isfahan: Isfahan University of Technology.

Zhang Z., Li M., Chen W., Zhu S., Liu N., Zhu L. ۲۰۱۰. Immobilization of lead and cadmium from aqueous solution and contaminated sediment using nano hydroxyapatite. Environmental Pollution, ۱۵۸(۲):۵۱۴-۱۹.

Zouboulis A.I, Matis K.A. ۱۹۹۷. Removal of metal ions from dilute solutions by sorptive flotation. Crit Rev Sci Tech, ۲۷(۳):۱۹۵-۲۳۵.

Rashmi S.H., Madhub G.M., Kittura A.A. and Sureshc R. ۲۰۱۳. Synthesis, characterization and application of zero valent iron nanoparticles for the removal of toxic metal hexavalent chromium [Cr (VI)] from aqueous solution. International Journal of Current Engineering and Technology, Special Issue ۱ (Sept ۲۰۱۳.)

Sharawy H., Ossman M.E. and Mansour M.S. ۲۰۱۳. Kinetics modeling and Adsorption isotherm studies for Cr (III) removal using Boehmite Nano-powder. International Journal of Chemical and Biochemical Sciences (IJCBS), ۳(۲۰۱۳):۹-۱۸

Sotoodeh O., Ahmadimoghadam M., Mortazavi M.S. and Aghaei B. ۲۰۱۰. Investigation efficiency of Zerovalent iron nanoparticles on lead removal from water. Proc. Management and Novel Technologies in Health Science and Environment, Tehran: ۱-۹.

Abstract

In this study the kinetics of cadmium sorption and effects of contact time on the removal efficiency of cadmium from aqueous solutions was investigated. Nano-Zero Valent Iron (nZVI) were synthesized using sodium borohydride as a reducing agent and the adsorption kinetics experiment was conducted on nZVI at different times (۰ to ۱۴۴۰ minutes) at a concentration of ۱۰۰ mg l^{-1} of cadmium. The results showed that the removal efficiency and adsorption capacity were enhanced with increasing contact time and maximum value of removal efficiency (RE=۹۶%) and adsorption capacity (q_t=۹۵.۹۲ mg g^{-1}) were obtained at contact time of ۱۲۰ min. The adsorption kinetics well fitted using a pseudo second-order kinetic model (R^2=۰.۹۹) than pseudo first order (R^2=۰.۹۴) and Elovich (R^2=۰.۸۸) models and adsorption capacities (q_e) for Cd(II) calculated by pseudo second order model, was ۱۰۰ mg g^{-1}.

اثر مصرف آهن بر روی عملکرد و اجزای آن در بادام زمینی

محمد فیضیان [۱]، علی عبداللهی آرپناهی [۲]، محمود پنج تن دوست [۳]، علی سروش زاده [۴]، فائزه قناتی [۵]
۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه لرستان، ۲- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه لرستان، ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه تربیت مدرس، ۴- استادیار گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس، ۵- دانشیار گروه علوم گیاهی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده
به منظور بررسی اثر محلول پاشی و مصرف خاکی آهن (سکوسترین ۱۳۸(Fe-EDDHA)) بر روی برخی از خصوصیات کیفی گیاه بادام زمینی رقم نورث کارولینا ۲ (NC۲) دو آزمایش در قالب طرح پایه بلوك های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۵ در شهرستان بندر کیاشهر استان گیلان به اجرا درآمد. تیمارهای محلول پاشی در پنج سطح (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم آهن در یک لیترآب) در مراحل شاخه دهی و گلدهی و تیمارهای خاکی نیز در پنج سطح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار) فقط در زمان کاشت اعمال شدند. تجزیه واریانس در هر دو روش کاربرد آهن بر خصوصیات صفت های ضریب تسهیم، سرعت رشد غلاف، تعداد غلاف رسیده در هر بوته، وزن صد دانه، درصد مغز دهی و در نهایت عملکرد غلاف و دانه، افزایش معنی داری مشاهده می شود. به طوری که حداکثر میانگین این صفات در اثر مصرف تیمارهای ۴ گرم آهن در لیتر و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار به ترتیب در روش های محلول پاشی و مصرف خاکی به دست آمد. در هر دو روش کاربرد آهن، احتمالاً با افزایش مقدار آهن سرعت رشد غلاف و نیز شاخص سطح برگ و در نتیجه سرعت رشد گیاه به مقدار بیشتری افزایش پیدا کرده است که این امر بر تعداد گل های بارور و همچنین رشد و تولید پگ در بوته های بادام زمینی اثر مثبتی گذاشته است و نتیجه آن افزایش تعداد غلاف رسیده در بوته های بادام زمینی بوده است. افزایش غلظت آهن در هر یک از دو روش نیز اثر معنی داری بر وزن صد دانه بادام زمینی داشت که اختلاف معنی داری نیز با شاهد داشت.
واژه گان کلیدی : بادام زمینی، آهن، عملکرد، اجزای عملکرد

مقدمه
کمبود آهن یکی از بزرگترین مشکلاتی است که در هنگام کاشت گیاهان به خصوص بقولات در زمین های قلیایی با آن مواجه می شویم. بادام زمینی از جمله بقولاتی است که باوجود داشتن استراتژی نوع در جذب آهن (در شرایط کمبود آهن)، عملکرد آن کاهش می یابد (Barker and Pilbeam, ۲۰۰۶). به علت اینکه آهن در بسیاری از فرایندهای رشد گیاهی از جمله ساخت کلروفیل، انتقال انرژی، فرایندهای تنفس و فتوسنتز، تثبیت و احیاء نیتروژن و در نتیجه پروتئین سازی شرکت دارد، لذا کمبود آن در گیاه به کاهش عملکرد می‌انجامد (Marschner, ۱۹۹۵).

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی اثر محلول پاشی و مصرف خاکی آهن (سکوسترین ۱۳۸(Fe-EDDHA)) بر روی برخی از خصوصیات کیفی گیاه بادام زمینی رقم نورث کارولینا ۲ (NC۲) دو آزمایش در قالب طرح پایه بلوك های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۵ در شهرستان بندر کیاشهر استان گیلان به اجرا درآمد. تیمارهای محلول پاشی در پنج سطح (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم آهن در یک لیترآب) در مراحل شاخه دهی و گلدهی و تیمارهای خاکی نیز در پنج سطح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار) فقط در زمان کاشت اعمال شدند. ضریب تسهیم[۱۹۸] نیز با استفاده از روش ویلیامز و همکاران (Ntare and Williams, ۱۹۹۸) تعیین گردید. با استفاده از رابطه (Ntare, ۱۹۹۹) درصد مغز دهی محاسبه شد. عملکرد دانه در کلیه کرت های آزمایشی از رابطه زیر محاسبه گردید (لباسچی و همکاران، ۱۳۷۳) :

درصد مغزدهی × عملکرد غلاف = عملکرد دانه بادام زمینی

نتایج و بحث
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس در هر دو روش کاربرد آهن بر خصوصیات صفت های ضریب تسهیم، سرعت رشد غلاف، تعداد غلاف رسیده در هر بوته، وزن صد دانه، درصد مغز دهی و در نهایت عملکرد غلاف و دانه، افزایش معنی داری مشاهده می شود. به طوری که حداکثر میانگین این صفات در اثر مصرف تیمارهای ۴ گرم آهن در لیتر و ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار به ترتیب در روش های محلول پاشی و مصرف خاکی به دست آمد (جدول ۱).

[۱۹۸]- Partitioning Factor OR Partitioning coefficient

از آنجایی که ضریب تسهیم از نسبت سرعت رشد غلاف به سرعت رشد گیاه محاسبه می شود در نتیجه عواملی که بر سرعت رشد غلاف اثر مثبت داشته باشند باعث افزایش ضریب تسهیم می شوند. ضریب تسهیم بالاتر از یك نشان دهنده افزایش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در قسمت های هوایی به سمت غلاف های در حال رشد در اواخر دوره رشد می باشد (Smart, ۱۹۹۴).

در هر دو روش کاربرد آهن، احتمالاً با افزایش مقدار آهن سرعت رشد غلاف و نیز شاخص سطح برگ و در نتیجه سرعت رشد گیاه به مقدار بیشتری افزایش پیدا کرده است که این امر بر تعداد گل های بارور و همچنین رشد و تولید پگ در بوته های بادام زمینی اثر مثبتی گذاشته است و نتیجه آن افزایش تعداد غلاف رسیده در بوته های بادام زمینی بوده است.

افزایش غلظت آهن در هر یک از دو روش نیز اثر معنی داری بر وزن صد دانه بادام زمینی داشت که اختلاف معنی داری نیز با شاهد داشت. تحقیقات زیادی نشان دادند، بوته های بادام زمینی که از آهن استفاده می کنند مغز هایی بزرگتر و با کیفیت بهتر تولید می نمایند (Singh et al., ۱۹۹۰). به علاوه آهن مصرفی می تواند در افزایش تعداد دانه نیز موثر باشد، زیرا که با مصرف Fe-EDDHA، آهن قابل استفاده گیاه در خاک افزایش پیدا می کند (Schenkeveld et al., ۲۰۰۸؛ Phiv et al., ۲۰۰۴).

با توجه به جدول ۱ مشاهده می شود که اثر افزایش غلظت آهن در هر دو روش مصرف بر درصد مغز دهی بادام زمینی اثر افزایشی معنی داری داشت. این امر می تواند ناشی از تولید دانه هایی بزرگتر و در نتیجه سنگین شدن دانه ها در تیمار های مصرفی آهن باشد. به نظر می رسد این امر ناشی از فراهم شدن محیط تغذیه ای مناسب تری برای غلاف های در حال رشد بادام زمینی بوده است

با افزایش مقدار آهن در هر دو روش مصرف، عملکرد غلاف بادام زمینی افزایش پیدا کرد. به نظر می رسد که افزایش سرعت رشد گیاه (۶/۲۶ گرم در متر مربع در روز) و همچنین تسهیم بیشتر مواد پرورده فتوسنتزی (۵۱/۱ درصد) (جدول ۱) نهایتا منجر به افزایش عملکرد غلاف در تیمار ۲۰ کیلوگرم آهن در هکتار (۶/۴ تن در هکتار) شده باشد. همبستگی معنی داری نیز بین آهن جذب شده از خاك توسط گیاه و عملکرد غلاف در سویا گزارش شد (Phiv et al., ۲۰۰۴).

همانطور که ملاحظه می شود مقدارهای آهن در هر دو روش افزایش معنی داری بر عملکرد دانه بادام زمینی داشت. افزایش سرعت رشد غلاف موجب افزایش ضریب تسهیم و در نتیجه افزایش تعداد گل های بارور شده که این امر نیز بدنبال خود سبب افزایش تعداد غلاف های رسیده و در نتیجه بهبود درصد مغز دهی، وزن صد دانه و نهایتاً عملکرد غلاف دانه شد. همانطور که مشاهده می شود تیمارهای آهن موجب بهتر شدن ضریب تسهیم و در نتیجه انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت دانه های در حال رشد شده اند(جدول ۱).

جدول ۱ - مقایسه میانگین اثر تیمار های آهن در صفت های ضریب تسهیم، وزن صد دانه، درصد مغز دهی، تعداد غلاف رسیده در هر بوته، عملکرد دانه و غلاف در بادام زمینی

روش مصرف	مقدار Fe-EDDHA مصرفی	ضریب تسهیم	تعداد غلاف رسیده در هر بوته	وزن صد دانه (gr)	درصد مغز دهی	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	عملکرد غلاف ($kg\ ha^{-1}$)
محلول پاشی (gr/lit)	۰	۱/۰۱d	۲۰/۱۲d	۶۶/۳۱c	۰/۶۳c	۱۷۸۰/۶۶ d	۲۷۸۹/۶۴e
	۱	۱/۰۱d	۲۱/۱۲c	۶۶/۹۸c	۰/۶۴c	۱۸۲۹/۴۶ d	۲۸۳۳/۲۰d
	۲	۱/۰۷c	۲۱/۸۷c	۶۹/۲۸b	۰/۶۶b	۱۹۵۴/۰۸c	۲۹۲۸/۱۷c
	۳	۱/۲b	۲۳/۲۵b	۶۹/۷۶b	۰/۶۸ab	۲۱۶۷/۷b	۳۱۶۴/۵۵b
	۴	۱/۳۴a	۲۴/۵۸a	۷۱/۱a	۰/۶۹a	۲۴۲۸/۶۷a	۳۴۹۴/۶۱a
مصرف خاکی ($kg\ ha^{-1}$)	۰	۱ e	۲۰/۱۲ e	۶۶/۳۱ e	۰/۶۲ e	۱۷۸۴/۲۳ e	۲۷۸۷/۱۶ e
	۵	۱/۰۷ d	۲۱/۶۶ d	۶۹/۲۱ d	۰/۷۳ d	۲۱۶۴/۸۸ d	۲۹۵۶/۲۳ d
	۱۰	۱/۱۴ c	۲۳/۷۵ c	۷۲/۲ c	۰/۷۵ c	۲۵۶۵/۱۰ c	۳۳۸۷/۰۶ c
	۱۵	۱/۴۱ b	۲۷ b	۷۵/۰۸ b	۰/۷۸ b	۳۱۸۶/۲۰ b	۴۰۷۷/۷۳ b
	۲۰	۱/۵۱ a	۲۸/۷۵ a	۷۷/۹۶ a	۰/۸۰ a	۳۶۸۵/۲۴ a	۴۵۹۴/۸۹ a

در هر یک از روش های مصرف میانگین های هر ستون که دارای حروف مشابه هستند، از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند ($P \leq 0.05$).

در سویا نیز مشاهده شده که در اثر مصرف کودهای آهن دار از جمله Fe-EDDHA علاوه بر افزایش عملکرد دانه (۵۰%)، غلظت آهن دانه (۳۰%) نیز افزایش یافت (Schenkeveld et al., ۲۰۰۸).

منابع

Barker, A. V. and D. J. Pilbeam. ۲۰۰۶. Handbook of plant nutrition. Taylor & Francis Group. Boca Raton, London and New York. Pp: ۳۲۹-۳۵۰.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. In: Marschner, H.: Function of mineral nutrients: Microelements. Pp. ۳۱۳-۳۲۴. ۲nd edition, Academic Press Inc., London.
Ntare, B. R. and J. H. Williams. ۱۹۹۸. Heritability of components of a simple physiological model for yield in groundnut under semi-arid rain fed conditions. Field Crops Res., ۵۸: ۲۵-۳۳.
Ntare, B. R. ۱۹۹۹. Early generation testing for yield and physiological components in groundnut (Arachis hypogaea L.). Euphytica, ۱۰۷: ۱۴۱-۱۴۷.
Smart, J. ۱۹۹۴. The groundnut crop: A scientific basis for improvement. London. Chapman & Hall, Pp: ۷۳۴.
Singh, A. L., Y. C. Joshi and V. Chaudhari. ۱۹۹۰. Effect of different sources of iron and sulfur on leaf chlorosis, nutrient uptake and yield of groundnut. Fertilizer Res., ۲۴ (۲): ۹۷-۱۰۳.
Phiv, C. T., C. Hongprayoon, P. Srinives, A. Kumlung and Y. Osotsapar. ۲۰۰۴. Soybean Yield and Nutrient Composition as Affected by Soil and Foliar Fertilizations. Plant and Soil. ۲۸۴: ۱۰۲۴-۱۰۳۶.
Schenkeveld, W. D. C., R. Dijcker, A. M. Reichwein, E. J. M. Temminghoff and W. H. van Riemsdijk. ۲۰۰۸. The effectiveness of soil-applied FeEDDHA treatments in preventing iron chlorosis in soybean as a function of the o, o-FeEDDHA content. Plant and Soil, ۳۰۳:۱۶۱-۱۷۶.

Abstract

The effect of foliar and soil application of iron (Sequestrine ۱۳۸ (Fe-EDDHA)) on a number of qualitative characteristics of varieties of peanuts North Carolina ۲ (NC۲), two experiments in a randomized complete block design (RCBD) with three repeat crop carried in ۲۰۰۶ in the Kiashahr of Gilan province. The treatments sprayed at five levels (۰, ۱, ۲, ۳ and ۴ g of iron per liter of water) in the process of branching and flowering treatments and soil in five levels (۰, ۵, ۱۰, ۱۵ and ۲۰ kg of iron per hectare) only were applied at planting. analysis of variance of two iron using application methods on sharing ratio, the growth rate of pod, the number of pods in each plant, seed weight, kernel percentage and the yield of pods and seeds, showed a significant increase. The maximum average of these characteristics were observed in ۴ g of iron per liter and ۲۰ kg of iron per hectare, in the methods of spraying and soil usage, respectively.in two fe application methods, By increasing the amount of iron, pod growth rate and leaf area index, and therefore the higher growth rate increased and therefore has a positive effect on the number of fertile flowers as well as the development and production of peanut peg plant, resulting in an increase in the number of pods per plant in peanuts. Also Increased iron concentration in each of the two methods has significant effects on grain weight peanuts that showed significant differences with the control.

نام نویسندگان مقالات به ترتیب الفبا

آ

آتنا نعیمی..... ۱۳۳۶
آرزو صمدائی..... ۶۹
آرش همتی..... ۶۹۰, ۶۹۸, ۱۰۶۷
آزاده احسانی نژاد..... ۸۳۱
آزاده میخک..... ۱۱۷۱
آناهیتا مرادی..... ۴۰۴

ا

ابراهیم ادهمی..... ۷۶, ۱۴۰, ۱۴۹, ۳۱۵, ۴۴۰, ۴۵۵, ۷۱۷, ۱۰۲۶, ۱۴۹۴, ۱۶۵۳
ابراهیم پذیرا..... ۴۱۳
ابراهیم پناه پور..... ۴۴۵
ابراهیم جواهری..... ۷۲۶, ۹۲۸, ۱۷۲۴
ابراهیم سپهر..... ۲۱, ۲۸۲, ۷۴۳, ۱۳۷۰, ۱۵۴۷, ۱۷۴۶
ابراهیم علایی..... ۱۷۱۴
ابراهیم محمودآبادی..... ۱۵۵۲
ابوالفضل آزادی..... ۷۹۴, ۱۱۶۴
ابوالفضل خادمی..... ۴۹۷, ۶۲۰
ابوالفضل دهقانی..... ۷۲۲
ابوالفضل هدایتی پور..... ۲۹۰, ۵۴۷, ۱۲۴۸
احسان اله قاسمی..... ۸۱۳
احسان بیژن زاده..... ۹۷۳
احمد آرسته..... ۲۶۹
احمد اخیانی..... ۱۲۰۸
احمد اصغرزاده..... ۱۰۶۳
احمد تاج آبادی پور..... ۱۵۹, ۲۰۳, ۳۶۹, ۶۱۶, ۱۰۷۲, ۱۵۶۷, ۱۷۴۲
احمد جلالیان..... ۵۱۴
احمد رضا اخوتیان اردکانی..... ۶۸۲
احمد رمضانی..... ۱۲۱۲, ۱۳۴۷
احمد علی پورابابایی..... ۱۶۶۶
احمد کوچک زاده..... ۱۲۴
احمد گلچین..... ۲۳۴, ۲۳۹, ۳۹۹, ۶۴۳, ۹۹۷, ۱۰۷۷, ۱۳۲۸
احمد یاوری..... ۲۶
احمدرضا اخوتیان اردکانی..... ۸۴, ۴۶۴
احمدعلی پورابابایی..... ۲۶۹
ادریس گویلی کیلانه..... ۳۶, ۴۰, ۲۱۶, ۵۳۳, ۱۷۳۳
اروج حسن پور..... ۱۷
اسماعیل اصغری..... ۴۹۳, ۵۱۹, ۶۳۹
اسماعیل پورجان‌آباد..... ۷۶۶
اسماعیل جهانی..... ۱۳۳۶
اسماعیل حقیقت..... ۵۲
اسماعیل دردی پور..... ۴۲۶
اسماعیل سهرابی..... ۱۶۸۸
اسماعیل صابری مقدم..... ۴۶۴, ۶۸۲
اسماعیل فرخ نژاد..... ۹۳۵
اسماعیل گری..... ۱۳۱۰
اصغر رحیمی..... ۱۱۲۱, ۱۲۷۳

اعظم جعفری..... ۳۴۹, ۶۷۷, ۹۱۵, ۱۰۰۲, ۱۰۸۲, ۱۶۸۳
اعظم رضوی نسب..... ۱۰۷۲
افسانه بدل زاده..... ۱۱۰۴
اکرم فاطمی..... ۱۷
اکبر حسنی..... ۳۴۰
اکبر سهرابی..... ۱۱۷۱, ۱۱۸۰, ۱۷۳۰
اکبر فرقانی..... ۱۱۸۳, ۱۳۱۵
اکبر گندمکار..... ۳۲۳, ۱۱۹۱, ۱۲۴۱, ۱۳۵۶
اکرم حلاج نیا..... ۴۷۲, ۵۸۸
اکرم خواجوندی..... ۱۰۵۰
اکرم فاطم..... ۵۹۳
اکرم فرشادی‌راد..... ۲۵۴
المیرا کارگرزاده..... ۱۶۴۴
الهام ابراهیم‌پور..... ۹۰۶
الهام چاوشی..... ۱۴۳۵, ۱۵۱۵
الهام نمازی..... ۴۱۳
الهام نورعلی..... ۵۰۶, ۱۲۲۲
امید شعبانی مقدم..... ۶۹۰
امید قاسمی..... ۸۱, ۱۳۸۹, ۱۴۱۴
امیر فتوت..... ۶۶۰, ۸۱۳, ۱۰۷۲, ۱۳۳۳, ۱۵۳۳, ۱۷۰۵
امیر لکزیان..... ۲۲۸, ۴۷۲, ۵۷۹, ۶۵۳, ۶۶۰
امیر منصور بخردی..... ۱۱۰
امیرحسین خوشگفتارمنش..... ۳۲, ۸۵۵, ۱۳۱۹, ۱۵۰۷
امیرحسین سیاح زاده..... ۴۳۵
امیرحسین مهدی مطلق..... ۹۹۷
امین علیزاده..... ۵۶۶
امین فلامکی..... ۹۱۱
امینه مردیها..... ۴۸۷
انور اسدی جلودار..... ۴۹۳, ۵۱۹, ۶۳۹
انیسه قزلباش..... ۱۳۰۶

ب

بابک پاکدامن سردرود..... ۴۴
بابک پیله‌ور..... ۱۰۶۳
بابک خیامباشی..... ۱۰۱, ۳۲۶
بابک متشرع زاده..... ۱۱۰, ۲۶۹, ۶۳۱, ۷۵۲
بتول ذاکری..... ۳۴۹, ۱۰۸۲, ۱۶۰۸
بتول مهدوی..... ۳۳۵
بنفشه افراسیابی..... ۳۱۵
بنیامین ترابی..... ۱۲۷۳
بهاره دامنکشان..... ۷۱۲
بهاره کیانی..... ۶۲۰
بهروز گلیج..... ۱۰۲۱, ۱۲۵۵
بهزاد قربانی..... ۱۴۵۳
بهمن پناهی..... ۷۱۲, ۹۰۶
بهنام ذالی ورگهان..... ۱۵۵۷
بهنوش فرخ زاده..... ۱۶۲۷
بهی جلیلی..... ۴۸, ۱۰۹۲
بیژن خلیلی مقدم..... ۱۱۶۱

پ

پروانه محقق..... ۷۸۳, ۹۳۱
پریسا علمداری..... ۳۹۹, ۴۵۹, ۱۰۷۷
پیام خزائلی..... ۱۴۷۱
پیام نجفی..... ۲۶, ۱۰۵۹, ۱۱۵۷
پیمان عباس زاده دهجی..... ۲۹۸, ۷۳۸
پیمان مولودی..... ۶۶۵, ۱۱۷۵

ث

ثریا طاهری..... ۵۱۱

ج

جابر فلاح زاده..... ۱۴۳۵, ۱۵۱۵
جاوید، ع..... ۶۵۶
جعفر شهابی فر..... ۵۵۰
جعفر یثربی..... ۲۹۳, ۵۷۴, ۱۵۰۳, ۱۶۳۱, ۱۶۷۱
جلال قادری..... ۱۲۹۳
جلیل کاکه..... ۱۵۵۲
جهانشاه صالح..... ۱۲۳۸
جهانگرد محمدی..... ۹۳۱
جواد زمانی بابگهری..... ۱۷۱۴
جواد عبدالهی قره‌کند..... ۲۱, ۲۸۲, ۱۳۷۰
جواد عبدیل‌زاده..... ۱۳۹۸
جواد عسگری..... ۱۷۳۷
جواد قدبیک لو..... ۲۹۰, ۴۲۳, ۵۴۷, ۱۱۳۹, ۱۲۰۵, ۱۲۴۸

ح

حامد بخرد..... ۳۳۵
حامد خانلری..... ۳۰۶
حامد رجبی..... ۳۶, ۲۱۶, ۴۰۹, ۱۵۴۳
حامد رضایی..... ۱۱۸۷
حبیب الله بیگی..... ۴۸۳
حبیب اله نادیان..... ۴۴, ۵۰۶, ۱۲۲۲
حبیب خداوردیلو..... ۱۰۱۱
حبیب‌اله نادیان..... ۱۱۹
حجت امامی..... ۸۱۳, ۱۳۳۳
حدیث رضایی میرقاید..... ۱۰۰۶, ۱۲۶۹
حدیثه رحمانی..... ۵۸۸
حسن حقیقت نیا..... ۱۲۸۲
حسن عرب زادگان..... ۳۲, ۱۳۱۹
حسن محمودی..... ۱۳۳۳
حسن مهدوی‌کیا..... ۱۵۵۷
حسین اسدی..... ۱۶۶۶, ۱۷۱۹
حسین انصاری..... ۵۶۶
حسین بشارتی..... ۴۷۷
حسین خادمی..... ۱۵۳۴
حسین رضازاده..... ۱۰۱۱
حسین رضایی..... ۵۱۴
حسین شریعتمداری..... ۱۰۲۱, ۱۲۵۵, ۱۲۷۷, ۱۷۳۷

حسین شریفی.....۱۷۰۲
حسین شکفته.....۱۶۴۴
حسین شیرانی.....۱۳۴۰ ,۱۷۸ ,۱۱۴
حسین صفری‌زرگانی.....۱۱۹
حسین غدیری.....۱۱۶۷
حسین کریمی ساردو.....۱۶۴۰
حسین معتمدی.....۱۴۱۷
حسین میر سید حسینی.....۷۵۲ ,۵۶۱
حسینعلی بهرامی.....۳۴۰
حکیمه عباسلو.....۱۰۴۶ ,۳۹۵
حکیمه هاشمی‌پور.....۱۳۴۰
حمید رضا ذبیحی.....۱۵۸۰ ,۷۰۷
حمید رضا روستا.....۱۶۴۰ ,۶۲۹
حمید رضا صمدلویی.....۸۳۱
حمید رضا کریمی.....۱۱۱۷
حمید رضا ممتاز.....۱۰۱۱
حمید سودایی‌زاده.....۳۷۸
حمید ملاحسینی.....۱۱۹۵ ,۹۶۵ ,۸۸۴ ,۸۹
حمیدرضا اصغری.....۸۳۱
حمیدرضا اولیایی.....۱۶۵۳ ,۱۴۹۴ ,۱۳۰۱ ,۱۰۲۶ ,۸۷۹ ,۷۱۷ ,۴۵۵ ,۴۴۰ ,۳۱۵ ,۶۰
حمیدرضا پهلوانی.....۷۸۷
حمیدرضا رحمانی.....۱۲۴۱ ,۱۱۹۵ ,۱۱۹۱ ,۱۱۸۷ ,۳۰۲ ,۸۹
حمیدرضا روستا.....۱۱۱۷ ,۷۳۸ ,۲۹۸ ,۱۲۸
حمیدرضا کریمی.....۳۸۱
حمیدرضا متقیان.....۱۴۴۰ ,۸۸۹ ,۲۵۴ ,۱۴۰ ,۷۶
حمیدرضا متین فر.....۱۲۰۸
حمیده نعمتی.....۷۳۸ ,۲۹۸
حیدرضا جلالی.....۱۴۶۱ ,۱۰۰۲ ,۹۱۵

خ

خداداد ده مرده.....۱۳۶ ,۹۶
خدیجه مهدی پور.....۱۱۸۳
خلج،م.ع.....۷۰۳
خوشگفتارمنش، ا.ح.....۷۸۵ ,۷۰۳

د

داود افیونی.....۸۶۶
داود زارع حقی.....۱۳۷۹ ,۹۶۰
داود صمصام پور.....۴۱۳
داوود کرتولی‌نژاد.....۱۰۶۳

ر

راحله خم بر.....۴۲۶
راضیه رضوی.....۸۴۶
راضیه کاظمی.....۵۱۱
رامین ایرانی پو.....۱۶۷۹
رحیم خادمی.....۶۰۷
رحیم صمدی.....۶۳۹ ,۴۹۳
رحیم مطلبی‌فرد.....۱۵۲۰
رزان سواری.....۴۳۵ ,۱۹۷

رسول میرخانی.....۱۲۵۱
رضا ابراهیمی.....۳۵۴
رضا پوزشی.....۸۲۲
رضا حسن‌پور.....۱۲۵۹
رضا خراسانی.....۵۶, ۴۳۱, ۵۷۹, ۵۸۸, ۸۱۳, ۱۳۵۹, ۱۷۰۵
رضا عسکری.....۶۳۵, ۱۲۴۴
رضا عسکری حسن آبادی.....۱۵۷۰
رضا قاسمی.....۵۷۴, ۶۹۴, ۸۵۰, ۱۰۳۱, ۱۲۸۹, ۱۶۳۱
رضا قاسمی فسایی.....۸۵۰, ۱۰۳۱
رضا مهاجر.....۹۴۲
رفیده منظری.....۱۲۸۶
رقیه حمزه نژاد.....۷۴۳, ۱۵۴۷, ۱۷۴۶
رقیه شهریاری پور.....۱۷۴۲
رمضانعلی دهقان.....۸۱, ۴۷۷, ۱۳۸۹, ۱۴۱۴
روح ا... صابری ریسه.....۱۲۷۳
روح اله نادری.....۹۷۳, ۹۸۵
روزیتا آزادبخت.....۱۷۳۰
رویا مولایی.....۷۱۷

ز

زهرا احمد آبادی.....۷۳۴
زهرا اسلامی خواه.....۹۰۳
زهرا خوگر.....۱۸۷, ۷۲۹
زهرا دلفروز.....۹۶۰
زهرا دیانت مهارلویی.....۱۱۲۵, ۱۲۳۴
زهرا رسایی.....۷۸۳
زهرا زید آبادی نژاد.....۱۵۷۶
زهرا سواری.....۹۱۹
زهرا کلاه چی.....۱۷, ۱۴۲۱, ۱۴۷۹, ۱۶۲۷
زهرا نجفی.....۲۳۴, ۲۳۹
زهرا وارسته خانلری.....۱۱۷۵, ۱۴۷۹
زهره تمیزی.....۱۵۳۴
زهره زارعی نژاد.....۵۵۷
زهره ناظم.....۱۰۵۹, ۱۱۵۷
زینب احمدیان.....۸۳۵
زینب اکبری.....۴۴
زینب براتی.....۱۶۵۳
زینب بیگدلی.....۶۴۳
زینب سعیداوی.....۱۱۶۱
زینب سلیمانی.....۱۲۸
زینب نادری.....۱۴۷۹, ۱۶۲۷
زینب نجفی.....۸۴۶

س

سارا ملاعلی عباسیان.....۴۵۰
ساره رجبی.....۶۹
ساره نظامی.....۱۶۶۳
سامان فتحی.....۵۹۳
ساناز اجل‌لوئیان.....۱۰۵۹, ۱۱۵۷
ساناز توحیدلو.....۷۴۸

ساناز عباسی..... ۱۴۱۷
ساناز عدلی..... ۱۳۲۸
سپیده ابریشم کش..... ۱۶۶۶
سپیده باقری..... ۵۶۱
سجاد شاهمرادی..... ۱۵۶۴, ۱۴۷۵, ۹۷۰
سحر طاقدیس..... ۱۴۶۱
سعید دوازده امامی..... ۱۰۱
سعید رضائیان..... ۱۲۲۷, ۷۰۷
سعید سعادت..... ۶۳۹
سعید سلیم پور..... ۵۰۲
سعید سماوات..... ۱۸۷
سعید شفیعی..... ۱۳۲۸, ۶۴۳, ۲۳۹, ۲۳۴
سعید غالبی..... ۱۳۶۴, ۱۰۴۰
سعید فرضی‌زاده..... ۱۵۴
سعید نوذری..... ۱۷۲۶, ۶۰۲
سعیده بحرینی..... ۷۲
سعیده سعادتی‌ف..... ۵۷۹
سعیده مرزوان..... ۷۴۸
سکینه نبی‌زاده..... ۴۸
سلیمان مدرسی..... ۱۱۰۹
سمانه اسکندری..... ۱۱۰۰
سمانه زاده پاریزی..... ۱۵۶۷, ۶۱۶
سمانه میرحسینی..... ۷۶۶
سمیرا قاسمی پیربلوطی..... ۱۵۸۸, ۳۳۰
سمیرا محمدی..... ۱۱۸۳
سمیرا واحدی..... ۱۶۴۸
سمیه بختیاری..... ۱۰۸۲, ۱۰۴۶, ۳۹۵, ۳۴۹
سمیه حاجی‌نی..... ۱۶۱۷
سمیه حامدی..... ۱۳۸۹, ۸۱
سمیه صدر..... ۱۰۱۶, ۶۷۳
سمیه قاسمی..... ۷۶۶, ۳۷۸
سمیه مرادنیا..... ۹۸۵, ۹۷۳
سهیلا قاسمی مهام..... ۱۱۲۱
سوده صفوی..... ۱۱۲۱
سولماز کاظم‌علیلو..... ۱۶۲۲, ۱۴۸۴
سونیا یوسفی..... ۱۰۶۳
سید احمد عطایی..... ۶۹۰
سید بهمن موسوی..... ۱۳۹۸
سید جواد حسینی‌فرد..... ۱۳۴۰, ۵۶۶
سید حسن طباطبایی..... ۱۱۵۷, ۱۰۵۹
سید رضا مهدوی اردکانی..... ۱۳۲۳
سید علی ابطحی..... ۱۶۳۶, ۶۰
سید علی اکبر موسوی..... ۱۷۳۳, ۵۳۳, ۲۱۶, ۴۰, ۳۶
سید مجتبی نوری حسینی..... ۱۵۸۰, ۱۱۵۳
سید محسن حسینی..... ۱۳۹۲, ۳۵۸
سید محمد جواد افضلی..... ۱۷۲۴
سید محمد سروش کاظمی..... ۹۳۹
سید محمد هادی موسوی فضل..... ۹۲۸, ۷۲۶
سید مصطفی عمادی..... ۳۰۶, ۴۸
سیدجواد حسینی فرد..... ۱۵۷۰, ۹۰۶, ۲۶۴

سیدحسام نیک سیرت..... ۶۰۲, ۱۷۲۶
سیدمحمد مشتاقیون..... ۳۷۸
سیده زهرا عطارشهرکی..... ۸۸۹
سیده فرزانه کوهبنانی نژاد..... ۴۹۷
سیده لیلی محبی نوذر..... ۱۲۷۷
سیروس جعفری..... ۵۰۶, ۱۲۲۲
سیروس حسن‌نژاد..... ۱۳۷۹
سیروس شاکری..... ۷۹۴
سیما بابائی بافقی..... ۲۰۳, ۳۶۹
سیما غفاری چراتی..... ۸۵۹
سینا صلحی..... ۱۳۴۷

ش

شاهرخ عسکری..... ۹۳۵
شاهرخ فاتحی..... ۱۰۳۶
شاهین اوستان..... ۸۳۵, ۸۴۱, ۱۰۸۷, ۱۱۱۲, ۱۵۲۰
شجاع قربانی..... ۲۵۴, ۸۸۹
شرفا، م..... ۶۵۶
شفق مولایی بیرگانی..... ۱۱۴
شهرام احمدی..... ۱۰۰۶, ۱۲۶۹
شهرام کیانی..... ۳۳۰, ۳۷۳, ۶۱۱, ۷۶۱, ۹۴۶, ۱۱۲۹, ۱۴۴۹, ۱۴۵۶, ۱۵۰۷, ۱۵۸۸
شهربانو جورکش ورنوسفادرانی..... ۹۴۲
شهرزاد اعرابی..... ۱۴۳۵
شهرزاد کرمی..... ۲۹۳, ۵۲۸, ۱۶۰۳, ۱۶۷۱
شهریار مهدوی..... ۱۹۷, ۴۳۵, ۶۴۸, ۶۶۵, ۱۱۷۵, ۱۴۲۱

ص

صابر حیدری..... ۸۳۵, ۸۴۱
صالح سنجری..... ۱۶۴, ۸۴۶, ۱۳۳۶, ۱۶۴۴
صبا میرزاییان دهکردی..... ۱۴۴۹, ۱۴۵۶
صدیقه صفرزاده شیرازی..... ۶۰, ۴۰۹, ۹۳۹, ۱۵۴۳, ۱۶۳۶
صدیقه ملکی..... ۸۲۲
صفیه خلیلی..... ۴۴۰
صمد عبدی..... ۲۱۱, ۸۵۰, ۱۰۳۱, ۱۶۱۳

ط

طاهره رئیسی..... ۹۵۰
طاهره ظاهرآراء..... ۱۶۵۸
طاهره کامران..... ۱۱۳۴
طاهره منصوری..... ۹۹۷
طیبه آزادبخت..... ۱۱۸۰

ع

عادل ریحانی‌تبار..... ۱۸۳, ۵۴۲, ۵۸۴, ۵۹۸, ۷۹۸, ۸۳۵, ۸۴۱, ۱۰۸۷, ۱۱۱۲, ۱۲۰۰, ۱۴۸۴, ۱۵۳۸, ۱۶۲۲
عاطفه اژدری..... ۲۶
عاطفه بیگی هرچگانی..... ۳۷۳, ۱۱۲۹
عاطفه خسروی..... ۲۴۴
عاطفه خورشیدی جلالی..... ۶۲۴
عباس احمدی..... ۱۲۵۹
عباس صمدی..... ۵۹۳

عباس طغیانی..... ۴۸۷
عباس هانی..... ۷۸۷
عباسعلی واحدیان..... ۸۴, ۴۶۴
عبدالامیر راهنما..... ۱۴۴۴
عبدالامیر معزی..... ۲۲۵, ۲۲۸, ۲۷۴, ۱۵۲۹, ۱۵۳۳
عبدالحسین ضیائیان..... ۱۰۴۰, ۱۳۶۴, ۱۵۲۵
عبدالحمید محبی..... ۸۶۲, ۱۴۴۴
عبدالرحیم مهدوی..... ۱۳۵۹
عبدالرضا سیاهپوش..... ۹۸۲
عبدالرضا قرنجیکی..... ۱۶۹۲
عبدالصمد غلامی..... ۶۰, ۷۹۴, ۱۶۳۶
عبدالغفور احمدپور داشلی برون..... ۱۲۴, ۱۴۵
عبدالغفور قلي‌زاده..... ۵۶, ۱۳۵۹
عبدالله ستوده..... ۹۳۵
عبدالمجید ثامنی..... ۶۴
عبدالمجید رونقی..... ۲۲۰, ۵۱۱, ۵۲۸, ۵۵۷, ۵۷۴, ۶۹۴, ۷۳۴, ۷۷۰, ۷۷۴, ۸۰۸, ۸۷۱, ۱۲۸۹, ۱۵۹۹, ۱۶۰۳, ۱۶۳۱, ۱۶۹۷
عبدالمهدی بخشنده..... ۱۴۵
عطاا.. سیادت..... ۹۸۲
علی احمدپور..... ۴۸۳
علی اسدی کنگرشاهی..... ۲۵۹, ۳۸۶, ۸۹۸
علی اشرف امیری نژاد..... ۱۰۵۰
علی اشرفی..... ۱۰۹۶
علی اصغر شهابی..... ۵۲
علی اکبر زارع..... ۳۴۰, ۱۷۳۷
علی اکبر صفری سنجانی..... ۱۵۹۴
علی اکبر موسوی..... ۱۱۲۵, ۱۲۳۴, ۱۷۳۳
علی اکبرزارع..... ۳۲, ۱۳۱۹
علی بهرامی سامانی..... ۱۶۶۳
علی تهرانی فر..... ۶۵۳
علی چراتی..... ۴۲۶
علی چراغی تبار..... ۴۵۵, ۷۱۷
علی چَعَب..... ۲۲۵, ۲۷۴, ۱۵۲۹
علی رئیسی..... ۸۵۵
علی زین الدینی..... ۴۳۱
علی سروش زاده..... ۹۳, ۵۷۱, ۱۷۵۰
علی شریفی..... ۱۴۹۹
علی عباسپور..... ۸۳۱
علی عبداللهی آرپناهی..... ۹۳, ۵۷۱, ۱۲۹۳
علی غلامی..... ۴۴۵, ۱۰۰۶, ۱۲۶۹
علی قاسمی پور..... ۱۵۹۴
علی قاطعی..... ۱۲۴, ۱۴۵
علی لطفی..... ۶۶۰
علی همتی..... ۳۶, ۲۱۶
علی‌داد کرمی..... ۱۴۰۲
علیرضا آستارایی..... ۱۰۷۲, ۱۳۳۳, ۱۵۳۳
علیرضا اکبری مقدم..... ۹۶
علیرضا پاک نژاد..... ۵۰۲
علیرضا جعفرنژادی..... ۴۴۵
علیرضا حسین پور..... ۷۶, ۱۴۰, ۲۰۷, ۲۵۴, ۳۳۰, ۶۱۱, ۹۴۶, ۹۵۰, ۱۴۴۰, ۱۵۸۸
علیرضا سلیمانی..... ۱۹۷

علیرضا قیاسوند.....۹۹۷
علیرضا کریمی.....۵۶, ۴۳۱, ۸۲۲, ۱۳۵۹
علیرضا مرجوی.....۳۴۵, ۸۸۴, ۹۶۵
علی‌رضا واعظی.....۷۴۸, ۸۱۸
علیرضاحسین‌پور.....۷۶۱, ۸۸۹
علیرضاکریمی.....۱۷۰۵
عموآقایی، ر.....۷۰۳
عیسی اسفندیارپور بروجنی.....۱۷۸, ۲۰۳, ۳۶۹, ۶۱۶, ۱۵۶۷

غ

غلامحسن رنجبر.....۱۶۸, ۱۱۶۷, ۱۲۹۶
غلامحسین خلیلی طرقبه.....۱۴۰۸
غلامرضا ثواقبی.....۶۳۱, ۸۷۵
غلام‌رضا مرادی.....۱۳۵۹
غلامعباس صیاد.....۲۷۴
غلامعلی کیخا.....۱۳۶

ف

فائزه قناتی.....۹۳, ۵۷۱, ۱۷۵۰
فاطره کریمی.....۲۴۹
فاطمه احمدی.....۱۳۲۳
فاطمه اسمعیلیان.....۴۷۹
فاطمه بگوند.....۱۴۲۱
فاطمه جلیلیان.....۱۸۳
فاطمه جمالی.....۱۳۰۶
فاطمه جمالی قطب آبادی.....۳۱۰
فاطمه حجتی مجد.....۲۳۰
فاطمه دوست محمدی.....۱۵۰۳
فاطمه روستایی.....۱۴۹, ۳۵۸
فاطمه سروش.....۱۵۱۱
فاطمه صابرماهانی.....۱۵۷۰
فاطمه عباس‌زاده.....۹۱۵, ۱۰۰۲
فاطمه فیضی.....۹۱۹
فاطمه کاظمی‌نیا.....۹۹۳
فاطمه مسعودی.....۴۰
فرحبخش، م.....۶۵۶, ۸۴۸
فردین حامدی.....۱۰۳۶
فردین صادق زاده.....۴۸, ۳۰۶, ۱۰۹۲
فرزاد فربود.....۹۹۳
فرزاد مرادی چقامارانی.....۳۶, ۲۱۶
فرشید نوربخش.....۷۹۱
فرهاد خرمالی.....۵۶, ۴۲۶
فرهاد دهقانی.....۸۴, ۶۸۲, ۷۲۲
فریبا خالقی.....۹۷۷
فریدون سرمدیان.....۱۵۵۲
فریدون نورقلی پور.....۹۶, ۱۳۶, ۶۶۹
فهیمه متقی.....۱۰۵۰
فیروز موحدیان.....۱۶۷۵
فیروزه نوروزی گلدره.....۲۴۹

ق

قاسم رحیمی..... ۲۴۹
قربانعلی روشنی..... ۱۶۹۲

ک

کامبیز بازرگان..... ۹۲۳ ,۵۱۹
کامران راهنما..... ۶۵۳
کامران عسگری..... ۹۸۹
کامران مروج..... ۴۵۹
کتایون خسروی..... ۴۷۲
کمال خلخال..... ۱۲۰۰ ,۷۹۸ ,۵۸۴
کیانی،ش..... ۷۰۳
کیمیا فهمی..... ۱۰۹۶

گ

گلاره خانبلوکی..... ۷۵۲
گودرز احمدوند..... ۱۶۱۷

ل

لادن جوکار..... ۱۳۶۴ ,۱۰۴۰
لی عبداللهی آرپناهی..... ۱۷۵۰ ,۱۲۹۳ ,۵۷۱ ,۹۳
لیدا خطیب..... ۲۴۴
لیلا تابنده..... ۱۶۸۸ ,۱۲۱۷ ,۳۱۹
لیلا حکیمی..... ۷۸۷
لیلا زارع..... ۱۵۹۹ ,۷۷۰
لیلا سلیمانپور..... ۱۷۲۶ ,۶۰۲
لیلا صادق کسمائی..... ۷۳۴
لیلا ضامنی..... ۱۰۹۲
لیلی صفایی..... ۱۳۸۴ ,۱۳۷۴ ,۸۶۶

م

مجتبی جعفری حقیقی..... ۶۴
مجتبی فتحی..... ۸۰۳
مجتبی محمودی..... ۶۹
مجتبی مقبلی..... ۴۶۹
مجتبی نوری حسینی..... ۷۰۷
مجتبی یحیی‌آبادی..... ۶۶۹
مجید اسمعیلی‌زاده..... ۳۸۱ ,۱۲۸
مجید افیونی..... ۱۵۶۴ ,۱۴۷۵ ,۹۷۰ ,۳۲۶
مجید الداغی..... ۶۹
مجید باقر نژاد..... ۱۱۶۴ ,۸۲۷ ,۷۹۴ ,۶۰
مجید بصیرت..... ۱۳۵۶ ,۳۲۳
مجید حجازی مهریزی..... ۱۶۸۳ ,۱۴۶۱ ,۶۷۷
مجید فروهر..... ۱۵۸۰ ,۱۲۲۷ ,۷۰۷ ,۵۴۷
مجید فکری..... ۱۴۷۱
مجید گلمحمدی..... ۲۷۹
محبوب صفاری..... ۱۶۹۷ ,۸۷۱ ,۸۰۸ ,۶۴
محبوبه ضرابی..... ۱۶۲۷ ,۱۴۷۹ ,۱۴۲۱ ,۶۶۵ ,۱۷
محسن اسلامی..... ۱۲۴۴ ,۶۳۵

محسن باقری.....۱۱۶۱
محسن ترک پیچلو.....۱۲۷۳
محسن حمیدپور.....۷۳۸ ,۲۹۸ ,۱۹۲ ,۱۱۴
محسن دانشمندوزیری.....۱۶۷۵
محسن دهقانی.....۱۴۵۳
محسن سلیمانی.....۱۲۵۵ ,۱۰۲۱
محسن شریعتی.....۸۲۲
محسن شکل آبادی.....۱۵۹۴
محسن فرح بخش.....۹۰۳ ,۸۷۵ ,۷۵۷ ,۶۸۶ ,۵۳۷ ,۳۶۴ ,۱۰۵
محسن نائل.....۱۵۹۴
محمد اردلان.....۱۲۹۴ ,۱۱۴۸
محمد اسماعیلی.....۱۶۴۸
محمد اقتداری.....۱۱۵۷ ,۱۰۵۹ ,۵۱۴
محمد بابا اکبری ساری.....۸۷۵ ,۷۲
محمد بهادری.....۱۱۴۳ ,۱۷۳
محمد بهمنی.....۱۰۶۳
محمد بیرانوند.....۱۳۹۲
محمد تکاسی.....۳۱۹
محمد جعفر ملکوتی.....۱۶۶۳
محمد جواد زارع.....۱۰۵۰
محمد جواد زارعی.....۲۱۶ ,۳۶
محمد چاکری.....۲۱۶ ,۳۶
محمد حشمتی رفسنجانی.....۱۳۱۰
محمد رحمانیان.....۱۴۰ ,۷۶
محمد رضا نیکویی دستجردی.....۱۵۷۰
محمد رفیعی الحسینی.....۱۱۰۴
محمد زارع مهرجردی.....۶۸۲ ,۴۶۴ ,۸۴
محمد زمان کسایی.....۱۱۷۱
محمد شعاع اردبیلی.....۵۱۹
محمد صادق حاتمی پور.....۵۲
محمد عباسی.....۱۶۴۸ ,۱۲۱۷
محمد عبدالهی عزت‌آبادی.....۲۶۴
محمد علی بهمنیار.....۸۵۹
محمد علی حاج عباسی.....۱۱۰۹
محمد علی خود شناس.....۲۹۰
محمد فیضی.....۱۰۳۱ ,۸۵۰ ,۸۰۳ ,۵۷۱ ,۳۴۵ ,۲۱۱ ,۹۳
محمد فیضیان.....۱۷۵۰ ,۱۶۱۳ ,۱۵۶۱ ,۱۲۹۳ ,۱۱۷۱ ,۱۰۳۱ ,۸۵۰ ,۵۷۱ ,۲۱۱ ,۹۳
محمد قاسم زاده گنجه‌ای.....۴۸۳ ,۴۳۱
محمد قاسمی پور افشار.....۱۲۳۸
محمد قربانی.....۱۷۱۹
محمد قنادی مراغه.....۱۶۶۳
محمد لطف الهی.....۱۱۴۸
محمد محمودیان شوشتری.....۱۳۵۲ ,۱۲۶۵
محمد مرادزهی روز.....۱۴۶۶
محمد نظری.....۸۲۷ ,۱۴۵ ,۱۲۴
محمد هادی روحیان.....۹۹۳
محمدجعفر ملکوتی.....۱۲۹۳ ,۳۴۰
محمدحسن رحیمیان.....۱۲۹۶
محمدحسن صالحی.....۹۴۲
محمدحسین بناکار.....۱۲۹۶ ,۱۶۸

محمدحسین داودی..... ۱۷۴۶
محمدحسین شمشیری..... ۳۸۱
محمدحسین صیادی اناری..... ۲۴۴
محمدرضا پهلوان راد..... ۹۶
محمدرضا چاکر حسینی..... ۴۴۰
محمدرضا ریگی..... ۵۳۷ ,۳۶۴
محمدرضا مرادی تلاوت..... ۹۸۲ ,۱۱۹
محمدرضا نیشابوری..... ۱۳۷۹ ,۹۶۰
محمدسادات حسینی..... ۱۶۵۸
محمدعلی بهمنیا..... ۱۰۹۲
محمدعلی حاج عباسی..... ۱۷۱۴ ,۱۵۶۴ ,۱۴۷۵ ,۹۷۰
محمدعلی خودشناس..... ۱۲۴۸ ,۱۲۰۵ ,۱۱۳۹ ,۵۴۷ ,۴۲۳
محمود پنج تن دوست..... ۱۷۵۰ ,۵۷۱ ,۹۳
محمود شریعتمداری..... ۱۰۳۶
محمود صلحی..... ۱۵۳۳ ,۱۳۴۷ ,۱۲۱۲ ,۹۶۵ ,۸۸۴
مختار حیدری..... ۱۲۲۲ ,۵۰۶
مختار زلفی باوریانی..... ۱۶۳۱ ,۵۷۴
مرتضی بهمنی..... ۹۸۹
مرتضی پوزش شیرازی..... ۱۲۸۲ ,۱۲۵۱ ,۶۰۷
مرتضی زاهدی..... ۱۰۹۶
مرتضی شیرمحمدی..... ۹۴۶ ,۲۰۷
مرتضی فانی..... ۱۵۲۵
مرجان تابش..... ۱۵۰۷
مرضیه آیینه حیدری..... ۱۶۸۳ ,۶۷۷
مرضیه ابولی پاریزی..... ۱۳۰۶
مرضیه رعیت پیشه..... ۹۵۵ ,۳۳۵
مریم آقاخانی..... ۱۵۲۵
مریم بیرانوند..... ۱۶۱۳ ,۲۱۱
مریم حسنی کیشه..... ۱۰۵۵ ,۵۵۴
مریم دهجی پور حیدرآبادی..... ۱۴۸۹
مریم دهقانی فتح آبادی..... ۱۶۴
مریم رحمانی اصل..... ۱۷۰۵
مریم رنجبرکبوترخانی..... ۳۸۱
مریم سرکاکی..... ۱۳۲
مریم سلیمی زاده..... ۱۲۷۷
مریم کریمی..... ۱۶۲۷ ,۱۴۷۹
مریم مرادی..... ۹۳۹
مریم یوسفی فرد..... ۱۶۸۳ ,۶۷۷
مزدک رساپور..... ۱۰۶۷ ,۶۹۸
مژده حیدری..... ۱۵۷۰ ,۱۲۴۴ ,۶۳۵
مژده حیدری صالح آباد..... ۱۲۴۴
مژده خلیل‌پور..... ۴۱۸ ,۳۹۰
مژگان سپهری..... ۸۵۵
مژگان هاشمی..... ۲۷۹
مژگان یاوری..... ۳۷۸
مژگان یگانه..... ۹۲۳
مسعود بازگیر..... ۱۴۳۱ ,۱۰۵۰
مسعود دادیور..... ۷۰۷ ,۵۴۷ ,۴۲۳
مسعود داور..... ۵۹۳
مسعود درخشی..... ۱۴۰۸

مسلم ثروتی..... ۱۵۵۷
مصطفی چرم..... ۱۳۲, ۲۲۸, ۲۳۰, ۲۷۴, ۱۴۱۷, ۱۵۳۳
مصطفی حسین پور..... ۵۰۲
مصطفی عمادی..... ۸۵۹
مصطفی کریمیان اقبال..... ۵۲۳
مصطفی مارزی..... ۱۰۵
مصلح الدین رضایی..... ۱۰۱, ۳۲۶, ۱۲۱۲
معصومه زین الدینی..... ۱۷۸
معصومه سلگی..... ۹۹۷
معصومه قنبری..... ۱۹۷
مقصود سیفی..... ۶۹۸, ۱۰۶۷
منصور چترنور..... ۱۲۶۵, ۱۳۵۲
منصوره توجه..... ۲۲۰, ۷۷۴
منوچهر گرجی..... ۱۶۶۶
منوچهر مفتون..... ۱۵۹, ۳۱۰
منیره ابویی..... ۷۲۲
منیره عیدی..... ۵۴۲, ۵۹۸, ۱۵۳۸
مهدی باهمت..... ۶۸۶, ۷۵۷
مهدی تفویضی..... ۷۲
مهدی حسن شاهیان..... ۱۵۷۶
مهدی حیدری..... ۱۴۳۱
مهدی زارعی..... ۳۶, ۲۱۶, ۲۹۳
مهدی سرچشمه پور..... ۴۷۹
مهدی سلاجقه..... ۸۹۴
مهدی طاهری..... ۳۱۹, ۱۲۱۷, ۱۶۴۸, ۱۶۸۸
مهدی عبدلی..... ۶۴۸
مهدی غفاری..... ۱۴۸۴
مهدی قاجار سپانلو..... ۳۰۶, ۸۵۹, ۱۲۳۱
مهدی قبولی..... ۸۵۵
مهدی کریمی زارچی..... ۷۷۹
مهدی معصومی..... ۱۱۴۸
مهدی نادری..... ۹۳۱
مهدی نجفی قیری..... ۶۰۲, ۸۷۹, ۹۳۵, ۱۰۲۶, ۱۳۰۱, ۱۴۹۴, ۱۶۳۶, ۱۶۵۳, ۱۷۲۶
مهدی نصیری..... ۱۳۷۹
مهدی همایی..... ۱۲۶۵, ۱۳۵۲
مهدیه کمالی..... ۱۵۹
مهدیه مدرسی سریزدی..... ۴۷۲
مهران بهتری..... ۸۱۸
مهران شیروانی..... ۱۰۲۱, ۱۱۰۹, ۱۲۵۵, ۱۲۷۷
مهرانگیز جوکار..... ۱۶۴
مهرداد رضایی فرد..... ۳۲, ۱۳۱۹, ۱۷۳۷
مهرداد رنجبر..... ۱۲۳۱
مهرداد شهابیان..... ۴۷۷, ۱۴۱۴
مهرزاد مستشاری..... ۲۷۹
مهرنوش اسکندری تربقان..... ۱۴۰۸
مهری احراری..... ۱۴۹۴
مهسا شریعتی راد..... ۳۵۴
مهسا میری..... ۱۹۷, ۴۳۵
مهشید شفیق..... ۱۹۲, ۶۹۴, ۱۲۸۹
مهناز اسکندری..... ۹۱۱

مهناز طاهری..... ۵۱۱
مهنوش برین..... ۱۵۱۵
مهیار مشتاقی..... ۵۶
موسی موسوی..... ۹۱۹
میترا امینی..... ۱۳۱۵
میثم شیخی..... ۹۸۹
میثم منظری توکلی..... ۶۲۹
میلاد بی ریا..... ۱۵۲۹, ۲۲۵
مینا شیروانیان..... ۶۱۱
مینا کرمی حمیدآبادی..... ۶۳۱

ن

نادر حسینی زارع..... ۴۴۵
نادر محمدنیا..... ۱۳۶, ۹۶
نادره امینی..... ۱۱۷۵, ۶۶۵
نادیا بشارت..... ۱۶۸
ناصر برومند..... ۱۶۵۸, ۱۶۴۴, ۱۳۳۶, ۸۴۶, ۴۶۹, ۱۶۴
ناصر دواتگر..... ۱۴۲۶, ۲۸۶
ناصر صداقتی..... ۵۶۶
ناصر هنرجو..... ۴۸۷, ۴۰۴
نجفعلی کریمیان..... ۱۶۹۷, ۹۰۳, ۸۷۱, ۸۰۸, ۷۷۴, ۶۴
نجمه احمدی راد..... ۱۵۰۳
نجمه عبادی‌فر..... ۷۶۶
نجمه مقیمی اسفندآبادی..... ۱۴۴۰
نجوا سالاری‌نژاد..... ۱۴۷۱
ندا پاشاپور..... ۱۲۰۰, ۱۱۱۲, ۱۰۸۷, ۵۸۴
ندا محرری..... ۶۵۳, ۴۷۲
نرگس ملایی..... ۱۵۹۴
نسرین سعادتی..... ۱۴۲۶, ۲۸۶
نسرین نظری..... ۷۶۱
نسیبه پورقاسمیان..... ۷۹۱
نسیم زینلی..... ۱۴۳۱
نصرت اله نجفی..... ۱۵۳۸, ۵۹۸, ۵۴۲, ۱۸۳
نصرت‌اله نجفی..... ۱۶۲۲, ۱۵۲۰, ۱۴۸۴, ۷۹۸
نعیمه عنایتی ضمیر..... ۱۴۱۷, ۲۳۰
نفیسه رنگ زن..... ۱۱۶۱, ۱۱۹, ۴۴
نگین اخلاقی امیری..... ۸۹۸, ۳۸۶, ۲۵۹
نورایر تومانیان..... ۱۷۳۷, ۵۲۳
نیازعلی سپهوند..... ۹۸۲
نیکو حمزه پور..... ۵۲۳, ۴۵۹
نیلوفر تیمورپو..... ۱۵۵۷
نیلوفر صدری..... ۱۴۹۹, ۱۳۰۱

ه

هادی اسدی رحمانی..... ۴۹۳
هادی پیرسته انوشه..... ۱۶۸
هادی عامری خواه..... ۱۵۳۳, ۱۵۲۹, ۲۲۸, ۲۲۵
هادی قربانی..... ۱۲۳۱
هانیه سپهوند..... ۱۵۶۱
هانیه صابری..... ۱۰۷۷, ۳۹۹

هانیه نورانی ماسوله.....۱۳۱۵
هایده کیانیان.....۹۸۲
هرمز امیرمکری.....۱۱۰
هرمزد نقوی.....۱۲۳۸, ۱۲۸۶

و

واحد باقری.....۱۱۱۷
وحید محصلی.....۹۹۳, ۱۱۳۴
وحید مظفری.....۱۵۴, ۱۷۸, ۳۹۰, ۴۱۸, ۵۵۴, ۶۲۴, ۸۹۴, ۹۵۵, ۹۷۷, ۱۰۵۵, ۱۱۰۰, ۱۴۶۶
وحیدرضا جلالی.....۴۷۹
ولی فیضی اصل.....۲۱, ۱۳۹۸
ویدا علما.....۲۲۰, ۷۷۴
ویلما بایرام زاده.....۲۶

ی

یاسر استواری.....۹۸۹
یحیی کوچ.....۳۵۸, ۱۳۹۲
یعقوب حسینی.....۱۷۳, ۴۱۳, ۱۱۴۳, ۱۲۳۸, ۱۵۸۳